

Septembre 2016

16DHF008



Institution Interdépartementale du
BASSIN DE LA SARTHE



Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant de la Sarthe Aval et de détermination des volumes prélevables



Rapport de phase 1

Direction Océans, Fleuves et Ressources

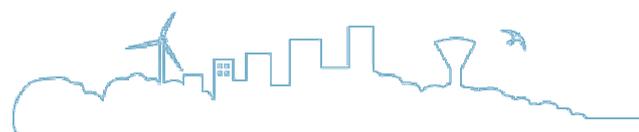
Unité Hydraulique fluviale

Parc de l'Île, 15-27 rue du Port 92022 NANTERRE Cedex



Sommaire

1	Préambule	5
1.1	Contexte de l'étude	5
1.2	Périmètre d'investigation	5
1.3	Déroulement de la mission	8
1.4	Objectifs de la phase 1	8
2	Caractéristiques générales du bassin versant de La Sarthe aval	9
2.1	La ressource en eau superficielle	9
2.1.1	Le réseau hydrographique	9
2.1.2	Les masses d'eau superficielles	12
2.2	La ressource en eau souterraine	15
2.2.1	Le cadre géologique	15
2.2.2	Les formations aquifères	17
2.2.3	Les masses d'eaux souterraines	22
2.3	Le contexte climatique	24
2.3.1	Pluviométrie	24
2.3.2	Évapotranspiration potentielle (ETP)	31
3	Analyse du fonctionnement hydrologique du bassin versant du Sarthe aval	37
3.1	Suivi hydrométrique	37
3.1.1	Stations hydrométriques	37
3.1.2	Débits caractéristiques	40
3.2	Réseau d'observation des écoulements	53
3.2.1	Principes des réseaux de suivi des écoulements	53
3.2.2	Stations de suivis des écoulements sur la zone d'étude	54
3.2.3	Analyse des écoulements	57
3.3	Analyse des situations de crise	59



3.3.1	Cadre général.....	59
3.3.2	Zone d'application et valeurs seuils.....	59
3.3.3	Historique des arrêtés sécheresse.....	60
3.3.4	Analyse du franchissement des débits seuils	62
4 Analyse du fonctionnement hydrogéologique du bassin versant du Sarthe aval.....		71
4.1 Suivi piézométrique.....		71
4.1.1	Points de suivi quantitatif.....	71
4.1.2	Analyse des chroniques piézométriques	74
4.2 Relation nappe/rivière.....		76
4.2.1	Description générale des échanges nappe rivière.....	76
4.2.2	Quantification de la contribution des nappes	77
5 Proposition de découpage en sous unité de gestion ...		83
6 Bibliographie.....		93
Annexe 1 Piézomètres de suivi (ADES)		94
Annexe 2 Suivi quantitatif de la ressource souterraine par sous unité de gestion		96
Annexe 3 Décomposition des hydrogrammes de débit..		99
Annexe 4 Evolution des valeurs de percentiles des débits de base « BaseFlowIndex »		109
Annexe 5 Graphiques des débits moyens interannuels de base		113



PREAMBULE

1.1 Contexte de l'étude

Dans le cadre de l'élaboration du SAGE Sarthe Aval, l'enjeu de gestion équilibrée de la ressource en eau est apparu comme un des axes stratégiques sur lequel les acteurs du territoire souhaitent s'investir pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par la Directive Cadre sur l'Eau.

L'Institution interdépartementale du Bassin de la Sarthe, structure porteuse du SAGE engage donc en 2016 une étude permettant :

- D'améliorer les connaissances sur l'état quantitatif des masses d'eau superficielles et souterraines sur le bassin versant de la Sarthe aval ;
- De doter le territoire de valeurs de référence (volumes prélevables, débits / piézométrie objectifs) pertinentes et adaptées pour améliorer la gestion quantitative de la ressource en eau sur le bassin versant de la Sarthe aval;
- Proposer une stratégie à mettre en œuvre pour résorber les déséquilibres quantitatifs existants ou préserver l'état des masses d'eau. Ces éléments pourront éventuellement repris dans les documents du SAGE, notamment le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable ;
- Conformer le territoire aux orientations du SDAGE Loire-Bretagne « 2016-2021 » sur le volet quantitatif.

1.2 Périmètre d'investigation

L'étude porte sur le périmètre du SAGE Sarthe Aval défini par arrêté préfectoral le 16 juillet 2009. D'une superficie de 2 727 km², le SAGE s'étend sur 192 communes sur les départements de la Sarthe, de la Mayenne et du Maine-et-Loire en région Pays de la Loire.

Le bassin versant de la Sarthe Aval est « atypique ». En effet, il bénéficie des apports des bassins de la Sarthe Amont et de l'Huisne, deux territoires ayant fait l'objet d'une étude de gestion quantitative. Ainsi, il conviendra d'étendre le périmètre d'intervention de l'étude au



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

bassin complet de la Sarthe notamment en phases 2 et 5 afin d'assurer un traitement de la problématique dans sa totalité. Les débits transitant sur le territoire de la Sarthe Aval dépendent en partie des modalités de gestion quantitative de la ressource en eau sur les bassins de la Sarthe amont et de l'Huisne. Les résultats obtenus sur ces études seront donc utilisés à bon escient.

Les principales caractéristiques du secteur d'étude sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1-1 : Carte d'identité du périmètre d'étude

Carte d'identité du bassin de la Sarthe aval	
Contexte	Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant de la Sarthe aval et de détermination des volumes prélevables
Structure porteuse	Institution Interdépartementale du Bassin de la Sarthe
Organisation administrative	Une région : Pays de la Loire Trois départements : Sarthe, Mayenne, Maine et Loir 192 communes
Superficie	2727 km ²
Réseau hydrographique	3191 km de linéaire cumulé de cours d'eau
Masses d'eau	31 masses d'eau superficielles 11 masses d'eau souterraines



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

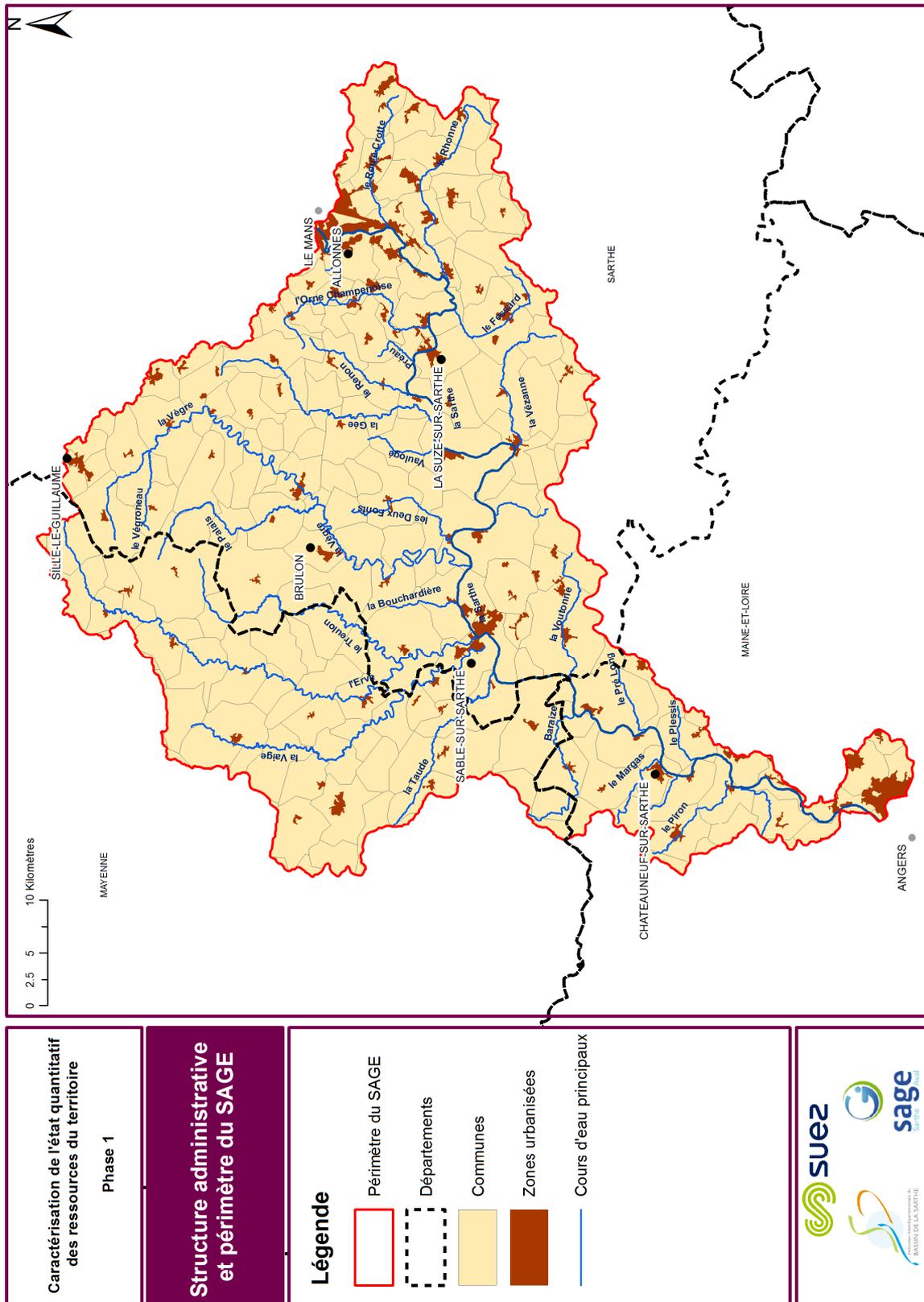


Figure 1-1 : Structure administrative et périmètre du SAGE Sarthe aval



1.3 Déroulement de la mission

La mission se décompose en 5 phases successives :

- **Phase 1** : Découpage en unités de gestion ;
- **Phase 2** : Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant ;
- **Phase 3** : Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau en nappe pour les eaux souterraines ;
- **Phase 4** : Détermination et répartition des volumes prélevables ;
- **Phase 5** : Estimation des besoins en eau futurs et définition de mesures de gestion

Le présent document constitue le rapport provisoire de phase 1.

1.4 Objectifs de la phase 1

La phase 1 de l'étude consiste à réaliser une synthèse structurée des données et des connaissances sur le bassin versant de la Sarthe aval afin de caractériser l'état de la ressource en eau et les déséquilibres quantitatifs existants.

Cette étape repose sur deux étapes essentielles :

- Réalisation d'une recherche bibliographique élargie sur la base des données disponibles en termes de connaissances générales du bassin versant, et spécifiquement de la gestion de la ressource quantitative ;
- Sectorisation et découpage du territoire en unités de gestion.

La phase 1 aboutit à un découpage du territoire en unités de gestion pertinentes qui seront l'unité de réflexion pour les phases ultérieures de l'étude.



CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN VERSANT DE LA SARTHE AVAL

2.1 La ressource en eau superficielle

2.1.1 Le réseau hydrographique

Le bassin versant de la Sarthe aval est drainé par un réseau hydrographique particulièrement dense.

L'axe principal, la Sarthe, prend sa source à Saint-Aquilin-de-Corbion, dans l'Orne. Après un parcours de près de 315 km, la Sarthe reçoit le Loir en rive gauche à Briollay. Elle conflue avec la Mayenne, 5 km en aval, au nord de la commune d'Angers à Ecoflant avec laquelle elle forme la Maine. La Maine rejoint ensuite la Loire à Bouchemaine, en aval d'Angers.

La Sarthe fait partie du domaine public fluvial navigable.

Les autres principaux cours d'eau du bassin versant d'amont en aval sont :

- **Le Roule Crotte.** Il prend sa source à Brette-les-Pins et parcourt 16 km avant de se jeter dans la Sarthe en rive gauche entre Arnage et Le Mans.
- **Le Rhonne.** Il prend sa source sur la commune de Saint-Mars d'Outillé. Il rejoint ensuite la Sarthe en rive gauche sur la commune de Guécélard après un parcours de 25 km.
- **Le Fessard.** Le Fessard est un affluent en rive gauche de la Sarthe. Il prend sa source sur la commune d'Yvré-le-Pôlin et rejoint la Sarthe sur la commune de Suze-sur-Sarthe après un parcours de 15 km environ.
- **L'Orne Champenoise.** L'Orne champenoise prend sa source à Coulans-sur-Gée. Elle conflue avec la Sarthe en rive droite à Roëzé-sur-Sarthe après 24km.
- **La Gée.** D'une longueur d'environ 30km, la Gée prend sa source sur la commune de Neuvy-en-Champagne et conflue avec la Sarthe en rive droite à Fercé-sur-Sarthe.
- **La Vézanne.** Elle prend sa source sur le territoire de la commune de la Fontaine-Saint-Martin et conflue avec la Sarthe 17 km plus loin en rive gauche à Malicorne-sur-Sarthe.



- **Les Deux Fonds.** Il prend sa source sur la commune de Saint-Ouen-en-Champagne et se jette dans la Sarthe en rive droite à Avoise en amont de Sablé-sur-Sarthe.
- **La Vègre.** D'une longueur de 80 km la Vègre se jette dans la Sarthe en rive droite à Avoise.
- **L'Evre.** D'une longueur totale de 71 km l'Evre est un cours d'eau au débit plutôt abondant prenant sa source à proximité de la forêt de Sillé-le-Guillaume au lieu-dit de la Chevrie. Il reçoit le Treulon en rive gauche à Auvers-le-Hamon avant de confluer avec la Sarthe en rive droite à Sablé-sur-Sarthe.
- **Le Treulon.** Il prend sa source dans la forêt de Grande-Charnie à Torcé-Viviers-en-Charnie et se jette dans l'Evre en rive gauche 38km plus loin.
- **La Vaige.** D'une longueur d'environ 54km la Vaige prend sa source à Saint-Léger et rejoint la Sarthe en rive droite en aval de Sablé-sur-Sarthe.
- **La Taude.** D'une longueur de 22km la Taude est un affluent en rive droite de la Sarthe prenant sa source à Saint-Charles-la-Forêt avant de la rejoindre à Souvigné-sur-Sarthe.

Parmi les cours d'eau secondaires peuvent être cités : le Ruisseau de cheffes, le Renon, le Vauloge, la Voutonne, le Piron ou encore le Margas et la Baraize qui sont des affluents de la Sarthe ainsi que le Végreneau et le Palais qui sont des affluents de la Vègre.

Enfin, le réseau hydrographique du bassin versant est principalement développé en rive droite de la Sarthe, les affluents les plus productifs étant la Vègre, la Vaige, l'Erve et le Treulon.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

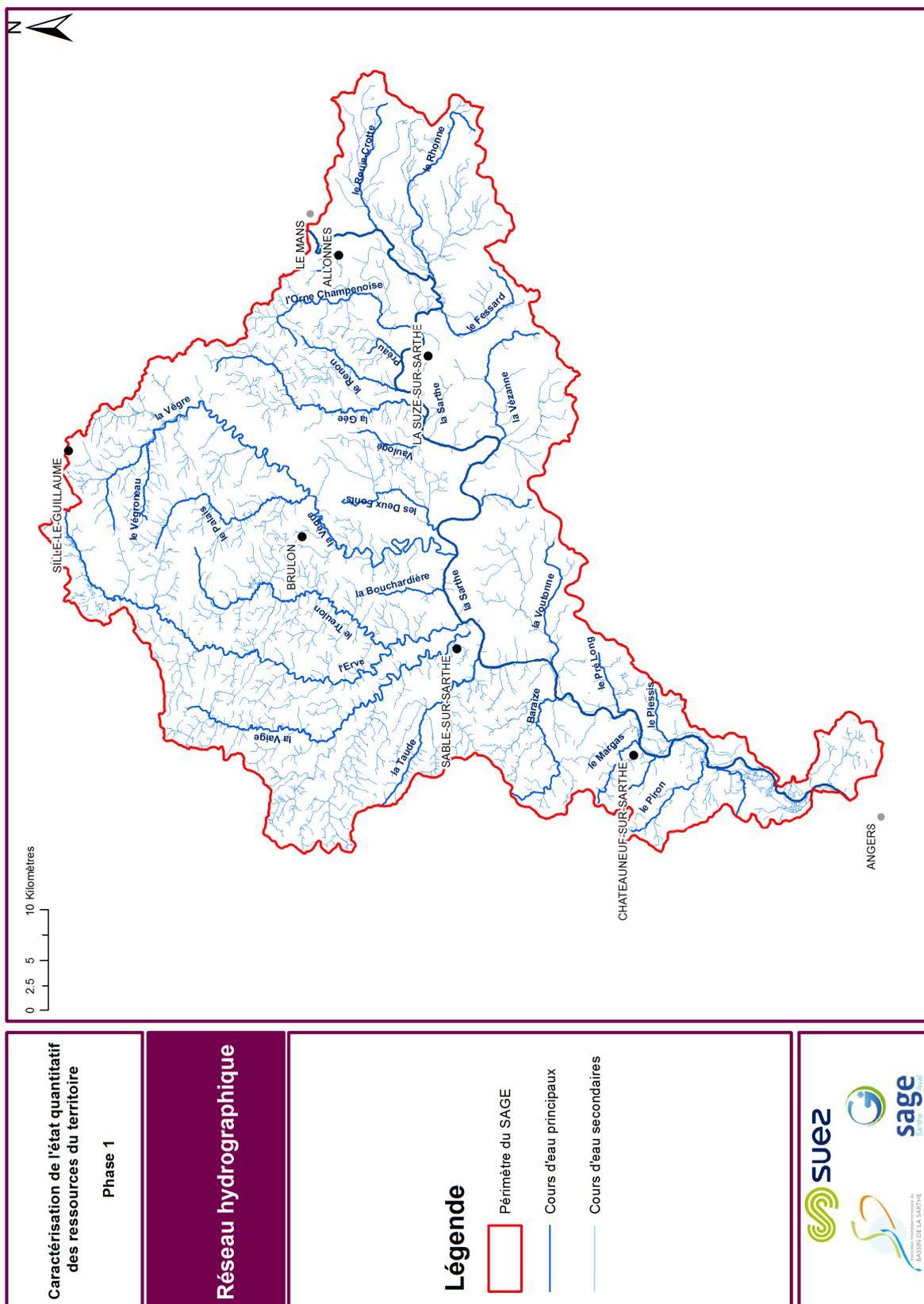


Figure 2-1: Réseau hydrographique



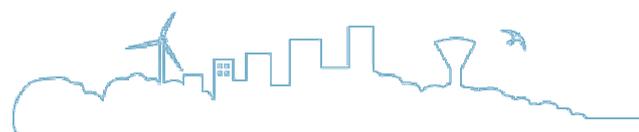
2.1.2 Les masses d'eau superficielles

Le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021 identifie **31** masses d'eau superficielles pour lesquelles il fixe des objectifs d'atteinte du bon état.

Les caractéristiques des masses d'eau sont décrites dans les tableaux suivants. Les motivations du report de l'objectif de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) sont également présentées : CD = Coûts disproportionnés, CN = conditions naturelles et FT = faisabilité technique.

Tableau 2-1 : Masses d'eau superficielles

Code	Masse d'eau	Objectif d'état écologique	Objectif d'état chimique	Objectif d'état global	Motivation du délai
FRGR0456	La Sarthe depuis Le Mans jusqu'à la confluence avec la Mayenne	Bon Potentiel 2021	Bon Etat	Bon Potentiel 2021	FT
FRGR0487	L'Evre depuis la confluence du Treulon jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CD;FT
FRGR0481	La Vegre et ses affluents depuis Rouez jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2021	Bon Etat	Bon Etat 2021	CD;CN
FRGR0482	Le Roule crotte et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN
FRGR0483	Le Rhonne et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN
FRGR0485	La Gee et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2021	Bon Etat	Bon Etat 2021	CN
FRGR0486	L'Erve et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec le Treulon	Bon Etat 2021	Bon Etat	Bon Etat 2021	FT
FRGR0488	La Vaige et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR0489	Le Treulon et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Evre	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CD;CN
FRGR0490	La Taude et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2021	Bon Etat	Bon Etat 2021	FT
FRGR1055	Le ruisseau de Cheffes et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN;FT
FRGR1072	Le Piron et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN;FT
FRGR1085	Le Plessis et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN;FT
FRGR1089	La Mare-Boisseau et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN;FT
FRGR1106	Le Pré Long et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN;FT
FRGR1108	Le Margas et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1131	Le Baraize et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN;FT



Code	Masse d'eau	Objectif d'état écologique	Objectif d'état chimique	Objectif d'état global	Motivation du délai
FRGR1132	Le Rau de Parce-sur-Sarthe et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1139	La Voutonne et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1143	La Veze et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2021	Bon Etat	Bon Etat 2021	FT
FRGR1157	Le Fessard et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CN
FRGR1162	La Bouchardière et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1165	Le Vauloge et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1169	Le Renom et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1170	Le Préau et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1187	Les Deux Fonds et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	CD;FT
FRGR1202	La Bujerie et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1221	L'Orne Champenoise et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Sarthe	Bon Etat 2027	Bon Etat	Bon Etat 2027	FT
FRGR1262	Le Palais et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Vegre	Bon Etat 2015	Bon Etat	Bon Etat 2015	-
FRGR1271	Le Vegroneau et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Vegre	Bon Etat 2021	Bon Etat	Bon Etat 2021	FT
FRGR1582	La Vegre et ses affluents depuis la source jusqu'à Rouez	Bon Etat 2021	Bon Etat	Bon Etat 2021	FT

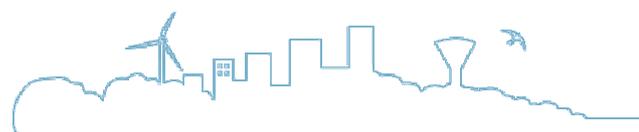
Les objectifs d'atteinte du bon état des masses d'eau superficielles semblent difficiles à respecter sur le bassin versant de la Sarthe aval. Les objectifs de qualité ont pour la majorité des masses d'eau été reportés entre le SDAGE 2010-2015 et le nouveau SDAGE 2016-2021 (Erve, Vaige, Treulon, Plessis, Mare-Boisseau, Pré Long, Rau de Parce-sur-Sarthe, Préau, Vegroneau).

L'axe Sarthe est une masse d'eau fortement modifiée en raison de son caractère navigable et de l'urbanisation. Elle présente une qualité écologique dégradée, son objectif est l'atteinte du bon potentiel en 2021.

L'atteinte du bon état global n'est pas attendue avant 2027 sur la grande majorité des affluents de la Sarthe.

Toutefois se distinguent :

- le Palais dont l'objectif d'atteinte du bon état global est maintenu en 2015
- La Vègre, La Taude, le Gée, l'Erve amont, le Vegroneau et la Veze dont l'objectif d'atteinte du bon état global est fixé à 2021.



REPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

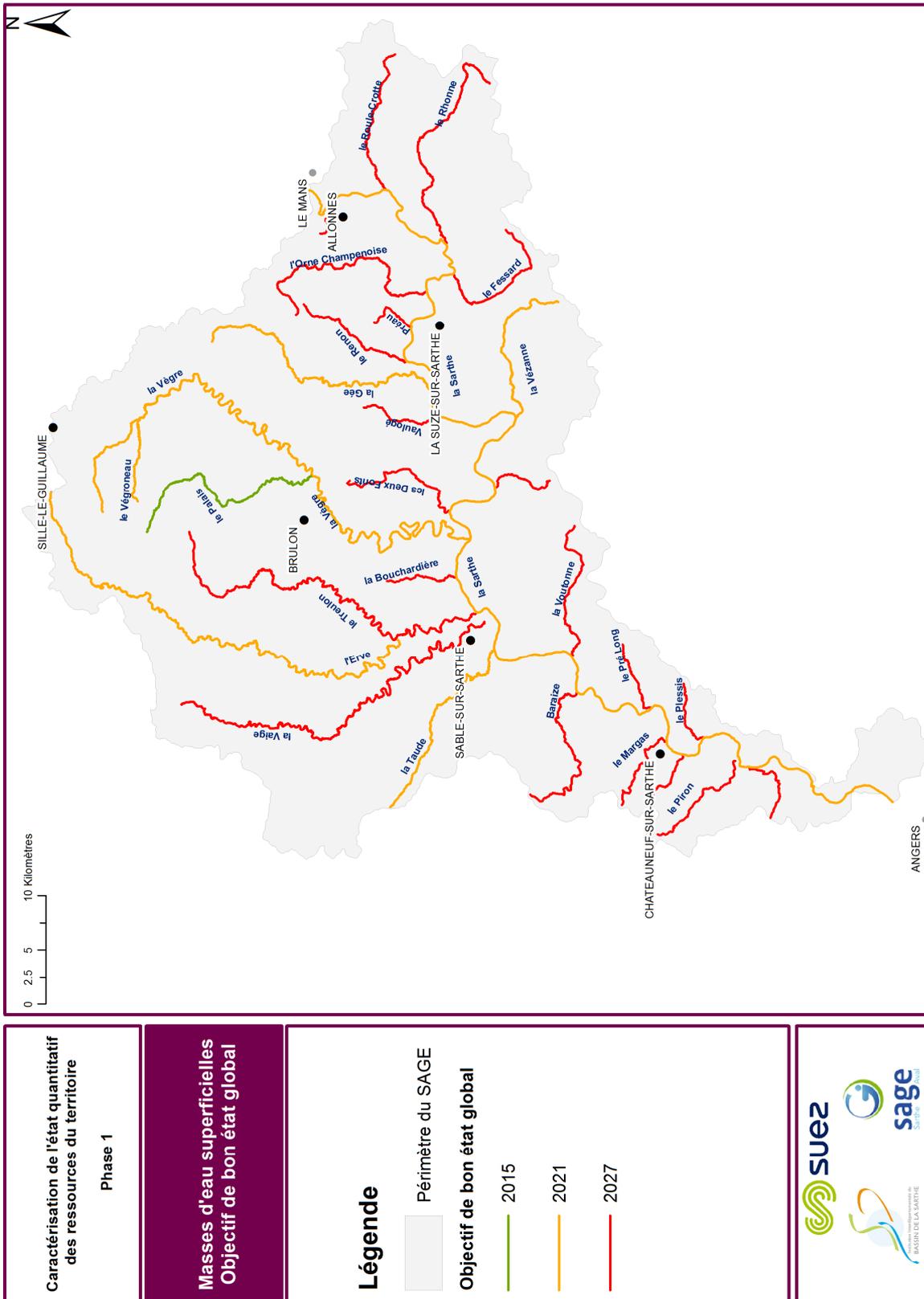


Figure 2-2: Objectif d'atteinte du bon état des masses d'eau superficielles (SDAGE 2016-2021)



2.2 La ressource en eau souterraine

2.2.1 Le cadre géologique

Les séries géologiques présentes sur territoire du SAGE Sarthe Aval se rattachent à deux entités distinctes :

- les **formations de socle** du Massif armoricain à l'ouest et au nord, dans sa terminaison orientale ;
- les **formations sédimentaires** du Bassin de Paris à l'est. Elles se sont déposées dès le Lias, sur le pourtour du Massif ancien.

La répartition des formations géologiques sur le territoire est présentée à la Figure 2-4.

Les formations géologiques rencontrées sur le territoire de ce SAGE couvrent donc un éventail très large.

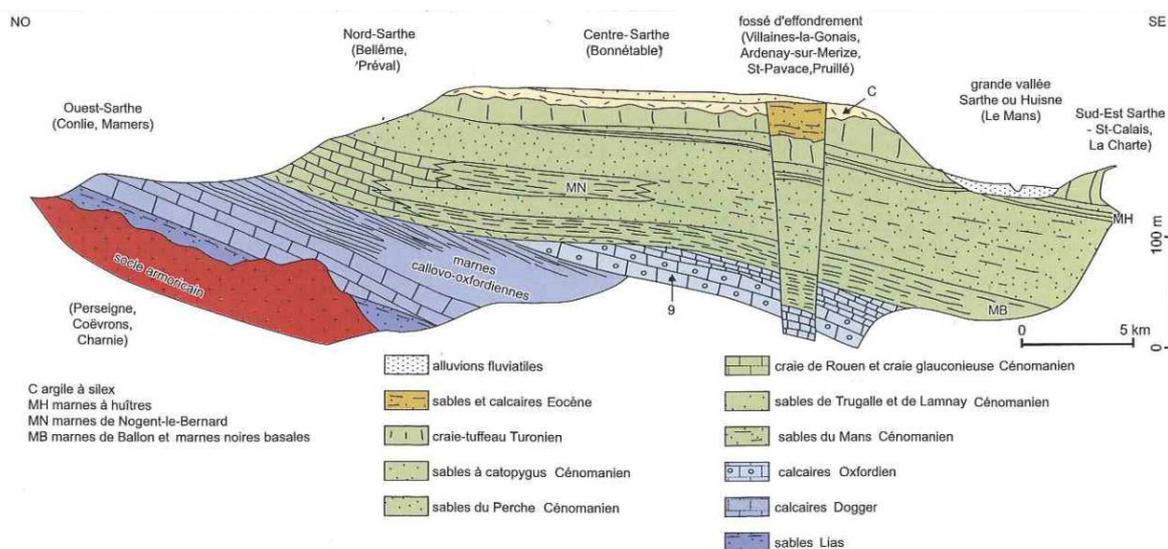


Figure 2-3 : Coupe géologique théorique dans le Perche-Maine (P.Juignet, 1998)

Le descriptif litho-stratigraphique des terrains présents sur le territoire du SAGE Sarthe aval est présenté ci-dessous et illustré par La Figure 2-3.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

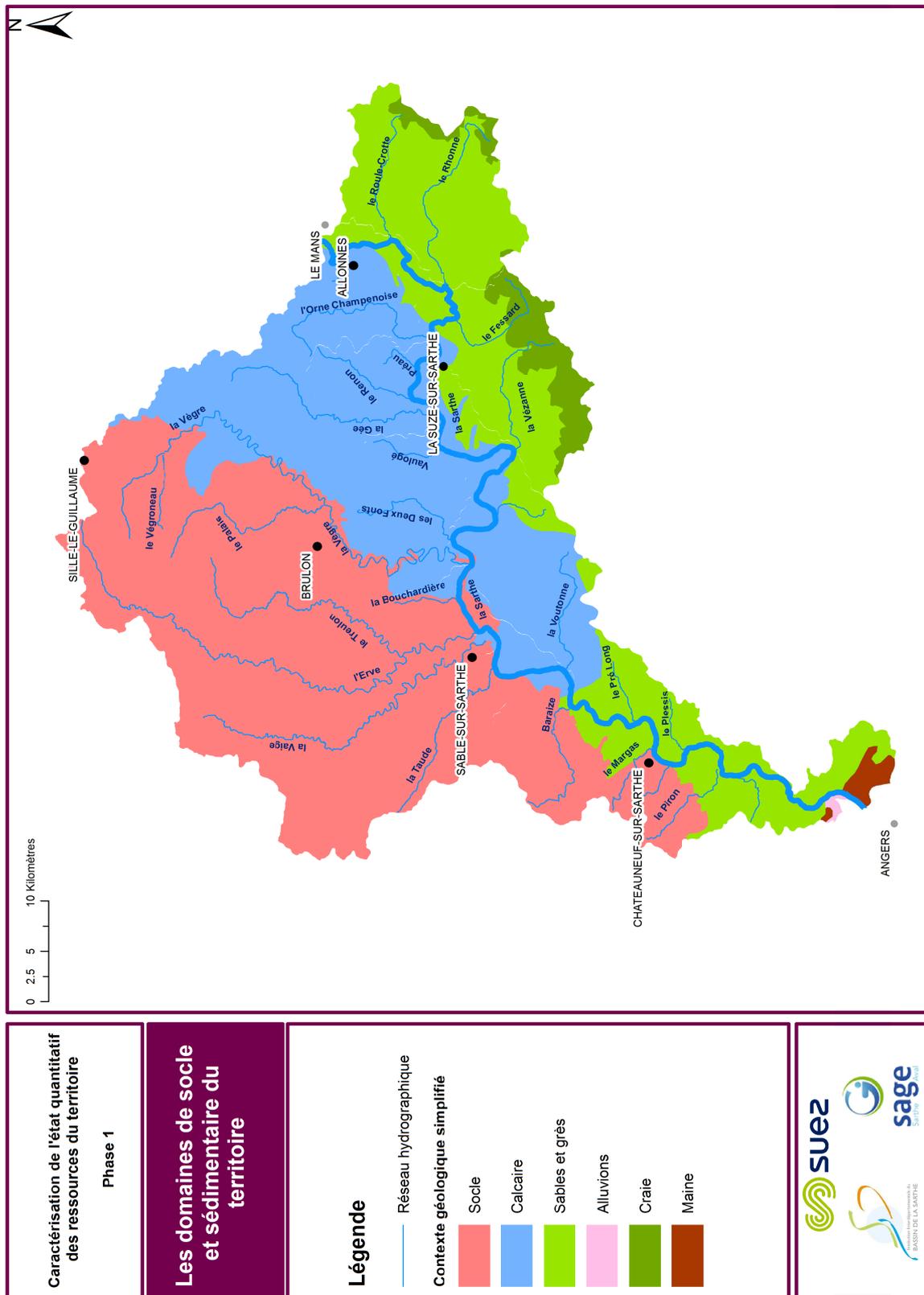


Figure 2-4 : Répartition des formations de socle et sédimentaire sur le périmètre du SAGE Sarthe Aval



2.2.1.1 Les formations du socle paléozoïque (Massif Armoricain)

La zone armoricaine est représentée par deux principaux domaines :

- au nord-ouest, une unité comportant des **séries sédimentaires et volcaniques d'âge Ordovicien** (grès armoricain, schistes, ...) à **Dévonien** (Grès de Gahard, schistes, ...) et caractérisée par d'importantes séries carbonifères. Ces dernières présentent des lithologies variées : faciès terrigènes, carbonatés et volcanites ;
- au sud-ouest, une unité formée principalement par des **schistes antécambriens** (Briovérien) peu ou pas métamorphisés et localement par des **séries sédimentaires d'âge paléozoïque**.

Ces terrains plissés et plus ou moins redressés, de direction générale WNW-ESE, commencent à s'enfoncer sous les terrains jurassiques et crétacés entre 1 et 4 km à l'ouest de la vallée de la Vègre dans laquelle ils réapparaissent sporadiquement avant de disparaître complètement.

2.2.1.2 Les formations sédimentaires (Bassin parisien)

A l'est, le bassin parisien couvre le reste du territoire du bassin versant. Ses formations d'âge plus récent (secondaire et tertiaire), de nature sédimentaire, reposent en discordance sur ceux du massif armoricain.

Au centre et au nord du bassin versant, une large bande de **terrains jurassiques** orientée nord-est / sud-ouest, constituées de bas en haut par :

- les sables et calcaires du Jurassique inférieur (Lias moyen) ;
- les calcaires marneux du Toarcien ;
- les calcaires Bajo-Bathonien (Jurassique moyen ou Dogger) ;
- les formations argilo-sableuses et les marnes du Callovien ;

A l'extrême sud et est du territoire, les **terrains crétacés** reposent sur ceux du Jurassique. Ces formations sont constituées de haut en bas par :

- l'argile glauconieuse à minerai de fer (Cénomaniens inférieur) ;
- les sables et grès du Maine (Cénomaniens moyen) ;
- les Marnes à Ostracées (Cénomaniens supérieur) et les sables et grès à Catopygus ou « de Brousse » (Turonien inférieur) : niveau à très faible perméabilité ;
- les craies Séno-turoniennes correspondent à de la craie franche dans leur partie supérieure devenant de plus en plus marneuse à partir du (craie jaune et Tuffeau de Touraine, craie marneuse)

2.2.2 Les formations aquifères

Le territoire du SAGE du bassin aval de la Sarthe est constitué de nappes de socle et de nappes



sédimentaires, libres ou captives. Un descriptif de chaque nappe est fourni ci-après accompagné de la localisation des masses d'eaux souterraines associées.

Les illustrations ont été réalisées à partir du fichier du référentiel masse d'eau disponible sur le site de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne (mis à jour : 25/09/2012).

2.2.2.1 Les aquifères de socle

Masses d'eau associées : FRGG020 (Sarthe Aval) et FRGG105 (Maine)

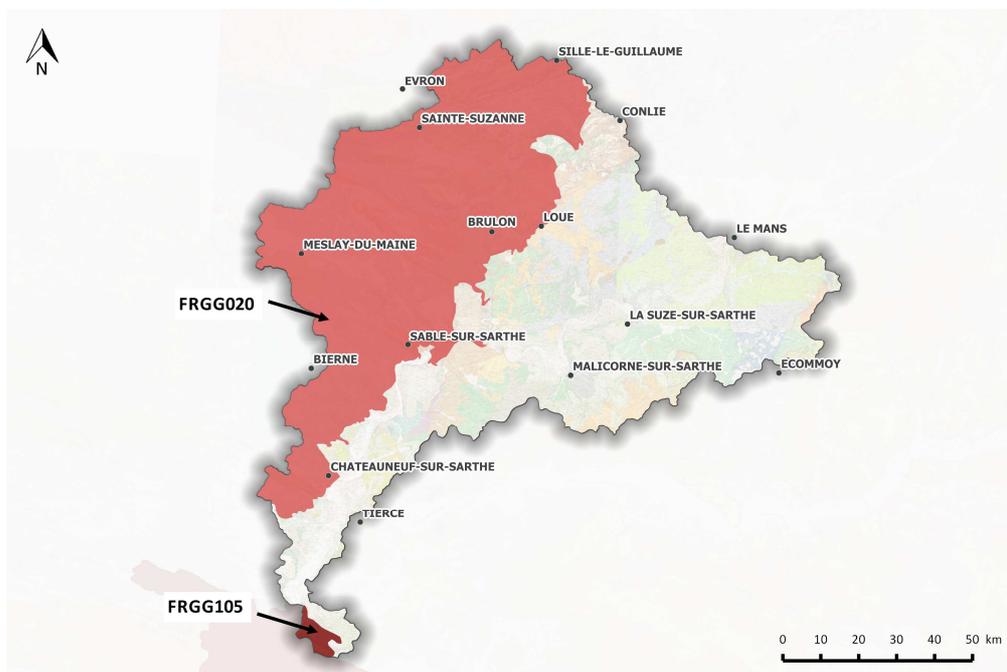


Figure 2-5 : Extension des masses d'eaux souterraines FRGG020 et FRGG105

À l'ouest, les **formations de socle** constituent des aquifères compartimentés et généralement peu productifs. Deux types principaux de terrains sont représentés :

- Les roches éruptives et métamorphiques dont la partie peut sous certaines conditions s'altérer et contenir des quantités importantes d'eau, mais qui n'ont en général en profondeur que des réserves faibles ou nulles ;
- Les sédiments primaires, où une fissuration peut se développer jusqu'à une grande profondeur.

Ces terrains sont interdépendants mais n'ont pas les mêmes caractéristiques hydrodynamiques : la roche altérée est plutôt argileuse et capacitive alors que l'horizon fissuré est plus transmissif. Dans ce type d'aquifère, les eaux souterraines circulent à la faveur de cassures et de fractures.

Les formations métamorphiques, ainsi que les schistes antécambriens (Briovérien) sont généralement peu aquifères.



Deux formations constituent des réservoirs aquifères particulièrement intéressants : les calcaires carbonifères et les grès de Gahard :

- Les **calcaires carbonifères** sont parcourus par une fissuration plus ou moins intense à partir de laquelle ont pu se développer localement des réseaux karstiques très favorables à la circulation et à l'emmagasinement des eaux souterraines. Ces caractéristiques font donc de ces calcaires un réservoir aquifère très intéressant avec toutefois des inconvénients (variabilité de productivité et grande vulnérabilité).
- Les **grès de Gahard** (Dévonien), quand ils n'ont pas le faciès quartzite, peuvent avoir également de bonnes caractéristiques hydrauliques.

2.2.2.2 La nappe des calcaires du Jurassique

Masses d'eau associées : FRGG079 (Calcaire et Marnes du Lias et Jurassique moyen de la bordure nord-est du massif armoricain), FRGG120 (Calcaire du jurassique moyen captif de la bordure NE du massif armoricain) et FRGG121 (Marnes du Callovien Sarthois)

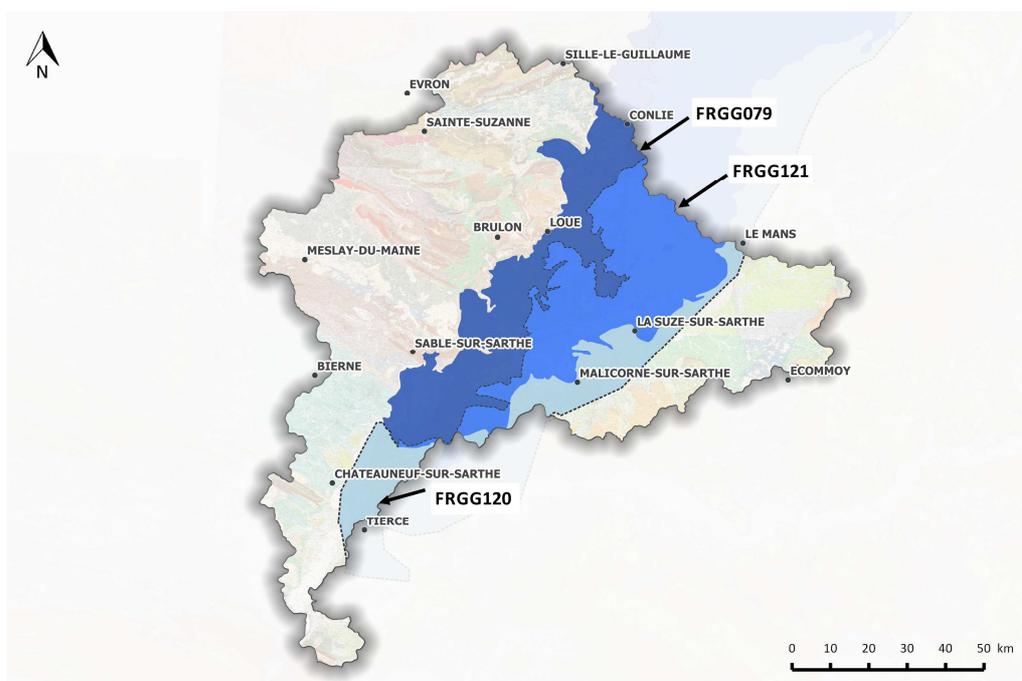
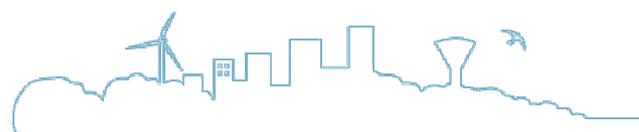


Figure 2-6 : Extension des masses d'eaux souterraines FRGG079 ; FRGG120 et FRGG0121

Les trois formations aquifères du Jurassique se composent :

- des **calcaires du Lias**, connus comme aquifères à l'ouest de la Sarthe mais d'épaisseur souvent faibles à proximité de nappes plus importantes ;
- des **calcaires du Dogger** qui affleurent très peu dans le sud-est du bassin de la Sarthe mais contiennent des nappes importantes du fait du développement de réseau de fissures très dense
- des **marnes du Callovien** peu perméables, constituent le toit de l'aquifère des calcaires



du Dogger.

2.2.2.3 La nappe des sables du Cénomanién

Masse d'eau associée : FRGG080 (Sables et grès du Cénomanién unité du Loir), FRGG081 (Sables et grès du Cénomanién Sarthois) et FRGG122 (Sables et grès libres du Cénomanién unité de la Loire)

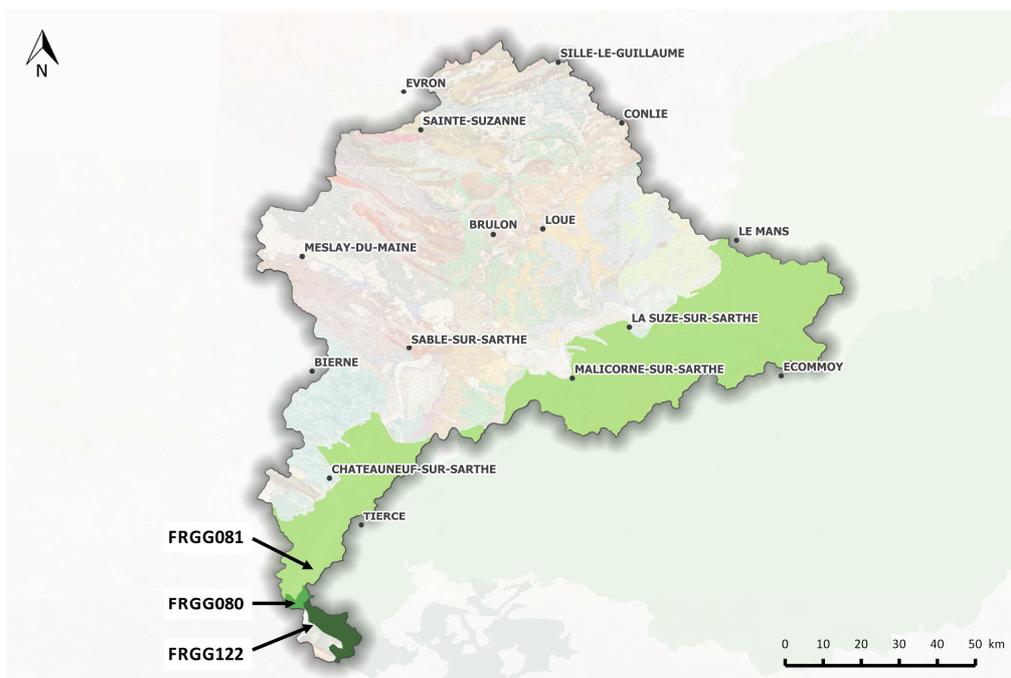


Figure 2-7 : Extension des masses d'eaux souterraines FRGG081 ; FRGG080 et FRGG122

Les terrains cénomaniens s'étendent sur la quasi-totalité du département de la Sarthe et sur la moitié orientale du Maine-et-Loire. Ils peuvent affleurer ou être recouverts par des terrains plus récents (Turonien, Tertiaire, Quaternaire).

Il s'agit d'un aquifère multicouche, constitué de différents faciès sableux, intercalés entre les marnes à huîtres (Marnes à Ostracées) au sommet et les marnes basales glauconieuses formant le mur du réservoir.

L'aquifère des « sables cénomaniens », peut être libre ou captif en fonction de leur position par rapport à la topographie. La nappe est drainée par tous les cours d'eau entaillant ces terrains. Les débits peuvent être importants ; ils sont liés à l'épaisseur du réservoir et aux couloirs de drainage.

2.2.2.4 La nappe de la craie du Séno-Turonien

Masses d'eau associée : FRGG090 (Craie du Séno-Turonien unité du Loir)



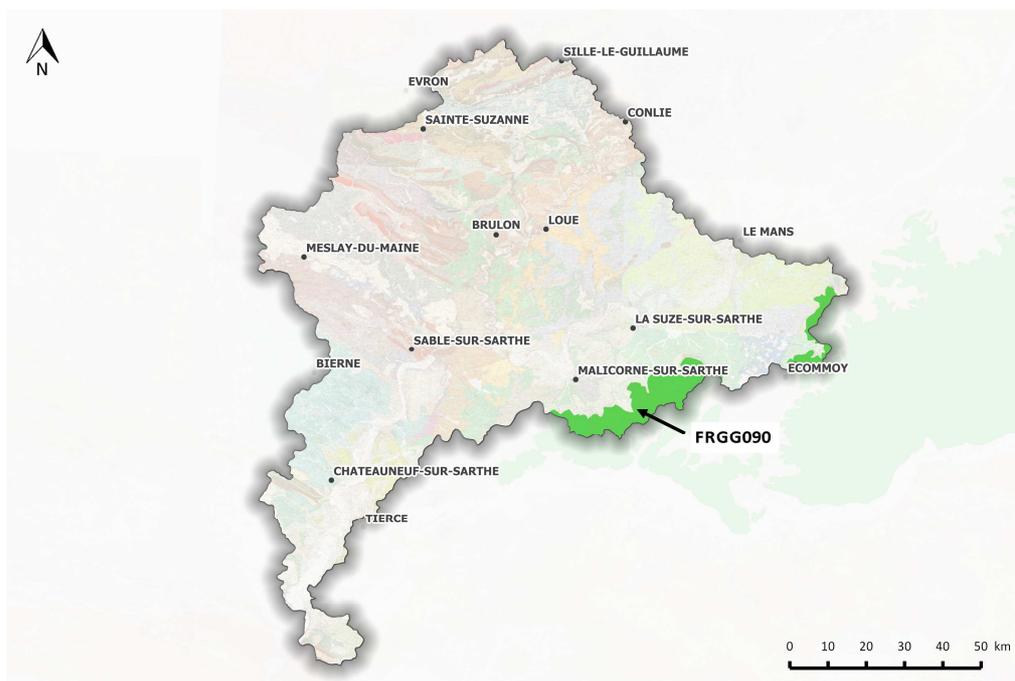


Figure 2-8 : Extension de masse d'eaux souterraines FRGG090

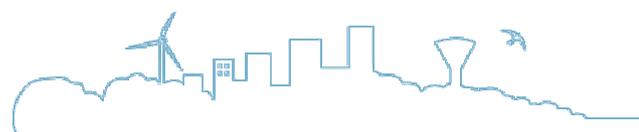
L'aquifère de la craie du Séno-Turonien reposant sur les marnes à Ostracées et sables du perche du cénoomanien supérieur, la nappe des craies séno-turonienne est **de type libre**. Elle est drainée par les cours d'eau et est en liaison hydraulique, dans notre cas, avec la nappe alluviale du Loir. Sous les plateaux, elle est profonde de 20 à parfois plus de 40 mètres. La craie, enrichie d'une phase siliceuse, forme le tuffeau, à porosité très fine et à fort coefficient de rétention.

Bien que la productivité des captages soit variable, la perméabilité d'ensemble ainsi que la transmissivité de cette nappe restent faibles. En effet, la formation des craies Séno-Turonienne constitue un réservoir aquifère seulement lorsqu'elle est fissurée, le long d'accidents tectoniques et/ou lorsqu'elle est altérée, sous les principales vallées, les deux conditions étant souvent liées.

Cette nappe est très peu représentée sur le périmètre du SAGE Sarthe Aval.

2.2.2.5 Les alluvions

Masses d'eau associées : FRGG111 (Alluvions Loir) et FRGG113 (Alluvions Sarthe)



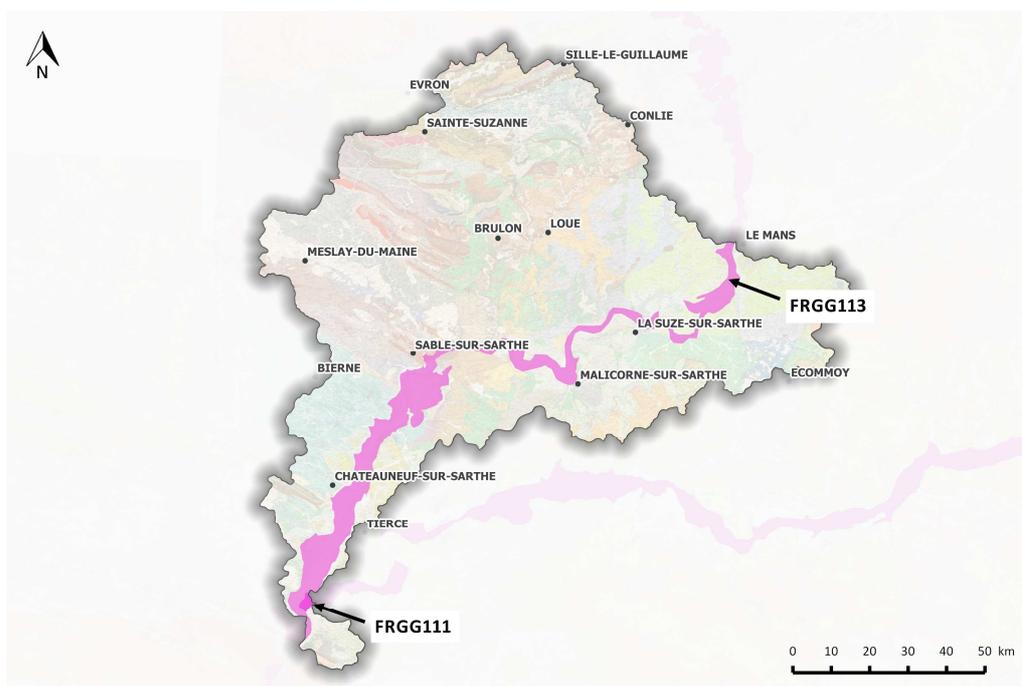


Figure 2-9 : Extension des masses d'eaux souterraines FRGG111 et FRGG113

En aval du Mans, les alluvions anciennes de la Sarthe, disposées en terrasses étagées, sont formées par des sables, galets et graviers mises en place au cours de la dernière période glaciaire, recouvertes de terrains plus argileux de l'holocène.

2.2.3 Les masses d'eaux souterraines

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE-2000/60/CE) introduit la notion de « masses d'eaux souterraines » qu'elle définit comme « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères » (article 5 et Annexe II).

La délimitation des masses d'eaux souterraines est fondée sur des critères hydrogéologiques, puis éventuellement sur la considération de pressions anthropiques importantes. Ces masses d'eau sont caractérisées par six types de fonctionnement hydraulique, leur état (libre/captif) et d'autres attributs. Afin de simplifier l'identification des masses d'eau et de pallier les manques de connaissances sur les aquifères, le terme « captif » est assimilé à « sous couverture ».

Une masse d'eau correspond d'une façon générale sur le district hydrographique à une zone d'extension régionale représentant un aquifère ou regroupant plusieurs aquifères en communication hydraulique, de taille importante. Leurs limites sont déterminées par des crêtes piézométriques lorsqu'elles sont connues et stables (à défaut par des crêtes topographiques), soit par de grands cours d'eau constituant des barrières hydrauliques, ou encore par la géologie.

Seuls les aquifères pouvant être exploités à des fins d'alimentation en eau potable, par rapport à la ressource suffisante, à la qualité de leur eau et/ou à des conditions technico-économiques raisonnables, ont été retenus pour constituer des masses d'eaux souterraines.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

Sur le territoire du SAGE de la Sarthe Aval, **11 masses d'eaux souterraines ont été recensées.**

Tableau 2-2 : Masses d'eau souterraines concernées par le territoire du SAGE Sarthe Aval (SDAGE LB 2016-2021)

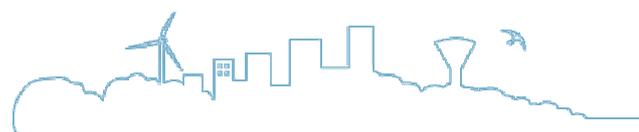
Code	Masse d'eau	Superficie dans le SAGE (km ²) et % de la superficie du SAGE	Objectif d'état qualitatif	Objectif d'état quantitatif	Objectif d'état global	Motivation choix de l'objectif
FRGG020	Sarthe Aval	1212,0 (44,5 %)	Bon Etat 2027	Bon Etat 2015	Bon Etat 2027	CN*
FRGG079	Calcaire et Marnes du Lias et Jurassique moyen de la bordure nord-est du massif armoricain	384,7 (14,1 %)	Bon Etat 2027	Bon Etat 2015	Bon Etat 2027	CN
FRGG080	Sables et grès du Cénomaniens <i>unité du Loir</i>	7,2 (0,3 %)	Bon Etat 2015	Bon Etat 2021	Bon Etat 2021	/
FRGG081	Sables et grès du Cénomaniens Sarthois	682,7 (25,1 %)	Bon Etat 2021	Bon Etat 2015	Bon Etat 2021	CN
FRGG090	Craie du Séno-Turonien <i>unité du Loir</i>	85,8 (3,2 %)	Bon Etat 2027	Bon Etat 2015	Bon Etat 2027	CN
FRGG105	Maine	16,6 (0,6 %)	Bon Etat 2021	Bon Etat 2015	Bon Etat 2021	CN
FRGG111	Alluvions Loir	2,8 (0,1 %)	Bon Etat 2015	Bon Etat 2015	Bon Etat 2015	/
FRGG113	Alluvions Sarthe	191,3 (7 %)	Bon Etat 2015	Bon Etat 2015	Bon Etat 2015	/
FRGG120	Calcaire du Jurassique moyen captif de la bordure NE du Massif Armoricain	614,1 (22,6 %)	Bon Etat 2015	Bon Etat 2015	Bon Etat 2015	/
FRGG121	Marnes du Callovien Sarthois	391,8 (14,4 %)	Bon Etat 2015	Bon Etat 2015	Bon Etat 2015	/
FRGG122	Sables et grès libres du Cénomaniens <i>unité de la Loire</i>	25,0 (0,9 %)	Bon Etat 2015	Bon Etat 2021	Bon Etat 2021	/

* Conditions naturelles

Les eaux souterraines du territoire du SAGE Sarthe Aval se décomposent en 3 grands aquifères :

- la nappe du Cénomaniens, située dans la partie est du territoire ;
- la nappe du Jurassique, correspondant à la partie centrale du territoire ;
- les nappes de socle, situées à l'ouest et au nord du territoire.

Les autres aquifères présents sur le secteur d'étude apparaissent plus limités en raison de leur extension réduite (entre 7 à 0,1 %) et de leurs potentialités d'exploitation moindres.



2.3 Le contexte climatique

La zone d'étude présente un climat océanique altéré. Il se caractérise par des hivers doux et pluvieux ainsi que des étés relativement frais.

2.3.1 Pluviométrie

2.3.1.1 La base de données AURELHY

La base de données AURELHY de Météo France donne à l'échelle de la France, les précipitations normales sur la période 1971-2000 à la maille du km². Ces données sont présentées sur la figure ci-dessous sur le bassin versant de la Sarthe aval.

Cette carte met en évidence la présence d'un gradient pluviométrique Nord-Sud sur la zone d'étude. On peut différencier :

- La partie Nord du bassin qui reçoit en moyenne entre 850 et 950 mm par an ;
- La partie centrale du bassin versant qui reçoit entre 750 et 850 mm par an en moyenne ;
- Le Sud du bassin qui reçoit en moyenne moins de 750 mm par an.

Sur la base de cette analyse, des données pluviométriques et d'évapotranspiration (ETP) ont été collectées au droit de quatre stations météorologiques représentatives sur le territoire. Les caractéristiques des postes pluviométriques sont décrites dans les paragraphes suivants.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

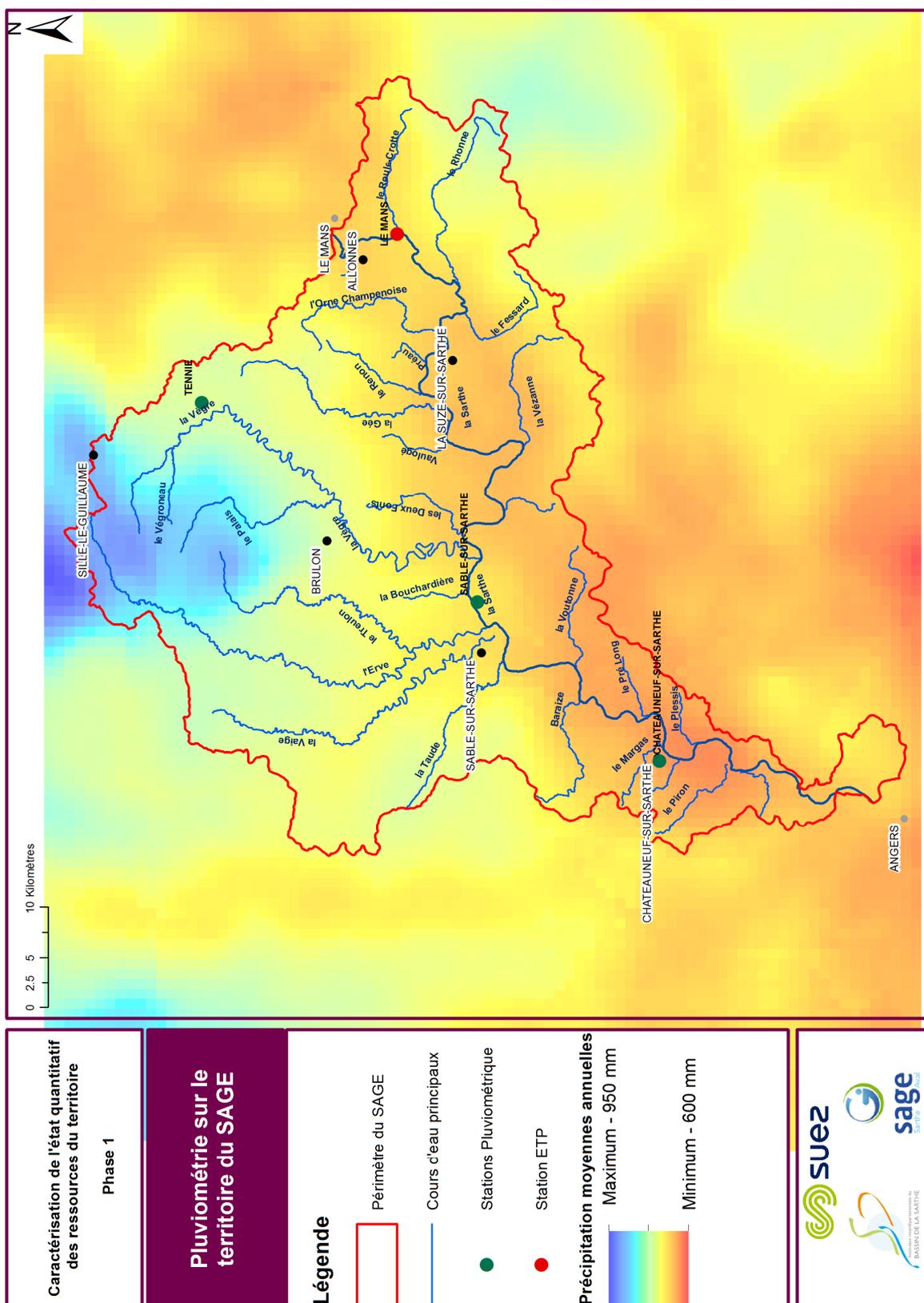


Figure 2-10 : Données AURELHY Météo France



2.3.1.2 Les stations pluviométriques

Au total, 12 stations pluviométriques sont recensées sur le territoire du SAGE Sarthe aval.

Les cumuls pluviométriques journaliers et annuels ont été collectés au droit de 3 stations représentatives du bassin versant. L'objectif est dans un premier temps de disposer d'informations permettant de caractériser le régime pluviométrique sur le bassin. Les données collectées serviront dans un deuxième temps de données d'entrée pour la modélisation hydrologique.

Ces stations sont réparties sur le territoire du SAGE d'amont en aval. Les caractéristiques des stations pluviométriques choisies sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 2-3 : Caractéristiques des stations pluviométriques

Station	Code	Période disponible	Nombre d'années de mesure
TENNIE	72351002	1984-2015	31
SABLE SUR SARTHE	72264001	1949-2015	66
CHATEAUNEUF s/SARTHE	49080001	1949-2015	66

Les cumuls de précipitation annuels ont été collectés sur toute la période disponible auprès de Météo France pour les 3 stations pluviométriques retenues précédemment. Ces données permettront de positionner le contexte pluviométrique des dix dernières années par rapport à la chronique totale et serviront à approcher la thématique du changement climatique.

Des données de cumul plus précises au pas de temps journalier ont également été collectées sur la période 2000-2015. Ces valeurs serviront de données d'entrée pour la modélisation de l'hydrologie désinfluencée. Les chroniques sur la période 2000-2015 ne présentent pas de lacune, elles sont donc suffisamment longues et robustes pour être exploitées.



2.3.1.3 Représentativité de la période d'étude

Les graphiques présentés ci-après comparent les cumuls annuels sur toute la chronique disponible au cumul moyen annuel sur la totalité de la chronique et à la moyenne mobile sur 10 ans décalée de 5 ans (1996-2005, 2001-2010, 2006-2015...). Les stations de Tennie, Sablé-sur-Sarthe et Châteauneuf-sur-Sarthe ont été analysées car elles sont les plus représentatives des variations pluviométriques sur le territoire d'étude et possèdent une chronique suffisamment longue. L'analyse des résultats permettra de positionner le contexte pluviométrique du territoire sur les dix dernières années par rapport à la chronique de précipitations totale.

Sur la base de ces éléments, il apparaît que la pluviométrie annuelle moyenne sur les deux dernières décennies est comparable à la pluviométrie annuelle moyenne sur l'ensemble de la période disponible.

En termes de tendance plus globale, aucune variation structurelle des cumuls pluviométriques annuels ne semble s'observer. Les variations pluviométriques interannuelles sont assez cycliques, avec alternance de décennies sèches et humides. Ces variations sont différentes en termes d'ampleur selon les stations analysées.

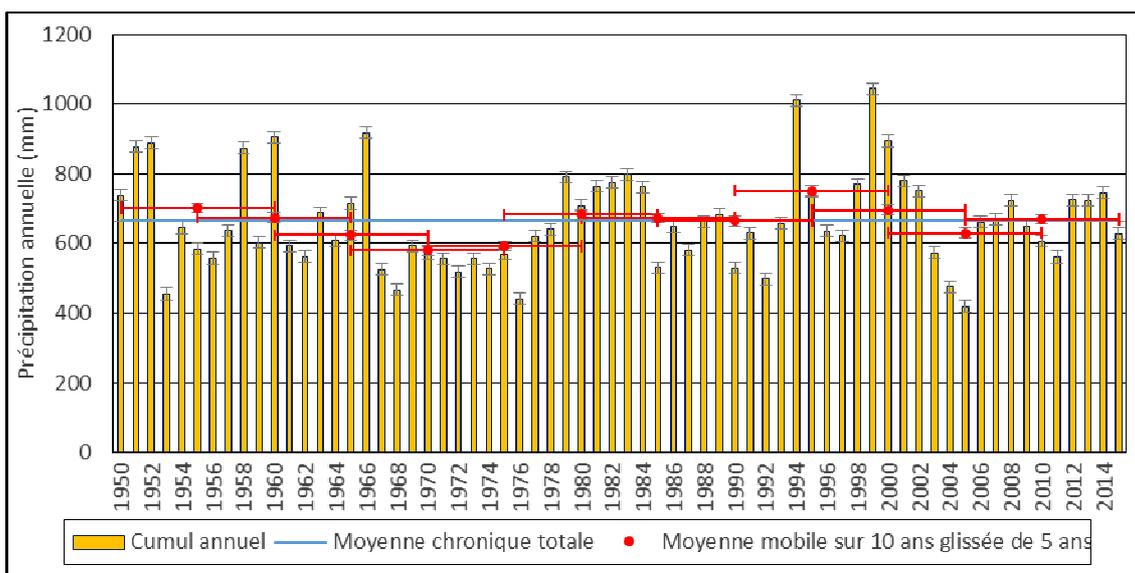


Figure 2-11 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans pour toute la période disponible à la station de Châteauneuf-sur-Sarthe



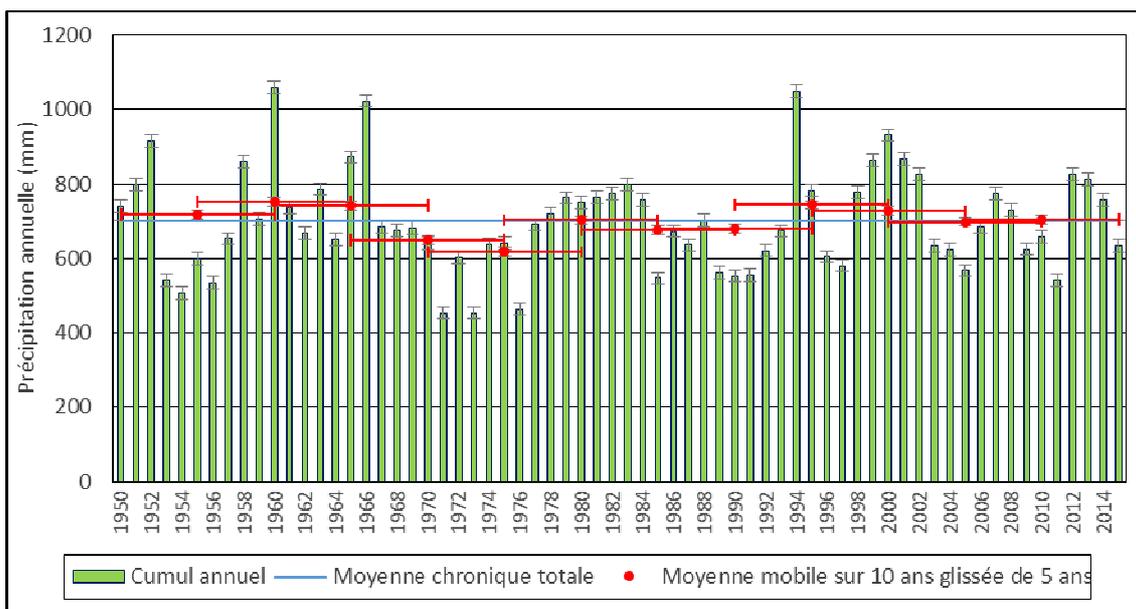


Figure 2-12 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans pour toute la période disponible à la station de Sablé-sur-Sarthe

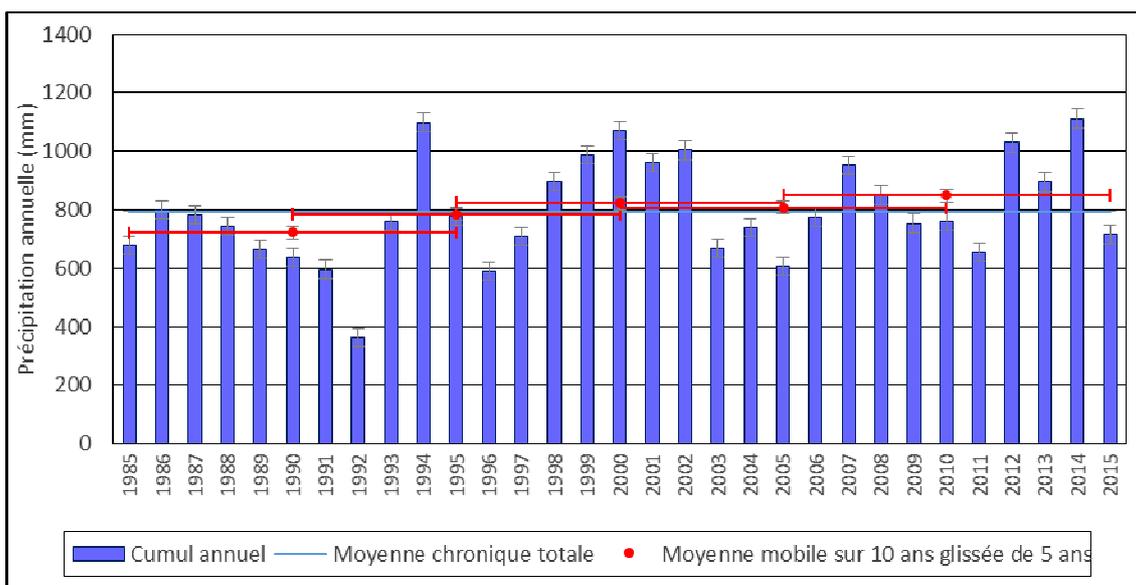


Figure 2-13 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans sur toute la période disponible à la station de Tennie

2.3.1.4 Précipitations annuelles sur l'ensemble de la période disponible

Les précipitations annuelles ont été calculées sur toute la période disponible au droit des trois stations Météo France choisies précédemment. Un ajustement statistique (loi normale) sur les cumuls de précipitations annuels a permis de déterminer pour chaque station les pluies de périodes de retour quinquennale sèche, quinquennale humide et biennale. Ainsi, il a été possible de distinguer les années sèches, humides et médianes en termes de pluviométrie sur



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

la période d'étude. Les résultats pour les trois stations pluviométriques sont présentés sur les graphiques suivants.

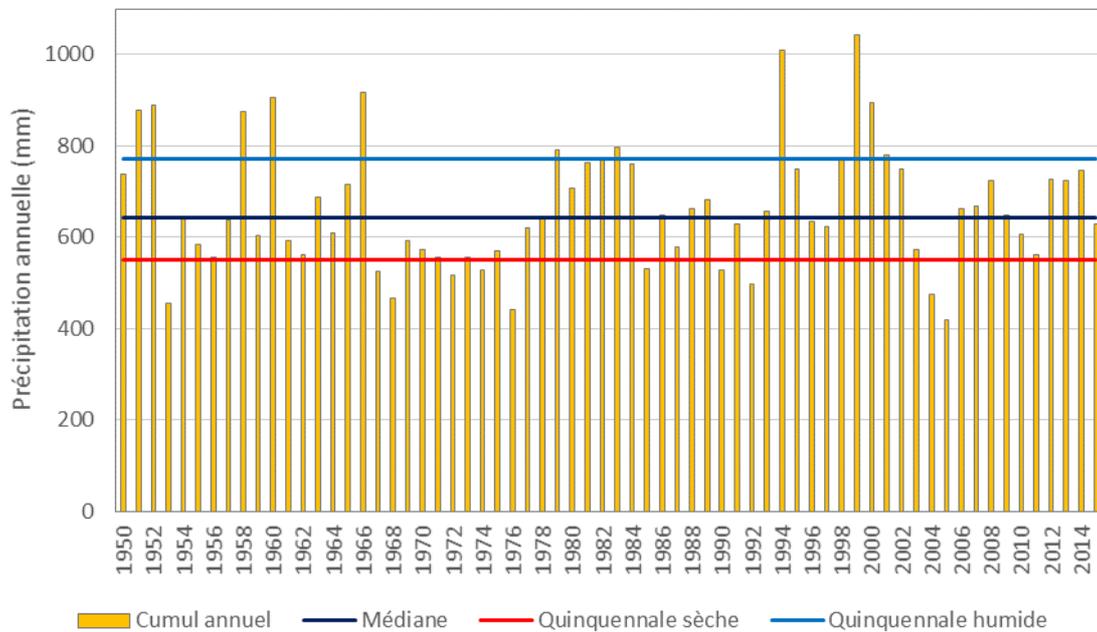


Figure 2-14 : Période de retour des précipitations enregistrées à la station de Châteauneuf-sur-Sarthe sur la période 1950-2015

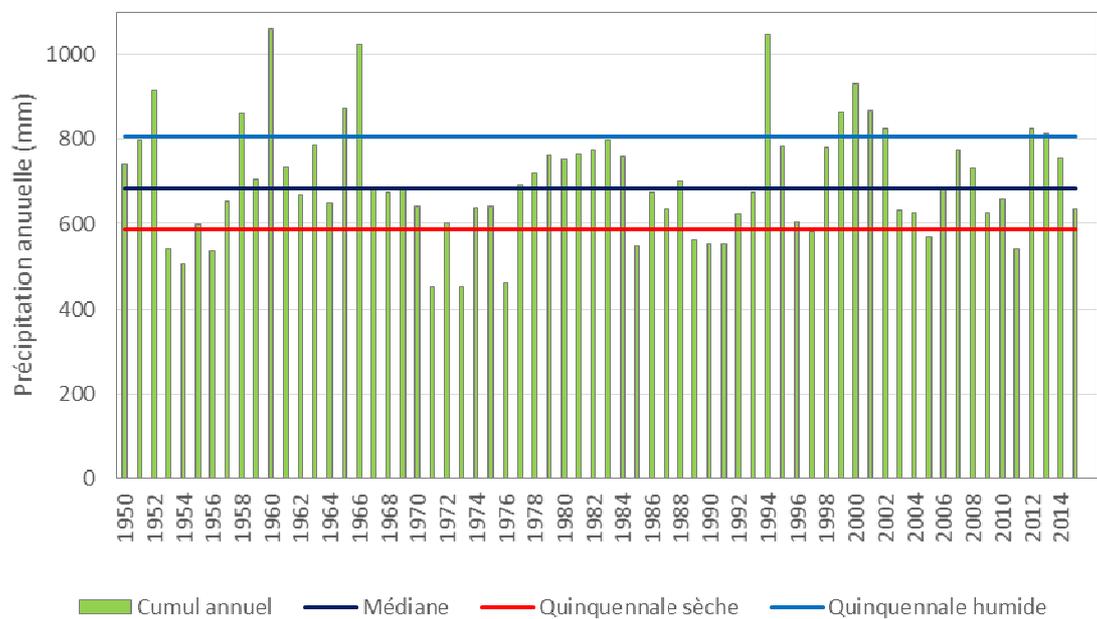


Figure 2-15 : Période de retour des précipitations enregistrées à la station de Sablé-sur-Sarthe sur la période 1950-2015



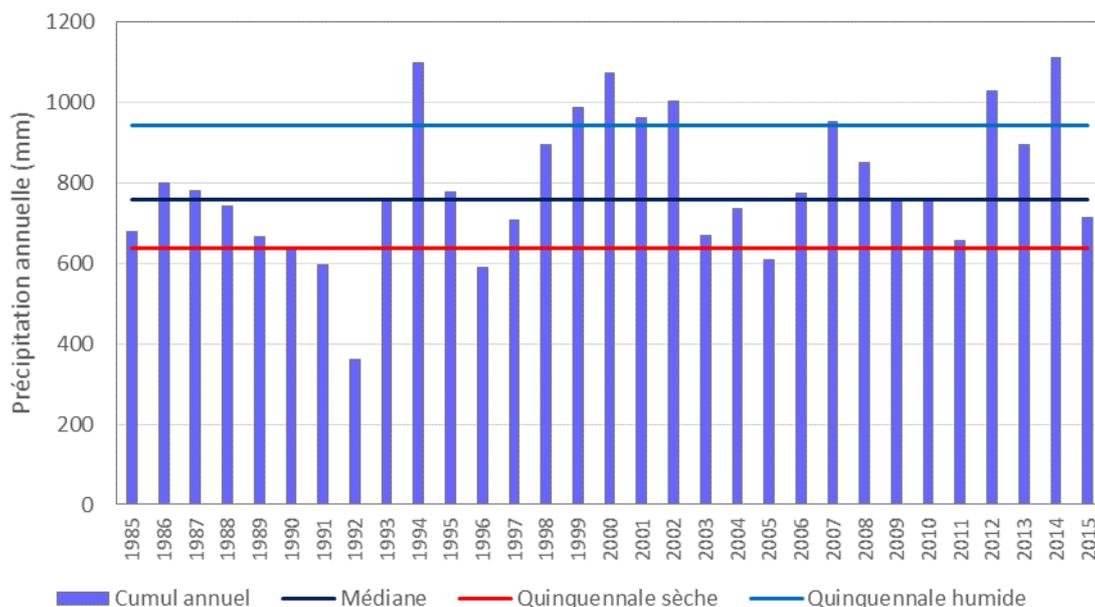


Figure 2-16 : Période de retour des précipitations enregistrées à la station de Tennie sur la période 1985-2015

Comme observé sur la carte AURELHY, les graphiques des précipitations annuelles montrent un gradient pluviométrique Nord-Sud sur le territoire. La station de Tennie au Nord du bassin enregistre les plus fortes précipitations, en général comprises entre 700 et 900 mm par an. La station centrale de Sablé-sur-Sarthe enregistre une pluviométrie plus faible comprise en général entre 700 et 800 mm. Enfin la station de Châteauneuf-sur-Sarthe, la plus au Sud enregistre des précipitations annuelles autour de 600 à 700 mm.

A partir des graphiques ci-dessus, les années 1953-1956, 1971-1976, 1985, 1989-1991, 1996-1997, 2004-2005 et 2009-2011 apparaissent comme les années les plus sèches avec une hauteur d'eau précipitée proche ou inférieure à la période de retour quinquennale sèche.

A l'inverse, les années les plus pluvieuses 1951-1952, 1958, 1960, 1965-1966, 1979-1984, 1994, 1999-2002 et 2012-2014 enregistrent des précipitations proches ou supérieures à la période de retour quinquennale humide.

2.3.1.5 Précipitations mensuelles sur l'ensemble de la période disponible

Les précipitations mensuelles moyennes calculées sur l'ensemble de la période disponible au droit des trois stations pluviométriques sont présentées dans la Figure 2-17.



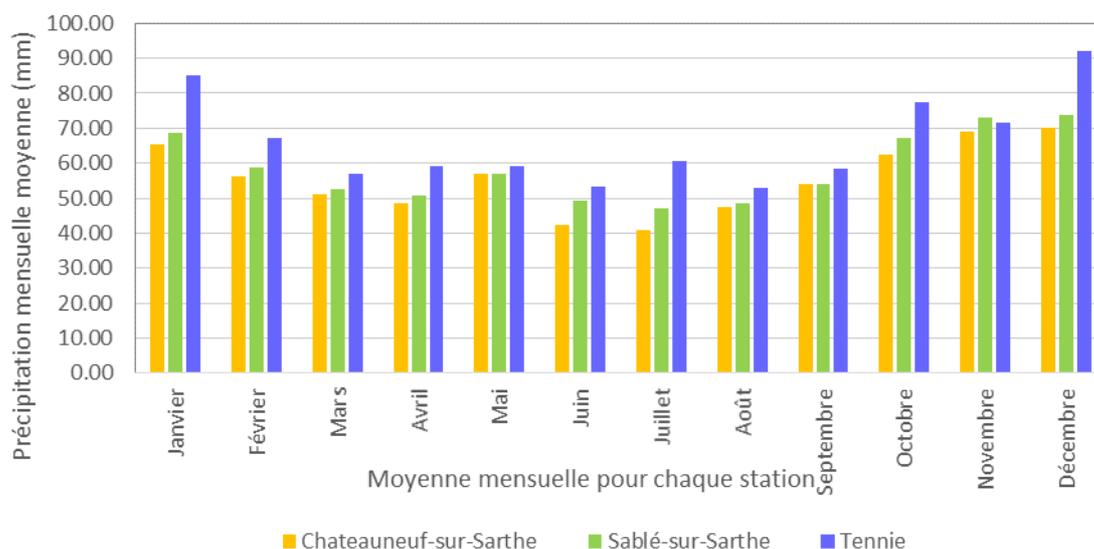


Figure 2-17 : Précipitations mensuelles moyennes pour chaque station

Le pourcentage du volume précipité par mois par rapport à la pluviométrie annuelle moyenne est calculé dans le tableau suivant.

Tableau 2-4 : Pourcentage des précipitations mensuelles moyennes par rapport au cumul moyen annuel

Code	Nom	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
72351002	TENNIE	11%	8%	7%	7%	7%	7%	8%	7%	7%	10%	9%	12%
72264001	SABLE SUR SARTHE	10%	8%	8%	7%	8%	7%	7%	7%	8%	10%	10%	11%
49080001	CHATEAUNEUF SUR SARTHE	10%	8%	8%	7%	9%	6%	6%	7%	8%	9%	10%	11%

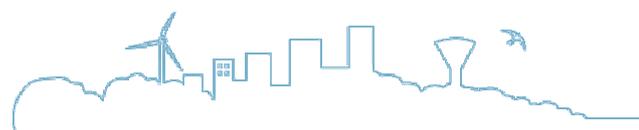
Les variations inter-mensuelles de la pluviométrie sont relativement constantes d'une station à une autre.

Les cumuls de précipitations les plus faibles sont enregistrés sur la période de juin à août, ce qui correspond également à la période de basses eaux, et représentent environ 20% des précipitations annuelles. A l'inverse, la période d'octobre à janvier reçoit plus de 40% du cumul précipité sur l'année.

2.3.2 Évapotranspiration potentielle (ETP)

2.3.2.1 La station retenue

Les données relatives à l'évapotranspiration potentielle (ETP) ont été collectées à la station Météo France du MANS (n°72181001). Les données d'ETP Penman sont récoltées au pas de temps décadaire sur toute la période disponible. Outre caractériser le contexte climatique sur le bassin versant, ces valeurs serviront de données d'entrée pour la modélisation de l'hydrologie désinfluencée, permettront de calculer les pertes par évaporation des plans d'eau et d'estimer les besoins en eau des plantes.



Pour rappel, le calcul de l'ETP tient compte :

- De la température minimale et maximale,
- De la vitesse moyenne du vent,
- De la tension de vapeur moyenne,
- De la durée d'insolation,
- Et du rayonnement global.

Les caractéristiques de la station sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2-5 : Caractéristiques de la station ETP de Le Mans

Station	Code	Période disponible	Nombre d'années de mesure
LE MANS	72181001	1949-2015	66

2.3.2.2 Représentativité de la période d'étude

Comme pour la pluviométrie, le graphique présenté ci-après compare l'ETP annuelle sur la chronique disponible à l'ETP moyenne annuelle sur la totalité de la chronique et à la moyenne mobile sur 10 ans décalée de 5 ans.

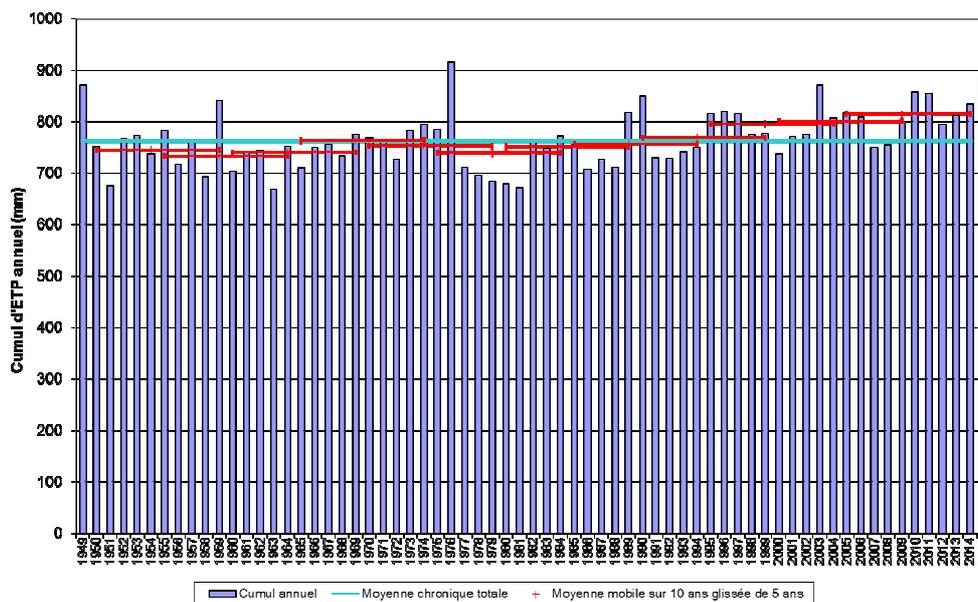


Figure 2-18 : Comparaison des cumuls d'ETP annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Le Mans

L'ETP est en constante augmentation depuis les années 1980. Depuis les années 1990, sa valeur est restée au-dessus de la moyenne avec une valeur nettement plus importante pour les deux dernières décennies.

L'augmentation de l'ETP constatée ces dernières années est causée principalement par une hausse des jours de fortes chaleurs. Les températures sont plus élevées et les jours « secs » plus importants sans pour autant que le cumul pluviométrique annuel soit remis en cause.



2.3.2.3 ETP annuelles sur l'ensemble de la période disponible

Ci-dessous, est présenté le graphique comparant les précipitations mesurées à Sablé-sur-Sarthe et ETP annuelles mesurées à la station Météo France du Mans. Ainsi, il est possible de visualiser les années en déficit ou excédent pluviométrique au droit de cette station.

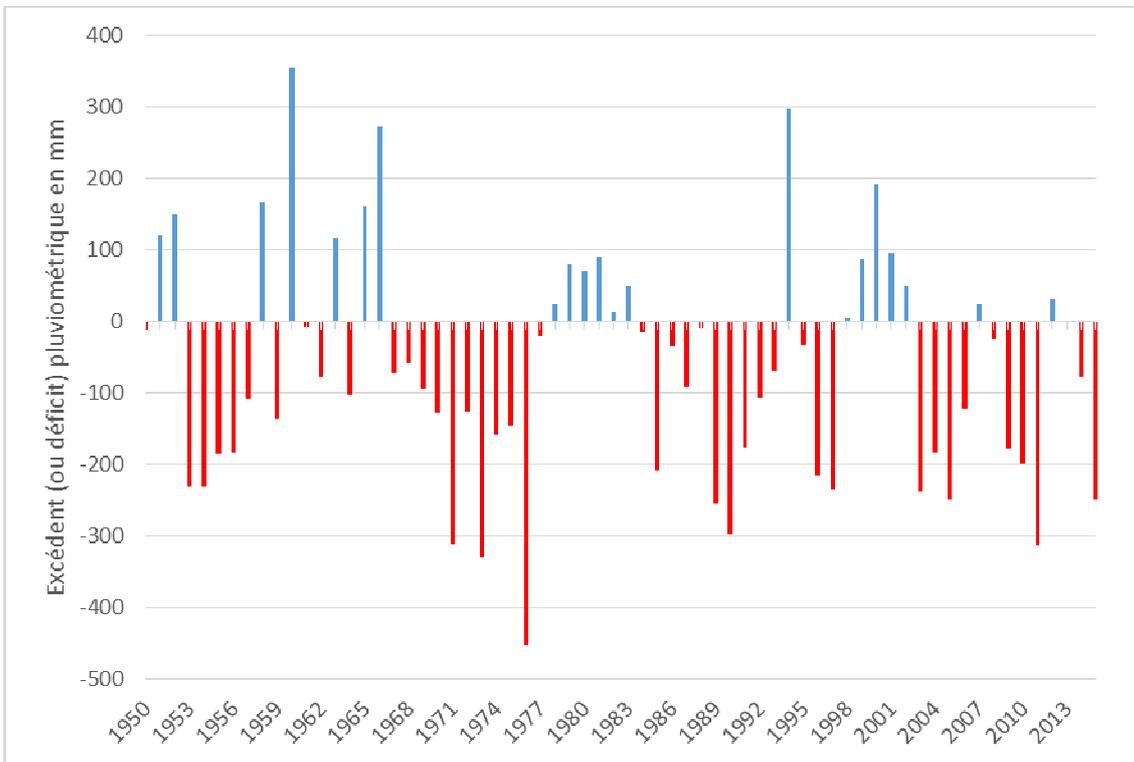


Figure 2-19 : Différence entre les cumuls de précipitation à Sablé-sur-Sarthe et d'ETP à le Mans sur toute la période disponible

Il apparaît nettement que la zone d'étude est généralement en déficit pluviométrique. De plus, On peut noter une périodicité concernant les années déficitaires et excédentaires. Sur la dernière décennie, les années 2003, 2005, 2011 et 2015 ont été marquées par des déficits très importants.

2.3.2.4 ETP mensuelles

Les valeurs d'ETP mensuelles moyennes calculées sur les 20 dernières années à la station du Mans sont présentées dans la figure suivante. Elles sont présentées avec les données moyennes de pluviométrie mensuelles aux stations étudiées. Ainsi, il est possible d'identifier les mois sur lesquels se concentrent les déficits pluviométriques.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

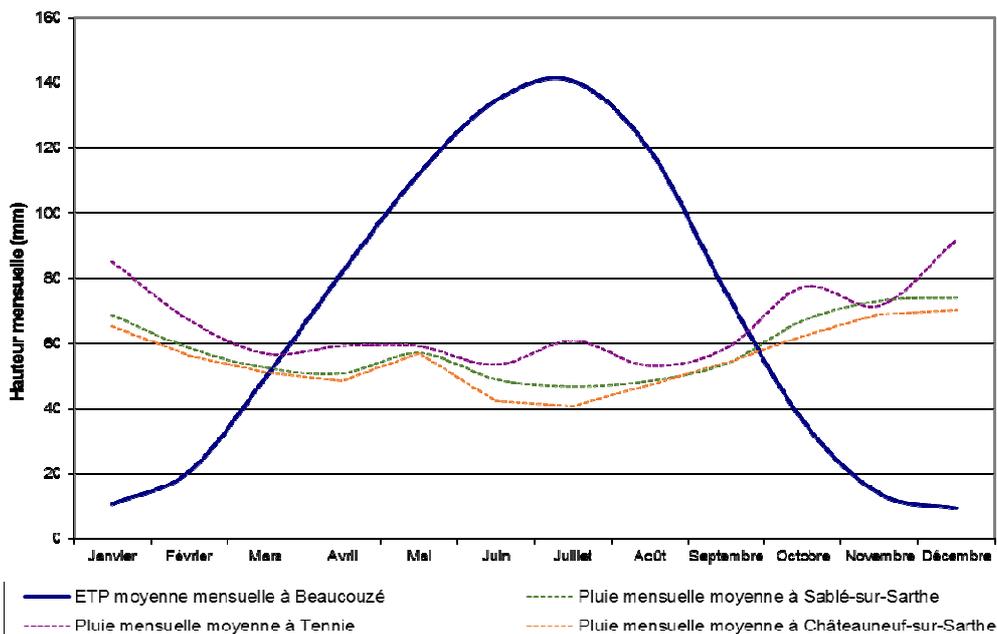


Figure 2-20 : Comparaison des moyennes mensuelles de précipitation sur les trois stations pluviométriques et d'ETP à la station de Le Mans



Figure 2-21 : Excédent ou déficit pluviométrique mensuel moyen aux stations de Châteauneuf-sur-Sarthe, Sablé-sur-Sarthe et Tennie



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

A partir des graphiques précédents, il apparaît que la période avril-septembre est en déficit pluviométrique. Ce déficit est compris entre 65 et 100mm pour les mois de juin et juillet et août, mois les plus « sensibles » en période d'été.



ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DU SARTHE AVAL

3.1 Suivi hydrométrique

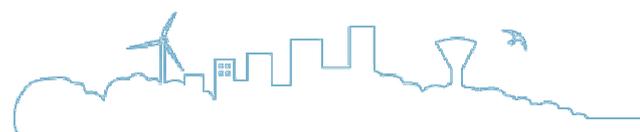
3.1.1 Stations hydrométriques

Sur le territoire du SAGE Sarthe aval, 26 stations hydrométriques gérées par la DREAL Pays de la Loire permettent de suivre l'hydrométrie du bassin versant. En 2016, 20 de ces stations sont encore en activité (gris clair).

Les tableaux suivants présentent les stations débitmétriques et limnimétriques du territoire, Parmi les 20 stations actives, seules 14 d'entre-elles assurent un suivi des débits des cours d'eau. Ce sont ces stations qui seront valorisées dans la suite de l'étude. Outre caractériser le fonctionnement hydrologique du bassin versant, elles serviront de points de calage pour le modèle numérique visant à quantifier le potentiel naturel du bassin versant.

Tableau 3-1 : Stations débitmétriques sur le territoire du SAGE Sarthe aval (source : Banque Hydro)

Code	Nom	Bassin Versant drainé (km ²)	Période disponible
M0500610	La Sarthe à Spay [amont]	5285 km ²	1952-2007
M0500620	La Sarthe à Spay [aval]	5285 km ²	2007-2016
M0504510	Le Roule Crottes à Arnage [Gué Gilet]	76 km ²	1993-2016
M0514010	Le Rhonne à Guécélard [La Soufflardière]	77 km ²	1988-2016
M0524110	Le Fessard à Cérans-Foullietourte [Grand Mineloup]	47 km ²	1992-2008
M0525210	L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans	59 km ²	1984-2016
M0535010	La Gée à Fercé-sur-Sarthe [Planche Augis]	112 km ²	1984-2016
M0544010	La Vézanne à Malicorne-sur-Sarthe	82 km ²	1992-2016
M0556010	La Claire Onde à Chantenay-Villedieu [Groteau]	7 km ²	1992-2004
M0556030	Le Deux Fonds à Avoise [Gué Avezel]	83 km ²	1992-2016
M0566210	L'Echarbeau à Rouez [Foullery]	13 km ²	1981-1985
M0566220	Le Berdin à Tennie	22 km ²	1982-2016



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

Code	Nom	Bassin Versant drainé (km ²)	Période disponible
M0583010	La Vègre à Chevillé [Moulin le Pivot]	360 km ²	1967-1981
M0583020	La Vègre à Asnières-sur-Vègre	401 km ²	1980-2016
M0613010	L'Erve à Voutré [La Crousille]	63 km ²	1998-2016
M0624010	Le Treulon à Auvers-le-Hamon [La Havardière]	143 km ²	1992-2006
M0633010	L'Erve à Auvers-le-Hamon [Moulin la Roche]	380 km ²	1972-2016
M0653110	La Vaige à Bouessay	233 km ²	1980-2016
M0674010	La Taude à Saint-Brice	48 km ²	1981-2016
M0680610	La Sarthe à Saint-Denis-d'Anjou [Beffes]	7380 km ²	1971-2016

Tableau 3-2 : Stations limnimétriques sur le territoire du SAGE Sarthe aval (Source : Banque Hydro)

Code	Nom	Bassin Versant drainé (km ²)	Période disponible
M0500630	La Sarthe à Spay [amont]	5420 km ²	2011-2016
M0520610	La Sarthe à la Suze-sur-Sarthe	5627 km ²	2011-2016
M0630610	La Sarthe à Sablé-sur-Sarthe	7362 km ²	2011-2016
M0633020	L'Erve à Auvers-le-Hamon [Moulin la Roche SPC]	383 km ²	2011-2016
M0720610	La Sarthe à Châteauneuf-sur-Sarthe	7820 km ²	2011-2016
M0730610	La Sarthe à Cheffes	7910 km ²	2011-2016

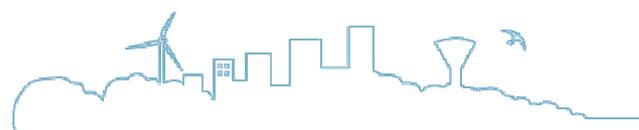
Le territoire du SAGE dispose d'un réseau de suivi inégalement réparti.

L'amont du bassin versant ainsi que les principaux affluents de la Sarthe sont couverts par plusieurs stations hydrométriques. Parmi les plus notables : le Roule Crottes, le Rhonne, l'Orne Champenoise, la Gée, le Deux Fonds, la Vègre, la Vaige et la Taude sont suivis.

A l'inverse l'axe Sarthe est très peu suivi. Deux stations débitmétriques sont recensées ce qui apparaît relativement faible pour caractériser précisément le fonctionnement hydrologique de l'axe principal.

Enfin, l'absence quasi-totale de suivi à l'aval de la station hydrométrique de Saint-Denis d'Anjou est à noter.

La localisation des stations hydrométriques sur le territoire du SAGE Sarthe aval est présentée sur la figure ci-après.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

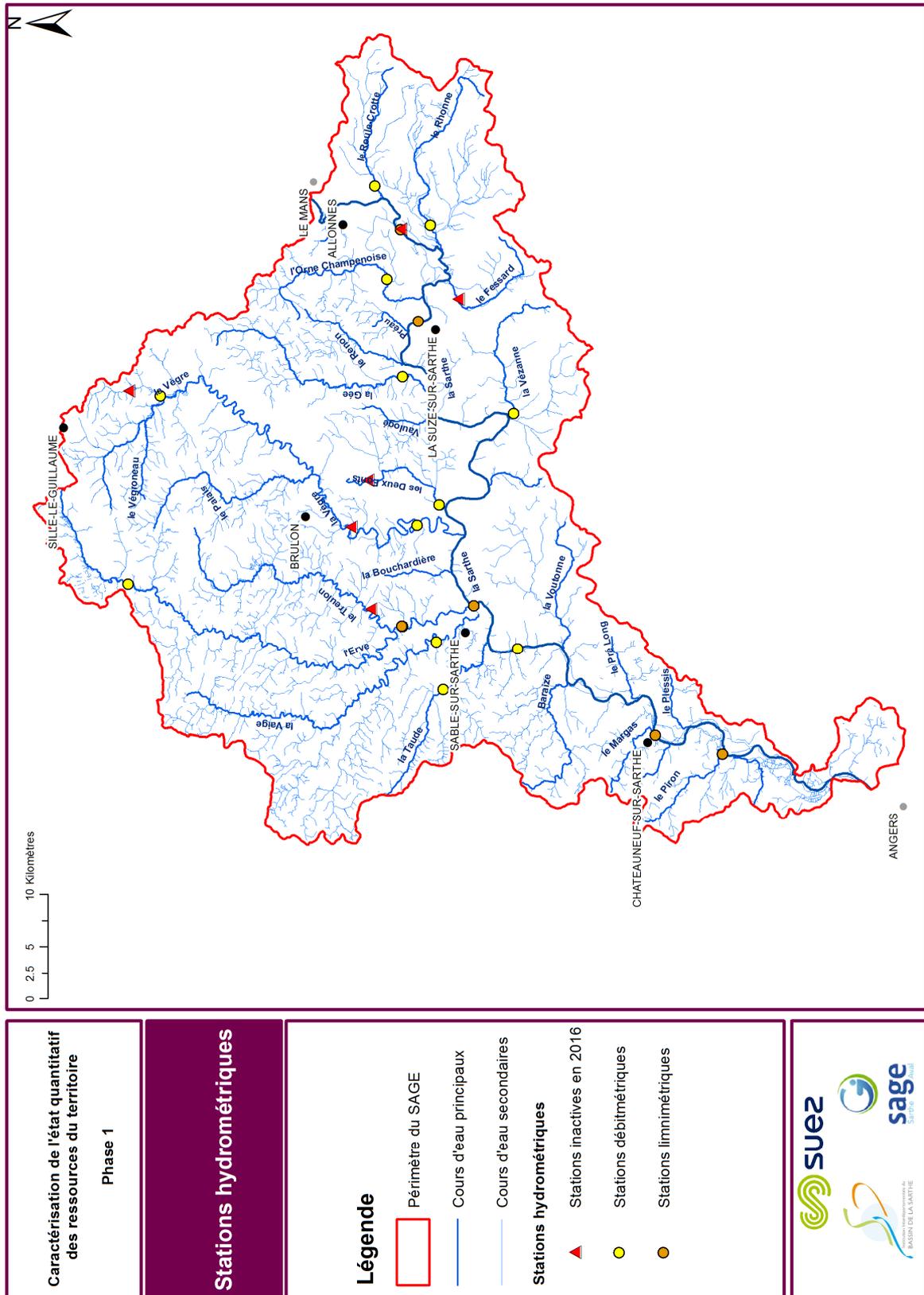


Figure 3-1 : Stations hydrométriques



3.1.2 Débits caractéristiques

3.1.2.1 Cycle hydrologique

La caractérisation du cycle hydrologique permet de comprendre en partie le fonctionnement du bassin versant de la Sarthe aval sur l'ensemble de l'année (hautes et basses eaux).

Le tableau et les figures ci-dessous présentent les débits moyens mensuels spécifiques ($l/s/km^2$) calculés sur l'ensemble de la période disponible au droit des 14 stations hydrométriques retenues sur le bassin versant.

Tableau 3-3 : Débits moyens mensuels spécifiques interannuels ($l/s/km^2$) aux stations hydrométriques du territoire du SAGE Sarthe aval (Source : Banque Hydro)

Code	Nom	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Qmax/ Qmin
M0500620	La Sarthe à Spay [aval]	13.3	13.2	10.7	7.8	5.6	3.7	2.7	2.3	2.3	3.6	6.1	9.6	5.8
M0504510	Le Roule Crottes à Arnage [Gué Gilet]	9.5	8.8	7.8	5.5	4.3	2.4	1.8	1.1	1.2	2.7	4.2	7	8.6
M0514010	Le Rhonne à Guécélard [La Soufflardière]	5.5	5.4	4.5	3	2.1	1.1	0.8	0.4	0.5	1.1	2.2	3.6	13.8
M0525210	L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans	11.4	10.3	8.8	6.5	4.7	3.1	2.3	1.8	1.9	3.3	4.8	8.3	6.3
M0535010	La Gée à Fercé-sur-Sarthe [Planche Augis]	11.6	11.3	9.8	7	4.7	3.5	2.6	2	1.9	3.2	4.5	8.7	6.1
M0544010	La Vézanne à Malicorne-sur-Sarthe	8.6	8.5	7.1	4.4	3.4	1.4	0.8	0.6	0.8	1.7	3.1	6.2	14.3
M0556030	Le Deux Fonds à Avoise [Gué Avezel]	9.6	9.8	8.8	6.5	5.4	3.9	2.7	2	2.4	3.2	3.9	6.4	4.9
M0566220	Le Berdin à Tennie	19.5	17.2	13.3	8.6	5.2	3.1	2.2	1.4	1.6	4.1	7.2	13.7	13.9
M0583020	La Vègre à Asnières-sur-Vègre	17.6	14.8	12.5	8.6	6.4	4.5	3.4	2.3	2.3	4.1	6.8	12.6	7.7
M0613010	L'Erve à Voutré [La Crousille]	18.9	17.3	14.4	9.3	7.1	5.3	4.7	4	3.8	6.5	9.4	16.1	5.0
M0633010	L'Erve à Auvers-le-Hamon [Moulin la Roche]	17.8	17.1	12.2	7.7	4.8	2.9	2.1	1.4	1.5	3.4	5.9	11.6	12.7
M0653110	La Vaige à Bouessay	17.8	14.6	10.7	6.4	3.7	1.6	1.1	0.7	0.8	2.6	5.4	12.6	25.4
M0674010	La Taude à Saint-Brice	15	12.8	9.6	5.9	3.4	1.8	1.2	1	0.9	2.3	5.4	9.3	16.7
M0680610	La Sarthe à Saint-Denis-d'Anjou [Beffes]	13.2	13.2	10.7	7.5	5.4	3.5	2.5	2	2.1	3.4	5.3	9.4	6.6



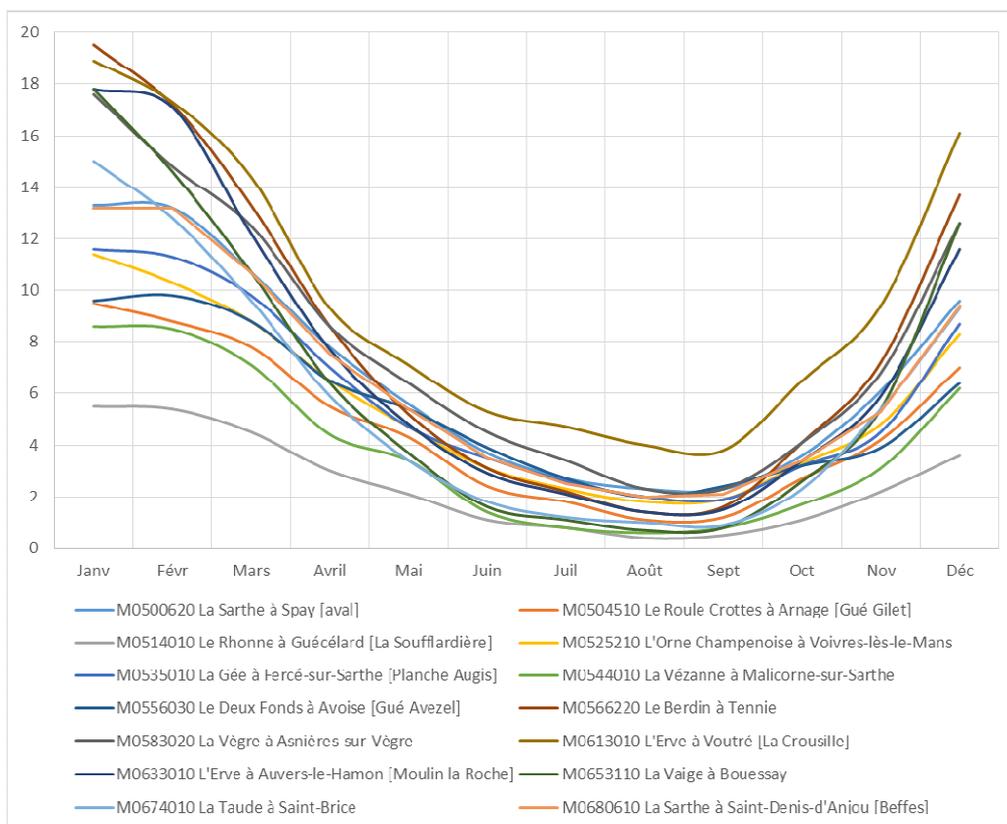


Figure 3-2 : Débits moyens mensuels interannuels spécifiques (l/s/km²)

Le cycle hydrologique du bassin versant de la Sarthe aval correspond à un régime pluvial simple caractérisé par une période de basses eaux, de juillet à septembre, et de hautes eaux de décembre à mars inclus.

Le régime hydrologique du bassin versant présente des variabilités saisonnières relativement faibles. Les débits spécifiques calculés varient d'un facteur 5 à 25 selon les mois de l'année et les cours d'eau suivis. De manière générale, l'écart de débit le plus important s'observe entre les mois de janvier et ceux d'août.

Ce régime contrasté traduit un soutien des nappes modéré mais existant aux débits des cours d'eau.

Nb : A titre d'exemple, les variabilités saisonnières peuvent atteindre un facteur 40 à 50 sur certains secteurs reposant sur du socle (absence de lien nappe/rivière) et entre 1 et 15 sur des secteurs où le soutien de nappe est important.

Les valeurs de débits spécifiques sont faibles (inférieures ou égales à 1 l/s/km²) pour le Roule-Crotte, Rhonne, la Vaige, la Taude et la Vézanne ce qui laisse penser que les étiages y sont marqués.

Pour les autres cours d'eau suivis les débits indiqués ne laissent pas présager, à ce stade, d'étiage particulièrement sévère.



3.1.2.2 Débits caractéristiques d'étiage

Les débits caractéristiques d'étiage ont été calculés par traitement statistiques sur l'ensemble de la période disponible pour les 14 stations hydrométriques retenues. Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau suivant.

En préalable, il est rappelé que :

- **Le module** correspond au débit moyen inter-annuel du cours d'eau. Il permet de caractériser le régime moyen sur une période de référence ;
- **Le VCN3** est le débit moyen minimal annuel calculé sur trois jours consécutifs. Il permet de caractériser une situation d'étiage sévère sur une courte période ;
- **Le VCN10** est le débit moyen minimal annuel calculé sur dix jours consécutifs ;
- **Le QMNA** est le débit mensuel minimal d'une année hydrologique.

Précisons également que le mois du QMNA est calendaire alors que les jours des VCN sont glissants.



Tableau 3-4 : Débits caractéristiques d'étiage

Code	M0500620	M0680610	M0504510	M0514010	M0525210	M0535010	M0544010	M0556030	M0566220	M0583020	M0613010	M0633010	M0653110	M0674010
Station	La Sarthe à Spay	La Sarthe à Saint-Denis-d'Anjou	Le Roule Crottes à Arnage	Le Rhonne à Guécélard	L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans	La Gée à Fercé-sur-Sarthe	La Vézanne à Malicorne-sur-Sarthe	Le Deux Fonds à Avoise	Le Berdin à Tennie	La Vègre à Asnières-sur-Vègre	L'Erve à Voutré	L'Erve à Auvers-le-Hamon	La Vaige à Bouessay	La Taude à Saint-Brice
Bassin versant drainé (km ²)	5285	7380	76	77	59	112	82	83	22	401	63	380	233	48
Période considérée	2007-2016	1971-2016	1993-2016	1988-2016	1984-2016	1984-2016	1992-2016	1992-2016	1982-2016	1980-2016	1998-2016	1972-2016	1980-2016	1981-2016
Nombre d'années utilisées pour le calcul	9	45	23	28	32	32	24	24	34	36	18	44	36	35
Débits d'étiage (en m³/s)														
Module	35.5	47.7	0.356	0.192	0.329	0.66	0.318	0.445	0.177	3.2	0.612	2.78	1.51	0.273
1/10 module	3.55	4.77	0.0356	0.0192	0.0329	0.066	0.0318	0.0445	0.0177	0.32	0.0612	0.278	0.151	0.0273
1/20 module	1.775	2.385	0.018	0.010	0.016	0.033	0.016	0.022	0.009	0.160	0.031	0.139	0.076	0.014
QMNA2	10	12	0.052	0.007	0.075	0.17	0.028	0.13	0.018	0.74	0.21	0.34	0.033	0.028
QMNA5	7.48	8.5	0.03	0.002	0.048	0.11	0.014	0.075	0.01	0.49	0.15	0.19	0.008	0.016
VCN3 2	6.56	8.3	0.023	0.002	0.051	0.13	0.012	0.095	0.012	0.54	0.17	0.21	0.014	0.021
VCN3 5	4.7	5.7	0.012	0.001	0.031	0.084	0.004	0.052	0.007	0.34	0.13	0.085	0.004	0.011
VCN10 2	7.22	9.1	0.029	0.003	0.058	0.14	0.016	0.1	0.013	0.59	0.18	0.25	0.018	0.022
VCN10 5	5.32	6.4	0.015	0.001	0.036	0.091	0.006	0.056	0.007	0.39	0.13	0.11	0.005	0.012
Q spécifique moyen (l/s/km ²)	6.72	6.46	4.68	2.49	5.58	5.89	3.88	5.36	8.05	7.98	9.71	7.32	6.48	5.69
Q spécifique QMNA5 (l/s/km ²)	1.42	1.15	0.39	0.03	0.81	0.98	0.17	0.90	0.45	1.22	2.38	0.50	0.03	0.33



Pour le régime moyen, les données de débits sont cohérentes d'amont en aval du bassin versant. Le module croit en fonction de la surface de bassin versant drainée. Il est nécessaire cependant de relativiser la relation linéaire qui semble ressortir du graphique. Les débits mesurés à l'aval du bassin versant pouvant être fortement influencés par les actions anthropiques sur l'amont du territoire.

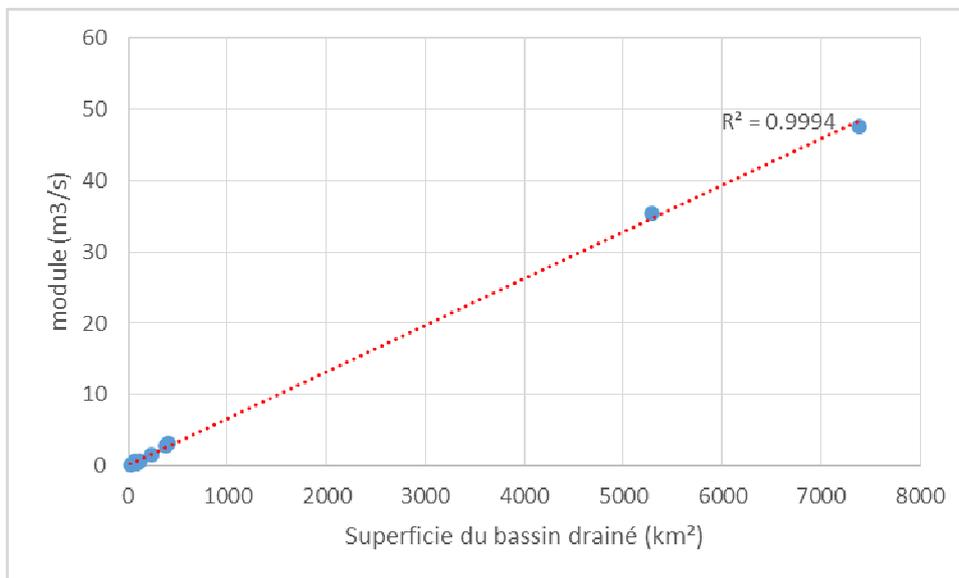


Figure 3-3 : Évolution du module en fonction de la surface du bassin versant des stations hydrométriques

Pour les débits d'étiage, le constat est identique. Les valeurs caractéristiques d'étiage (QMNA, VCN3 et VCN10) augmentent entre les stations hydrométriques en même temps que le bassin versant drainé augmente.

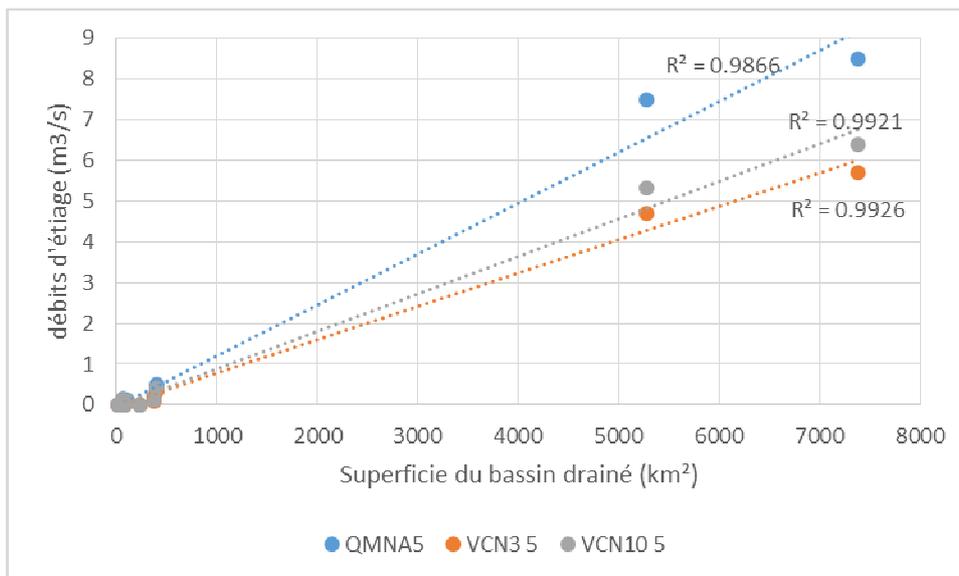


Figure 3-4 : Évolution des débits caractéristiques d'étiage en fonction de la surface du bassin versant des stations hydrométriques



Enfin, le Rhonne et la Vaige se distinguent une nouvelle fois par des débits caractéristiques d'étiage très faibles, de l'ordre de quelques litres seulement.

3.1.2.3 Évolution des débits caractéristiques d'étiage

Afin d'étudier l'évolution des débits caractéristiques d'étiage, une analyse simplifiée de la stationnarité des débits d'étiage a été menée pour chaque station hydrométrique disposant d'une chronique de débits suffisamment longue (dix ans au minimum).

L'objectif de cette analyse était de s'assurer de la représentativité des débits caractéristiques d'étiage obtenus par ajustement statistique par rapport aux écoulements actuels et au régime hydrologique du cours d'eau.

L'analyse a porté sur les QMNA. Les résultats sont présentés dans un graphique synthétisant :

- Les QMNA sur l'ensemble de la période disponible.
- Le QMNA5 de référence calculé par la Banque Hydro.
- Les QMNA5 calculés sur une période de 10 ans glissée de 5 ans.

Toutefois, les résultats doivent être analysés avec précaution car il s'agit ici d'une simple observation de l'évolution d'une variable statistique (le QMNA) sur la période disponible. Si elle ne permet pas de se positionner formellement sur la stationnarité des débits (et de la vitesse d'évolution en cas de non stationnarité), elle permet de visualiser graphiquement les principales évolutions des débits d'étiage au droit des différents points de référence.

Les résultats obtenus pour chaque station sont présentés dans les graphiques ci-dessous :



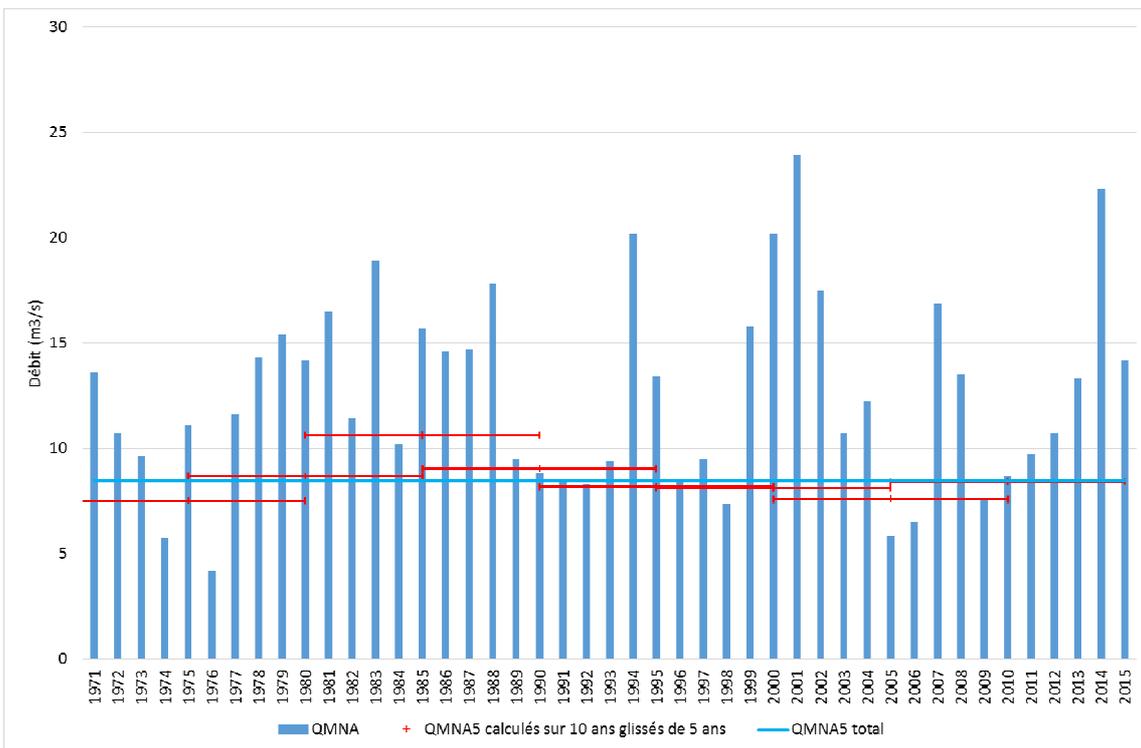


Figure 3-5 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur la Sarthe à Saint-Denis d'Anjou

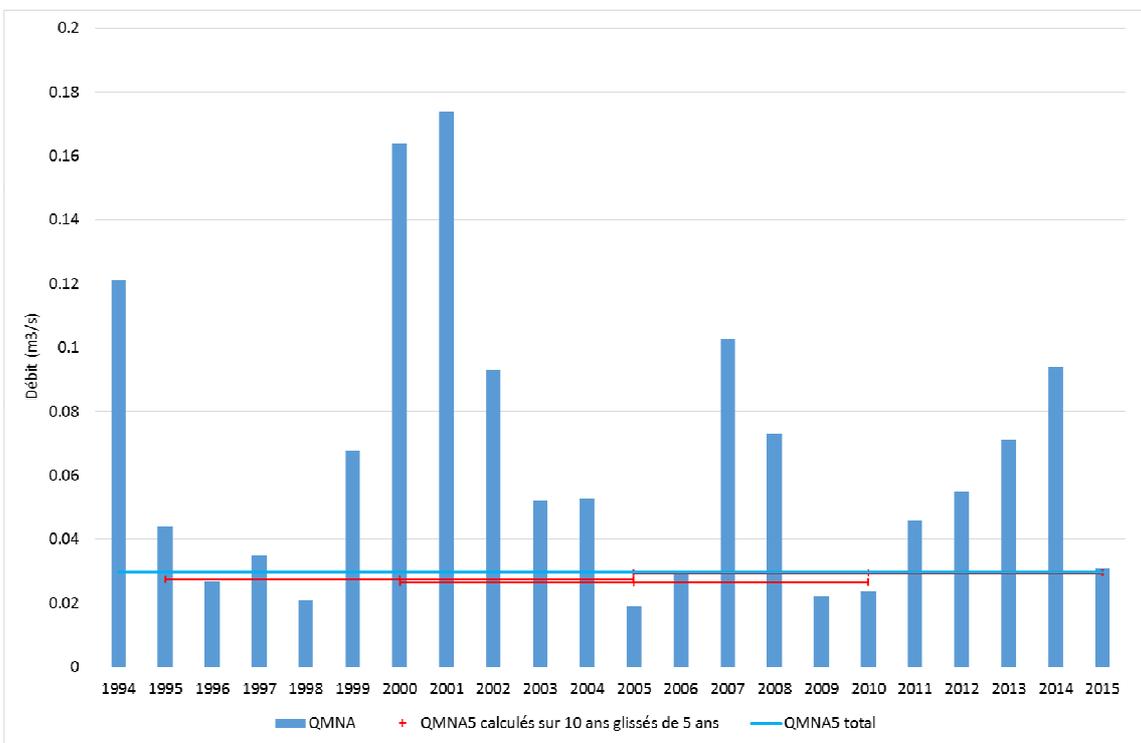


Figure 3-6 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométrique du Roule Cottes à Arnage



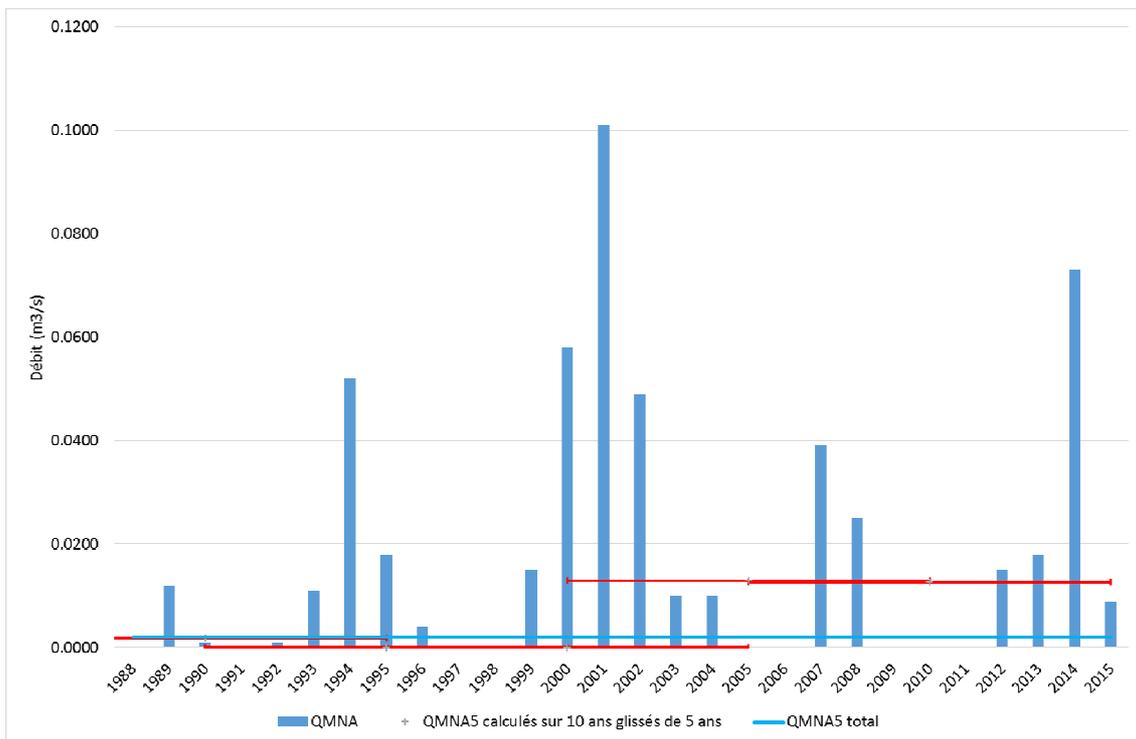


Figure 3-7 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur le Rhone à Guécélard

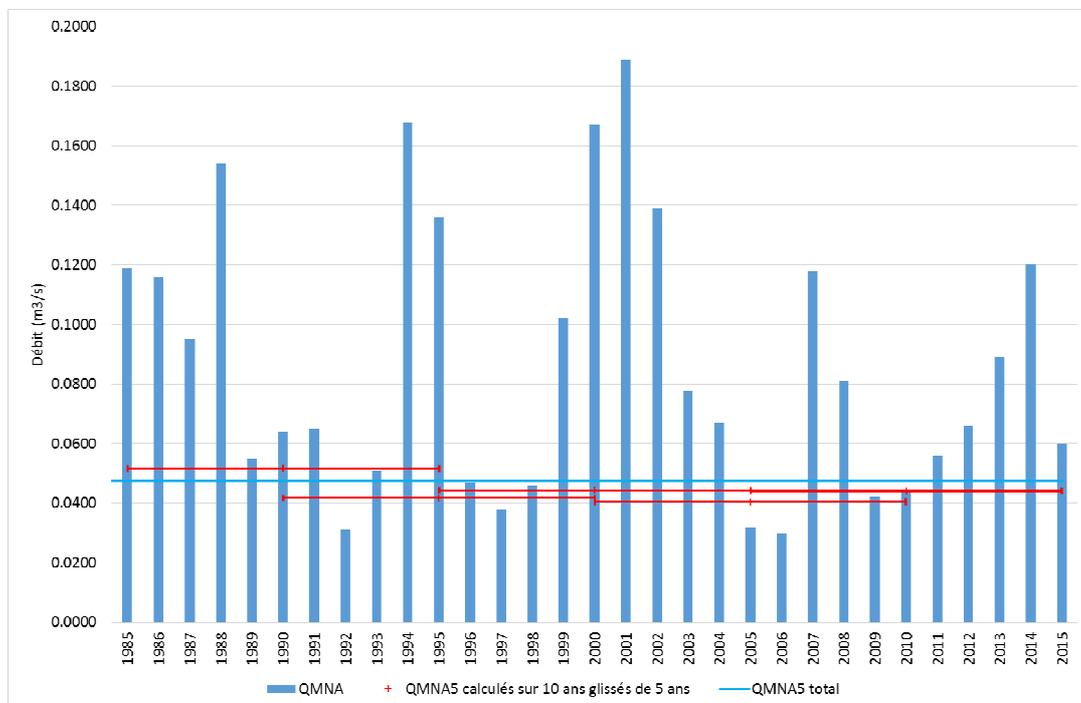


Figure 3-8 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur l'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans



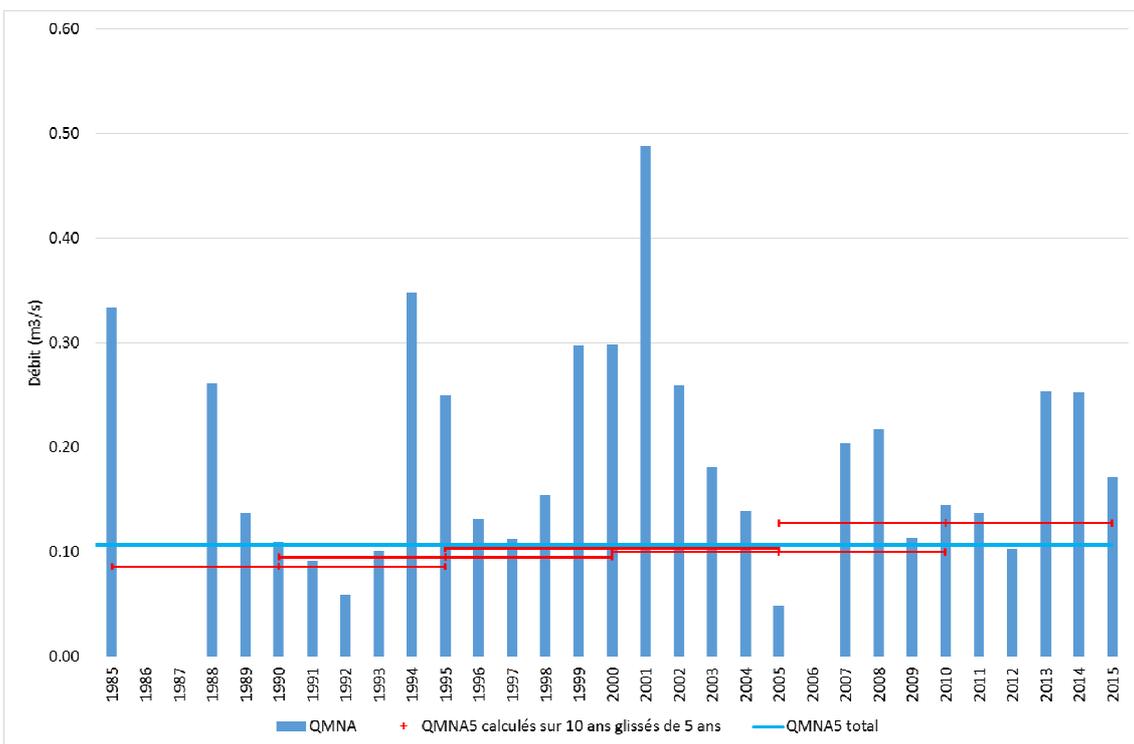


Figure 3-9 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur la Gée à Fercé-sur-Sarthe

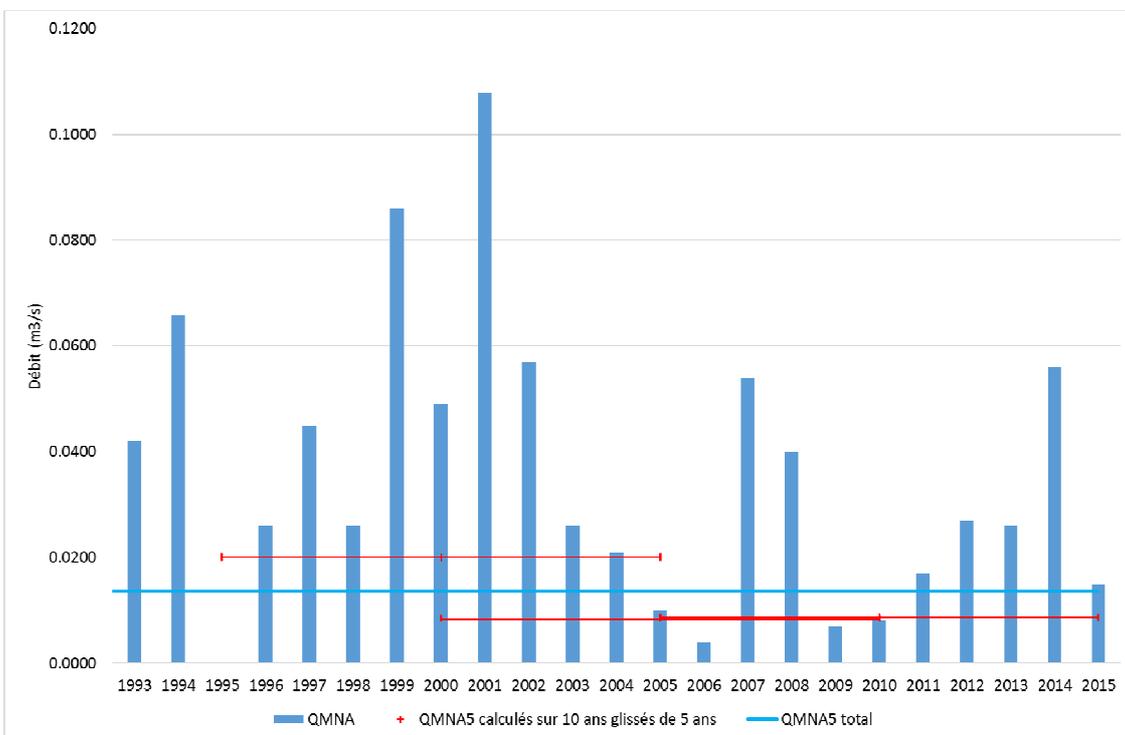


Figure 3-10 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur la Vézanne à Malicorne-sur-Sarthe



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

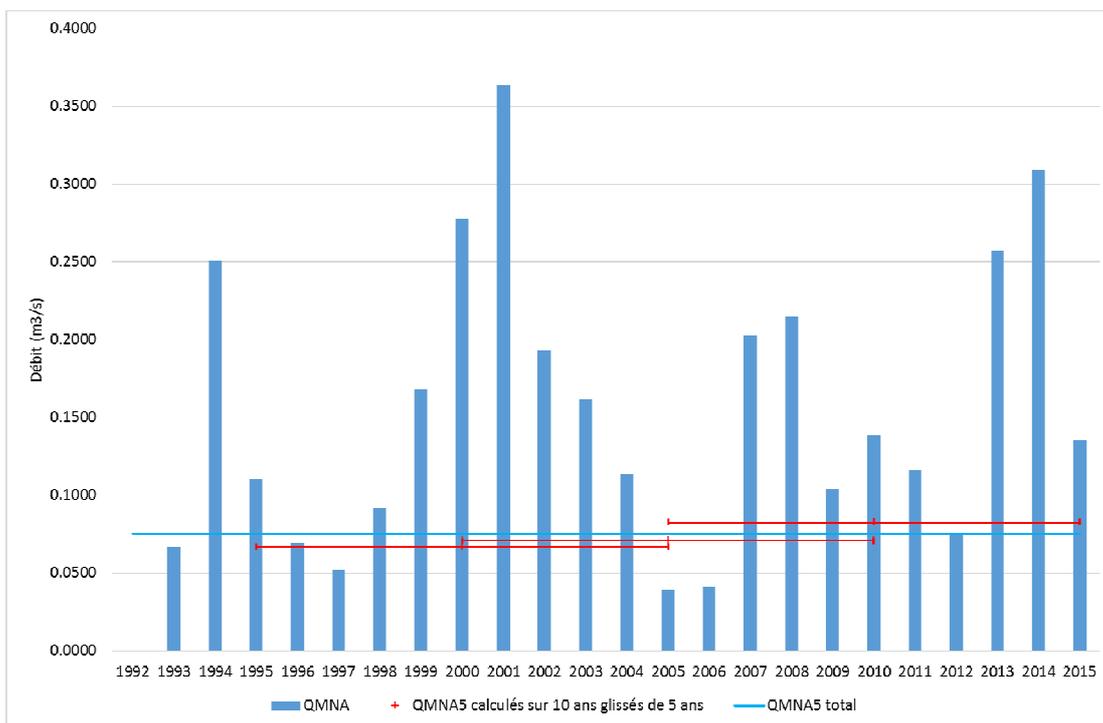


Figure 3-11 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur les Deux Fonds à Avoise

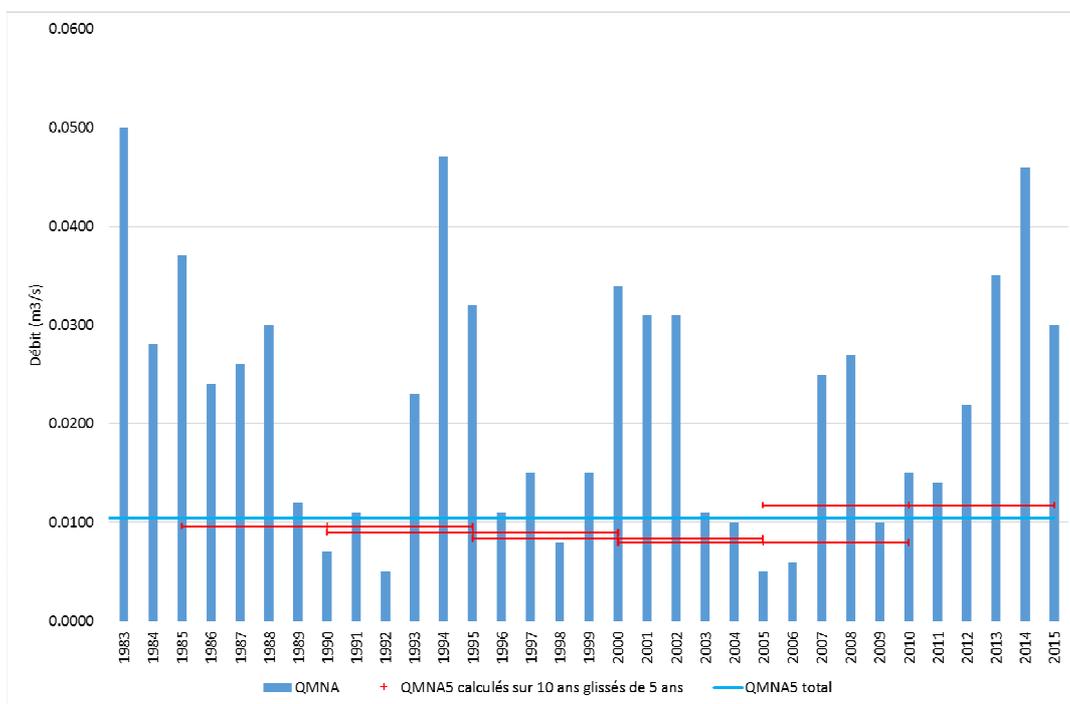


Figure 3-12 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur le Berdin, affluent rive gauche de la Vègre, à Tennie



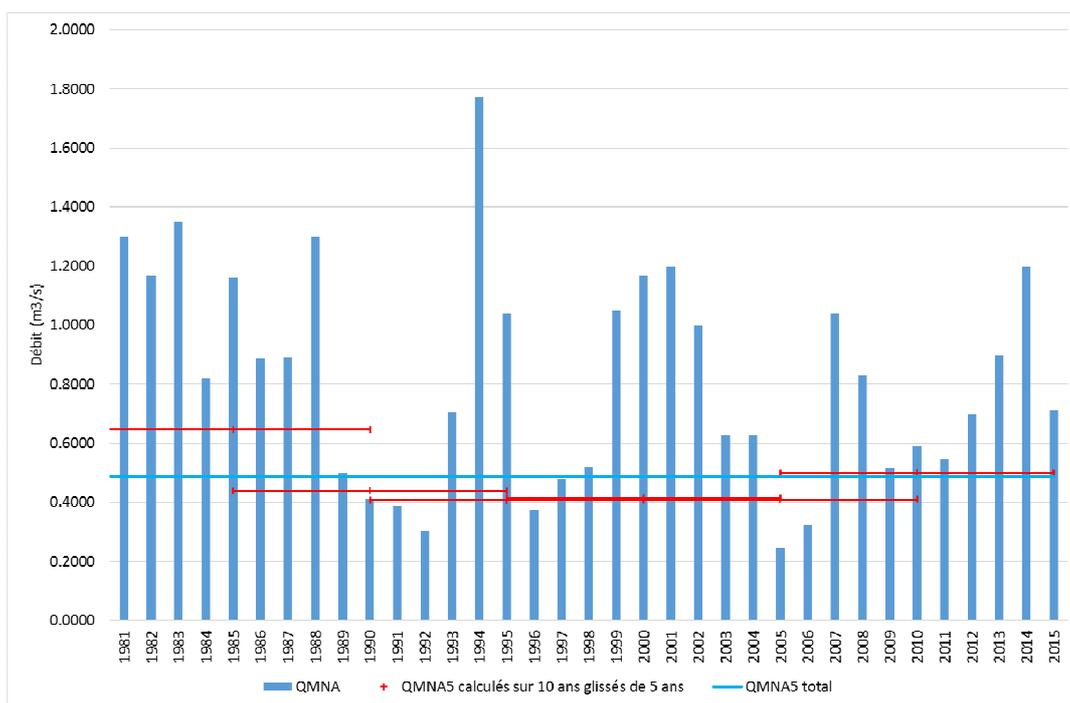


Figure 3-13 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométrique sur la Vègre à Asnières

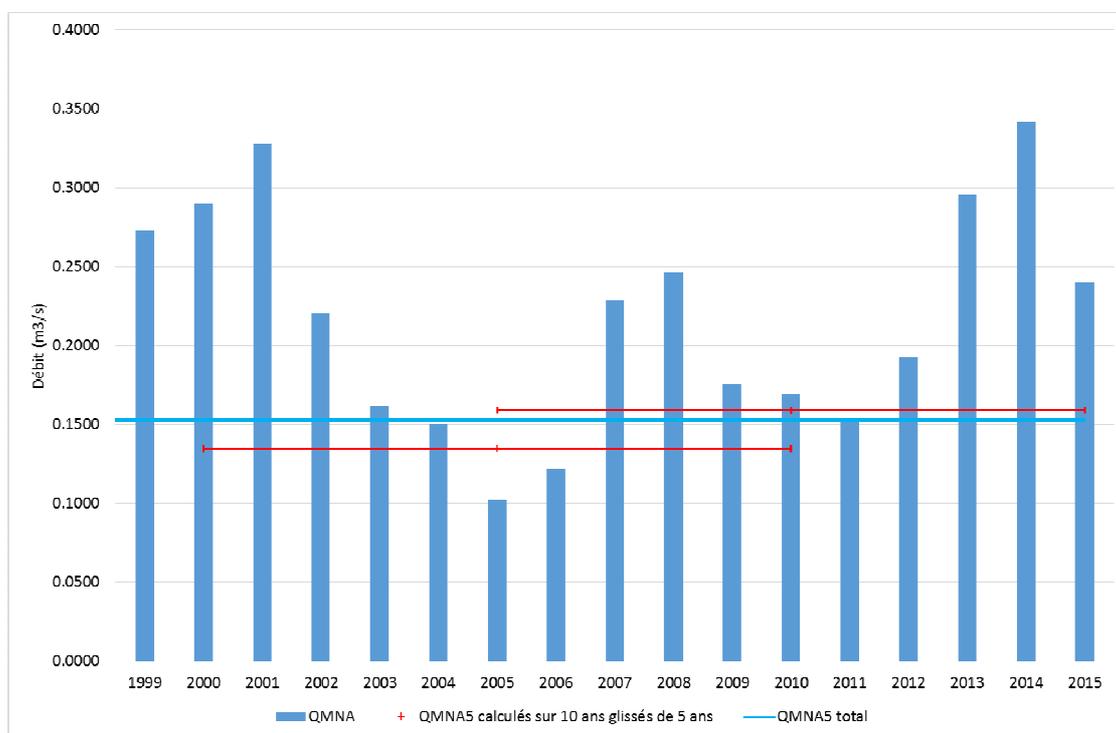


Figure 3-14 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométrique sur l'Erve à Voutré



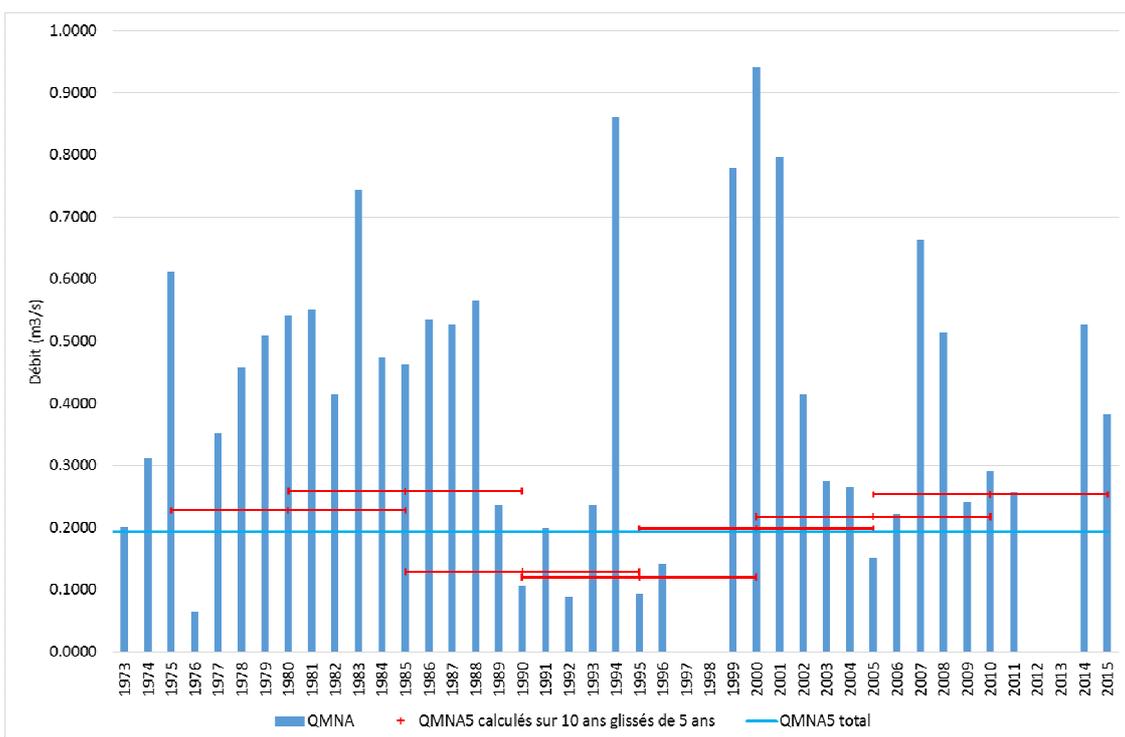


Figure 3-15 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur l'Erve à Auvers-le-Hamon

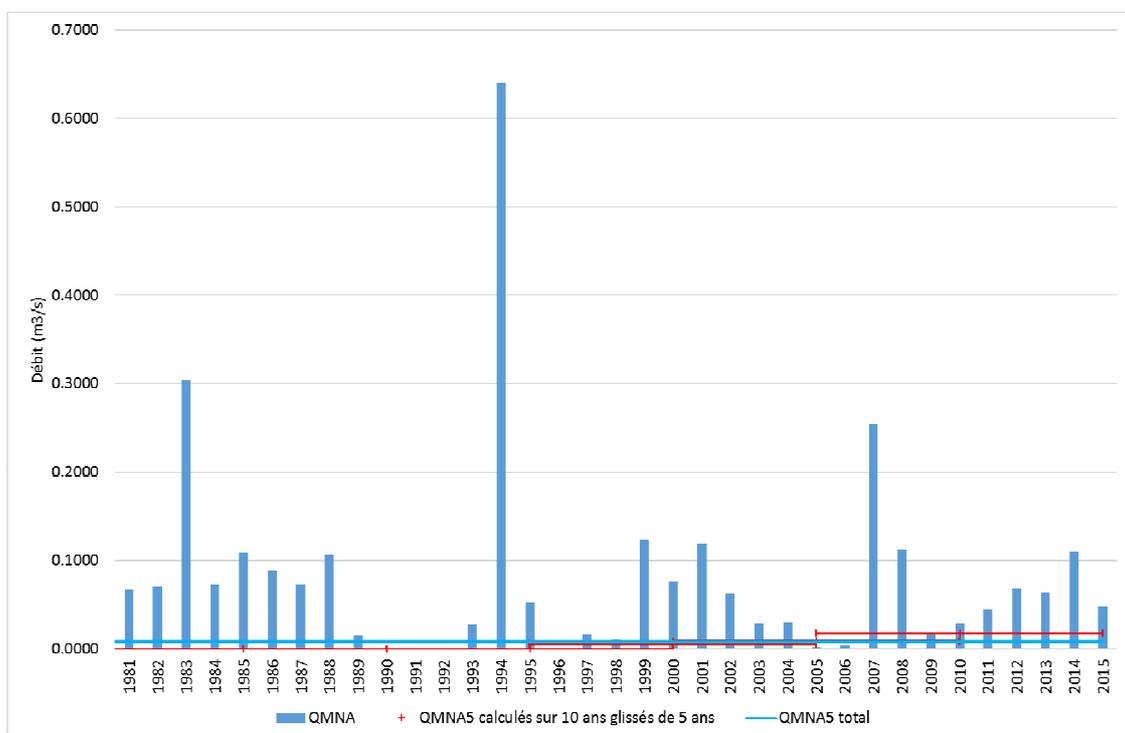


Figure 3-16 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométriques sur la Vaige à Bouessay



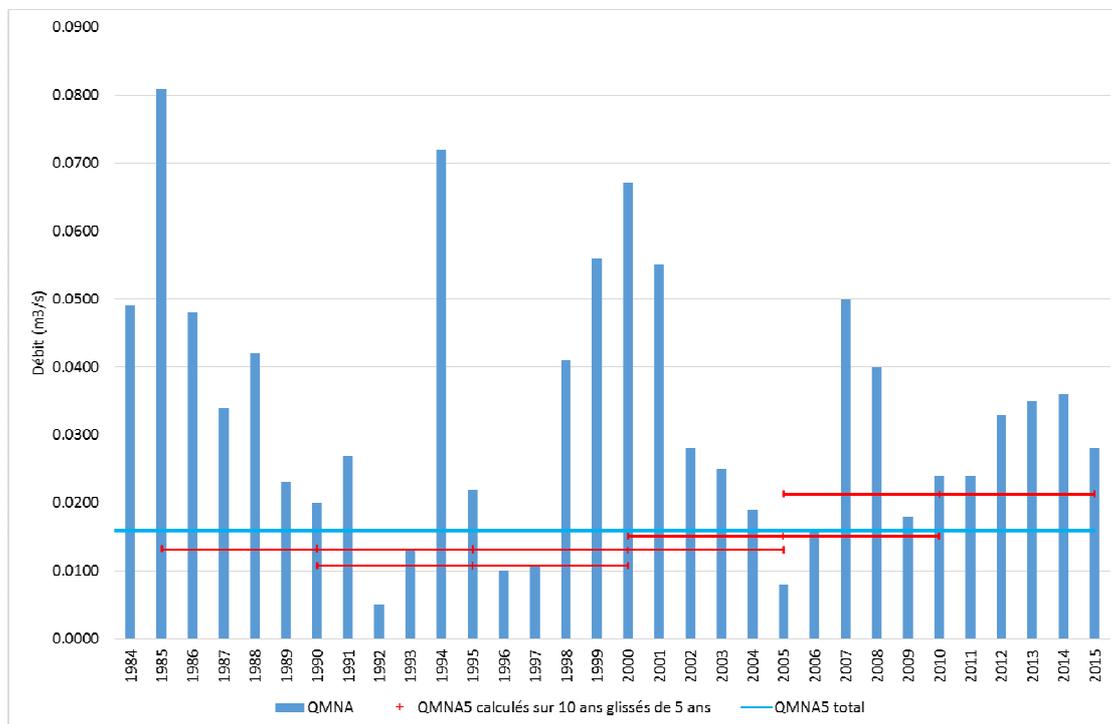


Figure 3-17 : Stationnarité des débits caractéristiques d'étiage à la station hydrométrique sur la Taude à Saint-Brice

A partir des graphiques précédents, plusieurs cas peuvent être distingués :

- **Pas d'évolution notable des débits caractéristiques d'étiage.** Ce constat est valable pour la Sarthe, l'Orne Champenoise (depuis les années 1990), le Berdin, la Vègre, la Vaige, l'Erve (à Auvers-le-Hamon). Les valeurs du QMNA5 calculés sur 10 ans oscillent autour de la valeur de référence sur l'ensemble de la période disponible. A priori, les usages de l'eau sont restés stables sur ces secteurs et il n'y a pas eu de modification majeure de l'hydrologie du bassin versant.
- **Une tendance à la baisse des débits caractéristiques d'étiage.** Ce constat peut être fait avec précaution sur la Vézanne en raison du nombre plus restreint d'années disponibles. Les origines de cette baisse peuvent être multiples : dégradation des conditions naturelles et climatiques, augmentation des pressions de prélèvements....
- **Une tendance à la hausse des débits caractéristiques d'étiage.** Ce cas concerne la Gée et les Deux-Fonds où les valeurs de QMNA5 calculés sur 10 ans augmentent légèrement sur toute la chronique. Une hausse des débits caractéristiques d'étiage est également constatée depuis les années 1990 sur la Taude. Les origines de cette augmentation peuvent être multiples : efficacité des actions portant sur la gestion quantitative de la ressource, amélioration des conditions naturelles et climatiques....
- Enfin les données sont insuffisantes ou présentes de fortes variabilités annuelles sur le Roule-Crotte, le Rhonne et l'Erve à Voutré pour proposer un ajustement fiable des débits caractéristiques d'étiage et pour dégager une tendance d'évolution.



L'inventaire des usages de l'eau et l'analyse des volumes prélevés menés dans les prochaines phases de l'étude, permettra de cerner plus finement les origines de ces évolutions.

3.2 Réseau d'observation des écoulements

3.2.1 Principes des réseaux de suivi des écoulements

L'ONEMA a développé depuis 2012, un réseau d'observation visuelle de l'écoulement des cours d'eau, appelé un Observatoire National Des Étiages (ONDE). Ce réseau prend le relai du Réseau Départemental d'Observation des Écoulements (RDOE) et du Réseau d'Observation de Crise des Assecs (ROCA), déployés respectivement depuis 1990 et 2004.

Dans chaque département, les agents de l'ONEMA réalisent ainsi, entre mai et septembre, un suivi mensuel des écoulements sur un réseau de stations bien défini. En période de crise, un suivi renforcé, dont l'activation peut être déclenchée par le préfet de département ou par l'ONEMA, est mis en place. Ce suivi de crise départemental peut s'effectuer à une période différente du suivi usuel et à une fréquence plus importante.

Ces réseaux d'observation des écoulements visent à répondre à un double objectif : constituer un réseau de connaissance stable sur les étiages estivaux et être un outil d'aide à la gestion des périodes de crise hydrologique.

Sur le terrain, les modalités pour l'observation des écoulements se définissent selon :

- **Écoulement visible acceptable** - correspond à une station présentant un écoulement continu, écoulement permanent et visible à l'œil nu.
- **Écoulement visible faible** - correspond à une station sur laquelle il y a de l'eau et un courant visible mais le débit faible ne garantit pas un fonctionnement biologique.
- **Écoulement non visible** - correspond à une station sur laquelle le lit mineur présente toujours de l'eau mais le débit est nul. Cette modalité correspond aux situations où soit, l'eau est présente sur toute la station mais il n'y a pas de courant (grandes zones lenticules), soit il ne reste que quelques flaques sur plus de la moitié du linéaire.
- **Assec** - correspond à une station à sec, où l'eau est totalement évaporée ou infiltrée sur plus de 50% de la station.
- **Observation impossible** – en raison de conditions exceptionnelles (accessibilité de la station, modification des conditions environnementales propres à la station, etc.), l'observateur ne peut réaliser l'observation propre à l'écoulement du cours d'eau lors de son déplacement sur la station.



3.2.2 Stations de suivis des écoulements sur la zone d'étude

Depuis 2012, le territoire du SAGE est couvert par 15 stations ONDE. Les caractéristiques des stations sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 3-5 : Caractéristiques des stations de suivi des écoulements ONDE sur le territoire du SAGE Sarthe aval

Dépt.	Code	Station	Commune
72	M0514011	Le Rhonne	TELOCHE
72	M0535011	La Gée	COULANS-SUR-GEE
72	M0544011	La Vezeanne	MALICORNE-SUR-SARTHE
72	M0556031	Les deux Fonds	TASSE
72	M0566221	La Vègre	EPINEU-LE-CHEVREUIL
72	M0566222	La Vègre	ROUESSE-VASSE
53	M0613011	Le Gast (route de Chammes) - Affluent en rive droite de l'Erve	ST-JEAN-SUR-ERVE
53	M0613012	L'Erve à Vimarcé	VIMARCE
53	M0624011	Le Treulon à Blandouet	BLANDOUET
72	M0633011	Le Bussard - Affluent en rive gauche de l'Erve	AUVERS-LE-HAMON
53	M0640001	La Vaige à Vaiges	VAIGES
53	M0674011	La Taude à Grez-en-Bouère	GREZ-EN-BOUERE
72	M0690001	La Fontaine sans Fond - Affluent de la Voutonne	PRECIGNE
49	M0710001	Ruisseau d'écorse	MORANNES
49	M0730611	Ruisseau du Piron	CHEFFES

Avant 2012, le territoire du SAGE était couvert par 24 stations RDOE et ROCA. Les observations des écoulements ont été réalisées entre 1990 et 2011.

Les cartes suivantes présentent la localisation des stations ONDE, RDOE et ROCA. Précisons que les stations de la Vègre à Ballée, la Vègre à Chammes, la Vaige à Bouessay et la Taude à Saint-Brice ne figurent pas sur la carte des réseaux RDOE/ROCA. Les coordonnées géographiques n'étaient pas précisées. Toutefois, elles ont bien été valorisées dans l'analyse.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

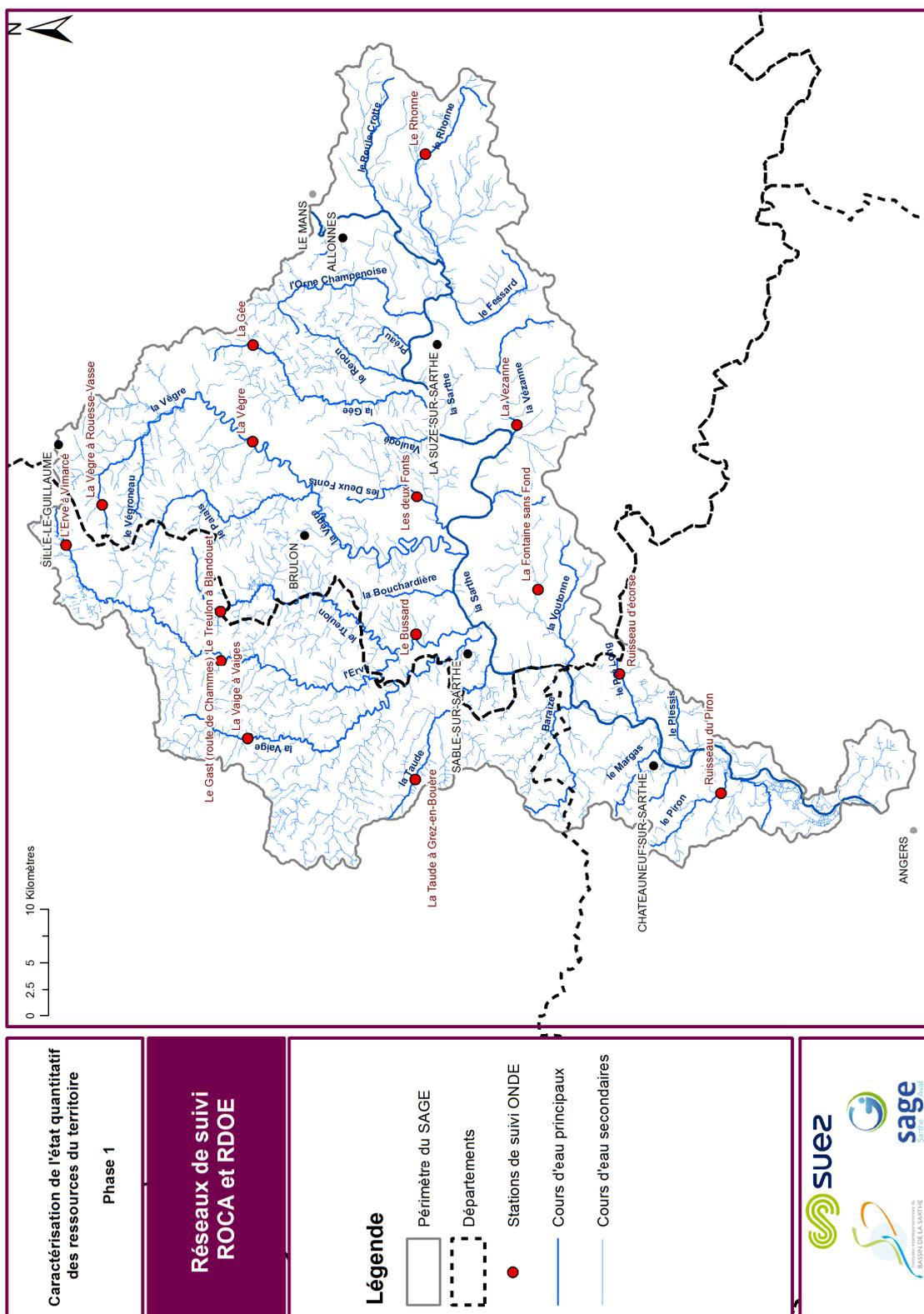


Figure 3-18 : Stations de suivi des écoulements ONDE du bassin versant de la Sarthe aval prises en compte dans analyse



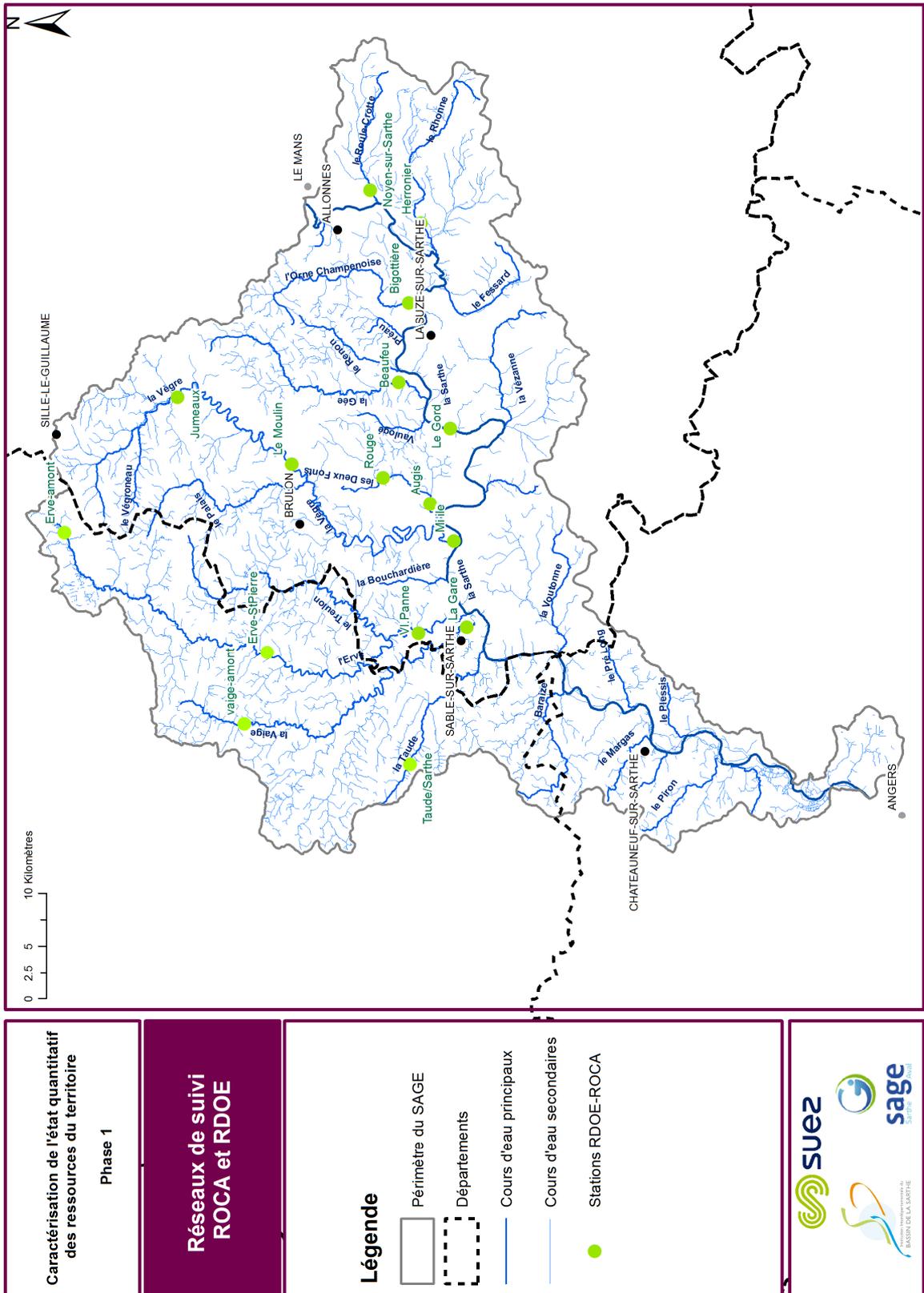


Figure 3-19 : Stations de suivi des écoulements ONDE du bassin versant de la Sarthe aval prises en compte dans l'analyse



3.2.3 Analyse des écoulements

Les résultats des observations réalisées par l'ONEMA de 2012 à 2015 pour chaque station de suivi du réseau ONDE sur le territoire du Sarthe aval sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 3-6 : Synthèse des perturbations des écoulements constatées sur les différentes stations du réseau ONDE

Dépt.	Code ONDE	Station	Nombre d'obs.	Observations			
				Absence de données	Assec	Ecoulement non visible	Ecoulement visible
72	M0514011	Le Rhonne	24	0	0	0	24
72	M0535011	La Gée	24	0	0	0	24
72	M0544011	La Vezeanne	24	0	0	0	24
72	M0556031	Les deux Fonds	24	0	0	0	24
72	M0566221	La Vègre	24	0	0	0	24
72	M0566222	La Vègre à Rouesse-Vasse	24	0	7	0	17
72	M0633011	Le Bussard	24	0	0	0	24
72	M0690001	La Fontaine sans Fond	24	0	0	0	24
53	M0613011	Le Gast (route de Chammes)	21	0	3	5	13
53	M0613012	L'Erve à Vimarcé	21	0	0	0	21
53	M0624011	Le Treulon à Blandouet	21	0	1	5	15
53	M0640001	La Vaige à Vaiges	21	0	0	0	21
53	M0674011	La Taude à Grez-en-Bouère	21	0	0	1	20
49	M0710001	Ruisseau d'écorse	22	2	10	0	10
49	M0730611	Ruisseau du Piron	25	0	1	1	23

De manière générale, la majorité des cours d'eau présentent peu de perturbations des écoulements et ne subissent que rarement des assecs. Les cours d'eau présentent généralement un écoulement visible lors des inspections des agents de l'ONEMA.

Toutefois, la Vègre amont (Rouessé-Vassé) et le Ruisseau d'écorse se distinguent par une sensibilité importante en période d'étiage avec des assecs observés régulièrement (respectivement dans 29% et 50% des observations). Le Gast (affluent de l'Erve) et le Treulon sont également sensibles à l'étiage avec des perturbations observées respectivement dans 38% et 29% des cas.

Concernant les résultats des réseaux RDOE/ROCA, les observations réalisées par l'ONEMA de 1990 à 2011 sont présentées dans le tableau suivant :



Tableau 3-7 : Synthèse des perturbations des écoulements constatées sur les différentes stations du réseau RDOE/ROCA

Dépt.	Code RDOE (ou réf. point)	Station	Observations				
			Nombre d'obs.	Assec	Écoulement non visible	Écoulement visible	Pourcentage d'assecs
53	4530020	Erve Vimarcé	63	0	0	63	0%
53	4530026	Erve St Pierre/Erve	48	0	0	48	0%
53	4530068	Erve Ballée	8	0	0	8	0%
53	4530070	Erve Chammes	8	0	0	8	0%
53	4530024	Vaige à Vaiges	62	0	2	60	0%
53	4530170	Vaige à Bouessay	7	0	0	7	0%
53	4530027	Taude à Grez-en-Bouere	62	30	9	23	48%
53	4530155	Taude à St-Brice	8	0	0	8	0%
53	3530160	Treulon à Blandouet	7	1	0	6	14%
53	4530159	Treulon à Epineu-le-Seguain	8	0	0	8	0%
53	4530098	Gast à St-Jean-sur-Erve	7	1	3	3	14%
72	4720044	La Sarthe à Noyen-sur-Sarthe – Le Gord	23	2	1	20	9%
72	4720062	La Sarthe à Noyen-sur-Sarthe	5	0	0	5	0%
72	4720045	La Vaige à Sablé - La Gare	23	4	4	15	17%
72	4720046	L'Erve à Auvers	23	0	0	23	0%
72	4720047	La Vègre à Tennie - Jumeaux	23	0	0	23	0%
72	4720048	La Vègre à Loué – Le Moulin	23	0	0	23	0%
72	4720049	La Vègre à Avoise	23	0	0	23	0%
72	4720050	Les Deux Fonds à Chatenay	23	0	1	22	0%
72	4720051	Les Deux Fonds à Avoise	23	0	1	22	0%
72	4720052	La Gée à Fercé	23	0	0	23	0%
72	4720053	L'Orne Champenoise à Roeze	23	2	2	19	9%
72	4720060	Le Rhonne à Guécélard - Bigottiere	23	6	1	16	26%
72	4720061	Le Roule-Crotte à Arnage - Herronier	23	3	1	19	13%

Les cours d'eau du territoire de la Sarthe aval apparaissent globalement peu affectés en période d'étiage. Les écoulements étaient majoritairement visibles lors des inspections de terrain des agents de l'ONEMA de 1990 à 2011.

Se distinguent toutefois,

- la Taude à Grez-en-Bouère pour laquelle des assecs ont été constatés dans près de la moitié des observations. Le cours d'eau est donc particulièrement sensible à l'étiage.



- Des perturbations des écoulements ainsi que des assecs ont également été fréquemment observés pour la Vaige, le Rhonne, le Roule-crotte, le Gast (affluent de l'Erve).

3.3 Analyse des situations de crise

3.3.1 Cadre général

La loi n°92-3 adoptée le 3 janvier 1992, promulgue que l'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable sont d'intérêt général. Les dispositions de cette loi visent à une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Les mesures générales ou particulières prévues par la loi du 3 janvier 1992 pour faire face aux risques ou aux conséquences d'accidents, de sécheresse, d'inondations et de pénuries sont prescrites par arrêté des préfets des départements.

Ils définissent les mesures et les seuils de déclenchement des restrictions d'usage à appliquer au cours de la période d'étiage. Chacun de ces arrêtés définit des unités de gestion (ou zones d'alerte) hydrographiquement et hydrogéologiquement cohérentes. En période de basses eaux, l'atteinte des valeurs seuils entraîne la mise en place de restrictions de prélèvements graduelles jusqu'à l'interdiction totale des prélèvements. La graduation des mesures doit permettre d'anticiper la situation de crise et doit en tout état de cause prévenir le franchissement de débits ou niveaux en dessous desquels sont mis en péril l'alimentation en eau potable et le bon fonctionnement des milieux aquatiques.

L'analyse de l'historique de ces arrêtés permet de caractériser les phénomènes d'étiage sur le bassin versant et de suivre les mesures de restriction ou d'interdiction des prélèvements afin de limiter leur impact sur la masse d'eau.

Les arrêtés-cadres ainsi que les arrêtés sécheresses ont été collectés et étudiés pour la période 2005-2015, afin d'identifier les déséquilibres sur la zone d'étude. L'objectif de chacun de ces arrêtés est précisé ci-dessous :

- Les arrêtés cadres, fixent les débits des seuils d'alerte ou de crise des cours d'eau en dessous desquels des mesures de restriction ou d'interdiction des usages de l'eau s'appliquent.
- Les arrêtés sécheresses fixent le détail des mesures de restriction ou d'interdiction pour les différents usages de l'eau lorsque les débits seuils sont franchis.

3.3.2 Zone d'application et valeurs seuils

La gestion de la crise sur le territoire du SAGE Sarthe aval est régie par les derniers arrêtés cadre départementaux suivants :



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

- Maine-et-Loire : dernier arrêté cadre en date du 19 mai 2014 ;
- Mayenne : dernier arrêté cadre en date du 8 janvier 2015 ;
- Sarthe : dernier arrêté cadre en date du 26 décembre 2011 ;

Dans les arrêtés cadres départementaux, des unités de gestion (ou zones d'alerte) sont définies. Sur chaque unité des seuils de gestion sont mis en place au niveau d'une ou plusieurs stations hydrométriques de référence. Les stations de référence sur le territoire du SAGE Sarthe aval sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 3-8 : Bilan de la gestion des crises d'étiage sur le bassin versant du Sarthe aval

Département	Unité de gestion (ou zone d'alerte)	Station de suivi	Débits seuils (l/s)			
			Alerte	Alerte renforcée	Coupure	Crise
Maine-et-Loir	SARTHE	Sarthe à Beffes	Alerte	Alerte renforcée	Coupure	Crise
			9000	7000	5500	5000
Mayenne	SARTHE AVAL	Vaige à Bouessay	Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise
			95	45	15	6
Sarthe			Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise
	LES DEUX-FONDS	Les Deux-Fonds à Avoise	120	80	50	40
	GEE	La Gée à Fercé-sur-Sarthe	200	100	70	40
	AFFLUENTS DE LA SARTHE MEDIANE	L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans	65	50	40	25
	SARTHE AVAL	La Sarthe à Beffes	9000	7000	5500	5000
	VEGRE	La Vègre à Asnières-sur-Vègre	960	640	480	320

3.3.3 Historique des arrêtés sécheresse

Les historiques des arrêtés sécheresse sur le périmètre du SAGE Sarthe aval sont présentés dans les tableaux suivants. L'historique des arrêtés sécheresse donne ainsi un aperçu de la gestion de crise sur le territoire et conflits d'usages existants.

3.3.3.1 Suivi dans le département du Maine-et-Loire

Dans le Maine-et-Loire, la station hydrométrique de la Sarthe à Beffes sert de référence pour le bassin du Sarthe aval. Les situations de crise mesurées à cette station sont précisées ci-après sur la période 2004-2015.

Entre 2004 et 2014 l'arrêté sécheresse définissait seulement trois seuils de gestion : **Vigilance**, **Restriction** et **Interdiction**, contre 4 à présent dans le dernier arrêté en date.

Tableau 3-9 : Historique des arrêtés sécheresse du Maine-et-Loire depuis 2004

2004	10 août	15 sept				
La Sarthe						
2005	18 juil.	22 août	7 nov			
La Sarthe						



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

2006	19 juil.	25 juillet	22 août	3 oct		
La Sarthe						
2007	Pas d'arrêté sécheresse					
2008	Pas d'arrêté sécheresse					
2009	25 août	30 sept				
La Sarthe						
2010	21 juil.	1 ^{er} sept				
La Sarthe						
2011	5 juil.	19 juillet				
La Sarthe						
2012	28 août	25 sept				
La Sarthe						
2013	Pas d'arrêté sécheresse					
2014	Pas d'arrêté sécheresse					
2015	Pas d'arrêté sur les débits mais alerte sur le réseau eau potable sur l'ensemble du département entre le 28 juillet et le 18 août					

La Sarthe est peu impactée en période d'étiage. Les débits franchissent rarement les seuils définis dans les arrêtés cadre et peu de mesures de restriction des usages sont prises.

Le seuil de restriction n'a été franchi que deux fois depuis 2004 et le seuil de crise n'a jamais été atteint.

Enfin, aucun arrêté sécheresse n'a été pris sur le département depuis 2012.

3.3.3.2 Suivi dans le département de Mayenne

Dans Mayenne, les débits sont suivis à la station de Bouessay sur la Vaige. L'historique des situations de crise est présenté ci-dessous entre 2004 et 2015.

Tableau 3-10 : Historique des arrêtés sécheresse de la Mayenne depuis 2004

2004	2 août	6 août	31 août			
La Vaige						
2005	15 juin	22 juin	10 nov.			
La Vaige						
2006	21 juin	18 juil.	5 oct			
La Vaige						
2007	Pas d'arrêté sécheresse					
2008	Pas d'arrêté sécheresse					
2009	6 août	25 août	31 oct			
La Vaige						
2010	9 juil.	30 juil.	10 oct			
La Vaige						
2011	25 mai	1 ^{er} juil.	31 oct.			
La Vaige						
2012	21 août	9 oct.				
La Vaige						
2013	21 août	17 oct.				
La Vaige						
2014	Pas d'arrêté sécheresse					
2015	22 juillet	25 août				
La Vaige						



La Vaige semble particulièrement impactée en période d'étiage. Le département de la Mayenne, fait paraître des arrêtés sécheresse quatre années sur cinq et impose des mesures de restrictions voir d'interdiction des usages de l'eau. La période de restriction des usages apparaît relativement longue et peut s'étendre certaines années sur plusieurs mois consécutifs. Les périodes les plus critiques couvrent en général les périodes de juin à octobre.

3.3.3.3 Suivi dans le département de la Sarthe

Le département de la Sarthe dispose d'un réseau de suivi sur les affluents de la Sarthe aval. Les stations de référence se situent à Avoise sur les Deux-Fonds, Fercé-sur-Sarthe sur la Gée, Voivres-lès-le-Mans sur l'Orne Champenoise et Asnières-sur-Vègre sur la Vègre. La Sarthe est également suivie à Beffes.

Les historiques d'arrêtés sécheresse sur le département de la Sarthe n'ont pas encore été transmis par la DDT. L'analyse sera faite ultérieurement.

3.3.4 Analyse du franchissement des débits seuils

Une analyse comparative des chroniques de débits journalières avec les valeurs de débits seuils définis dans les arrêtés cadre départementaux a été réalisée.

L'objectif ici est de mettre en évidence sur la sensibilité des cours d'eau à l'étiage. Cette analyse a ainsi permis d'extraire le nombre de jours de dépassement de ces valeurs seuils par mois et par année ainsi que la période de l'année la plus critique pour les débits.

Les chroniques de débits mesurées aux stations de référence des arrêtés cadre ont été valorisées :

- La Sarthe à Beffes,
- La Vaige à Bouessay,
- Les Deux-Fonds à Avoise,
- La Gée à Fercé-sur-Sarthe,
- L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans,
- La Sarthe à Beffes,
- La Vègre à Asnières-sur-Vègre.



- Analyse des dépassements sur la Vaige :

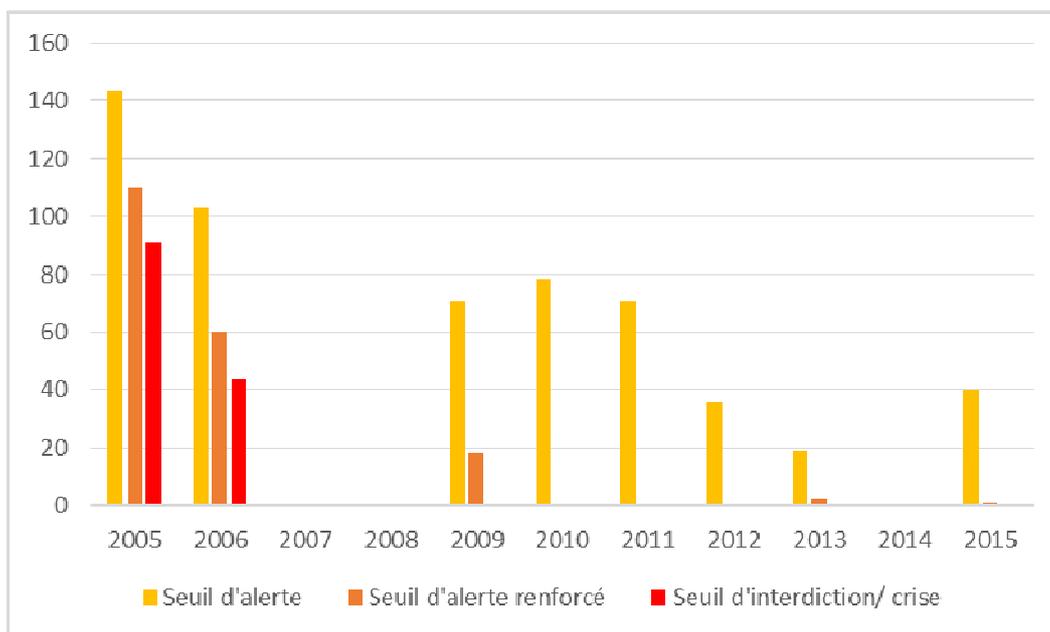


Figure 3-20 : Nombre de jours de dépassement des seuils de surveillance sur la Vaige à Bouessay

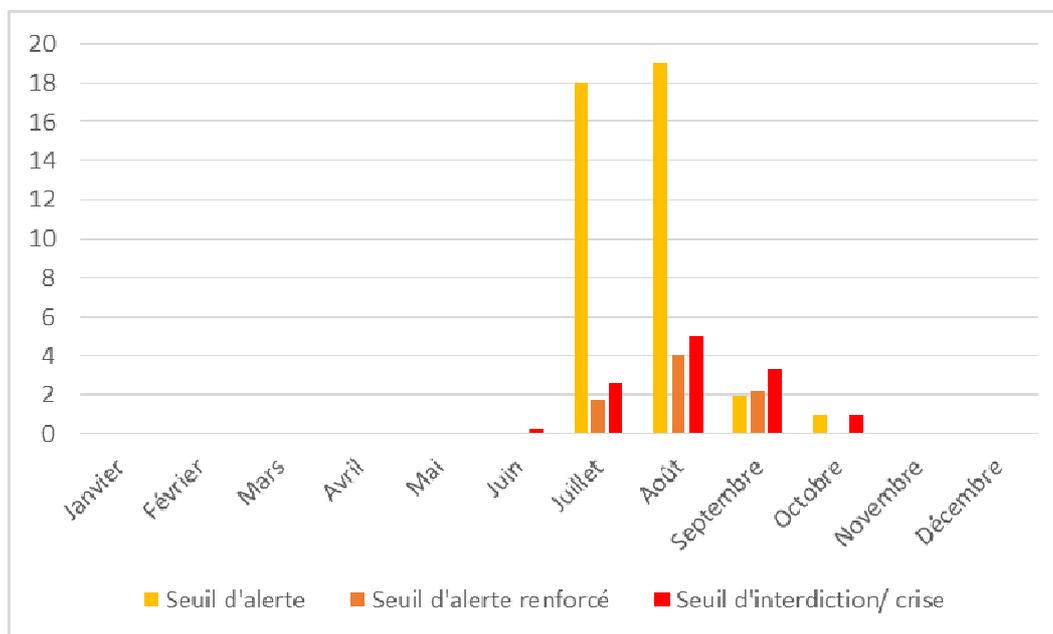


Figure 3-21 : Répartition des dépassements des seuils de surveillance dans l'année sur la Vaige à Bouessay



- Analyse sur les Deux Fonds :

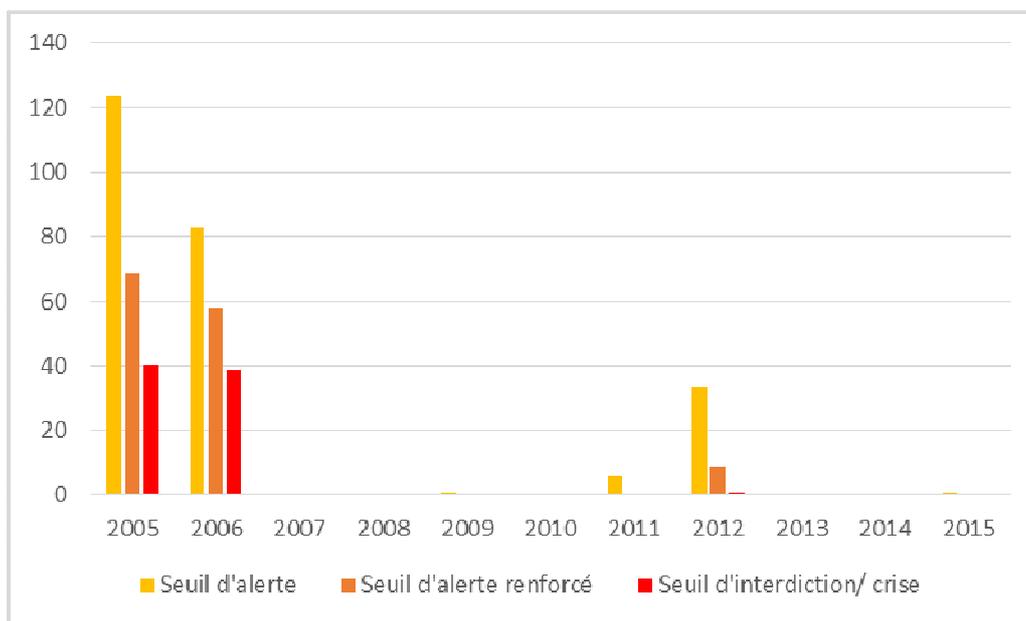


Figure 3-22 : Nombre de jours de dépassement des seuils de surveillance sur les Deux Fonds à Avoise

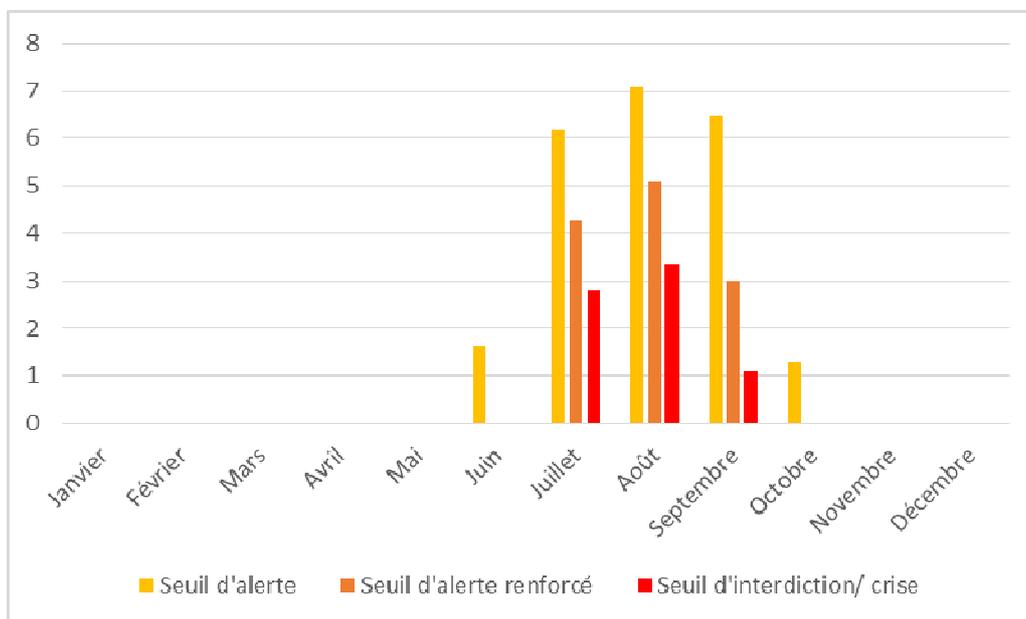


Figure 3-23 : Répartition des dépassements des seuils de surveillance dans l'année sur les Deux Fonds à Avoise



- Analyse sur la Gée :

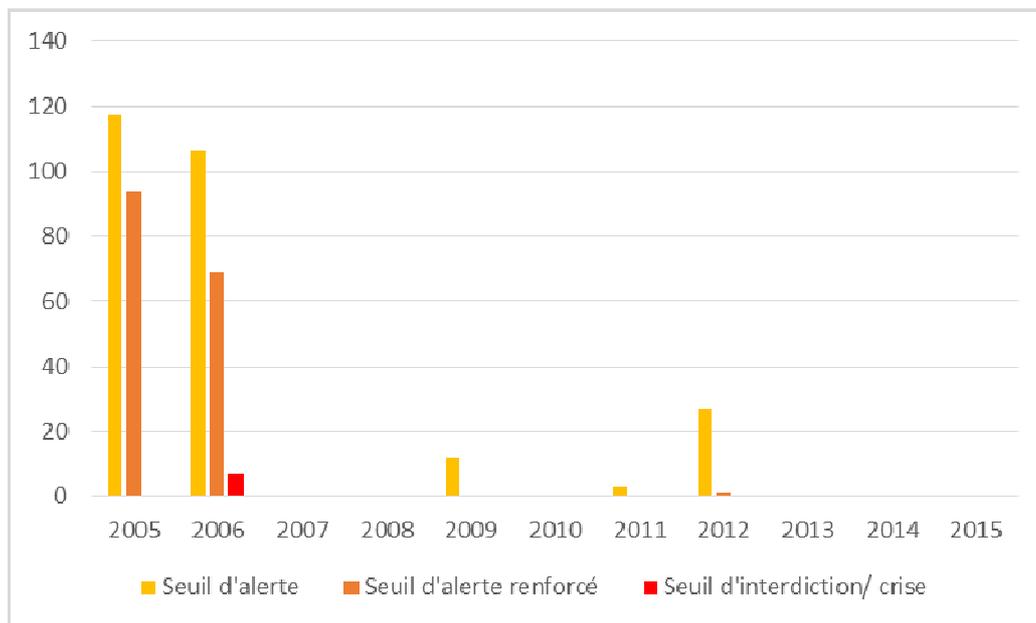


Figure 3-24 : Nombre de jours de dépassement des seuils de surveillance sur la Gée à Fercé-sur-Sarthe

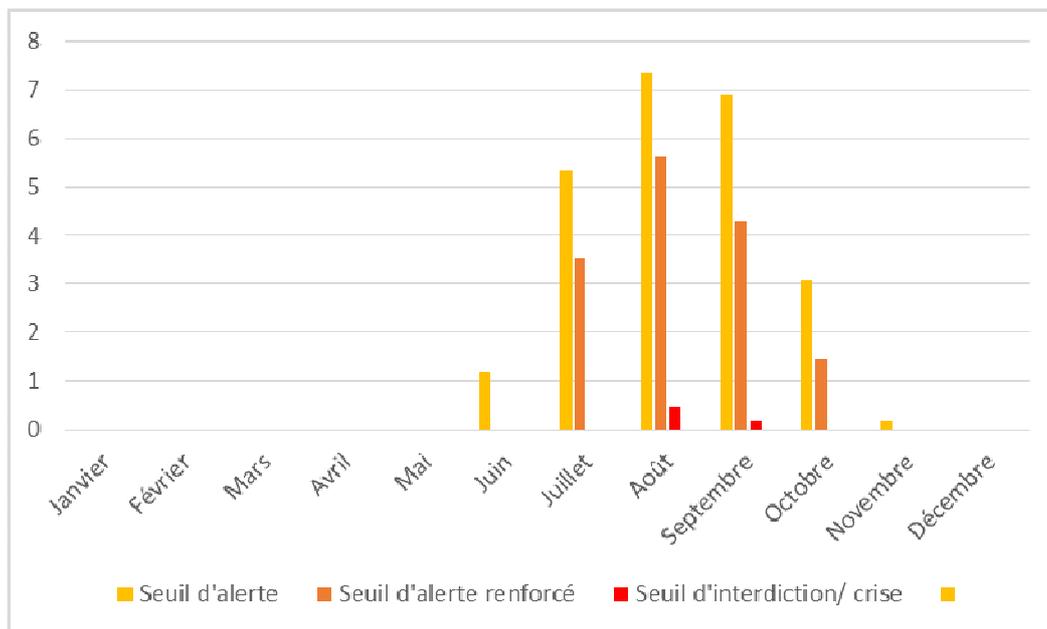


Figure 3-25 : Répartition des dépassements des seuils de surveillance dans l'année sur la Gée à Fercé-sur-Sarthe



- Analyse sur l'Orne Champenoise :

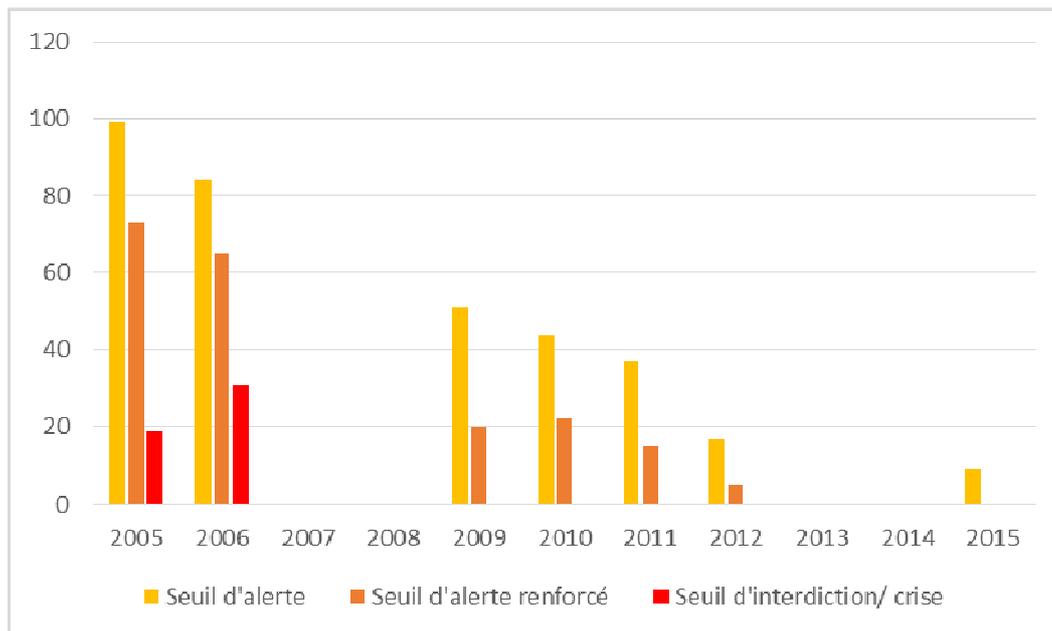


Figure 3-26 : Nombre de jours de dépassement des seuils de surveillance sur l'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans

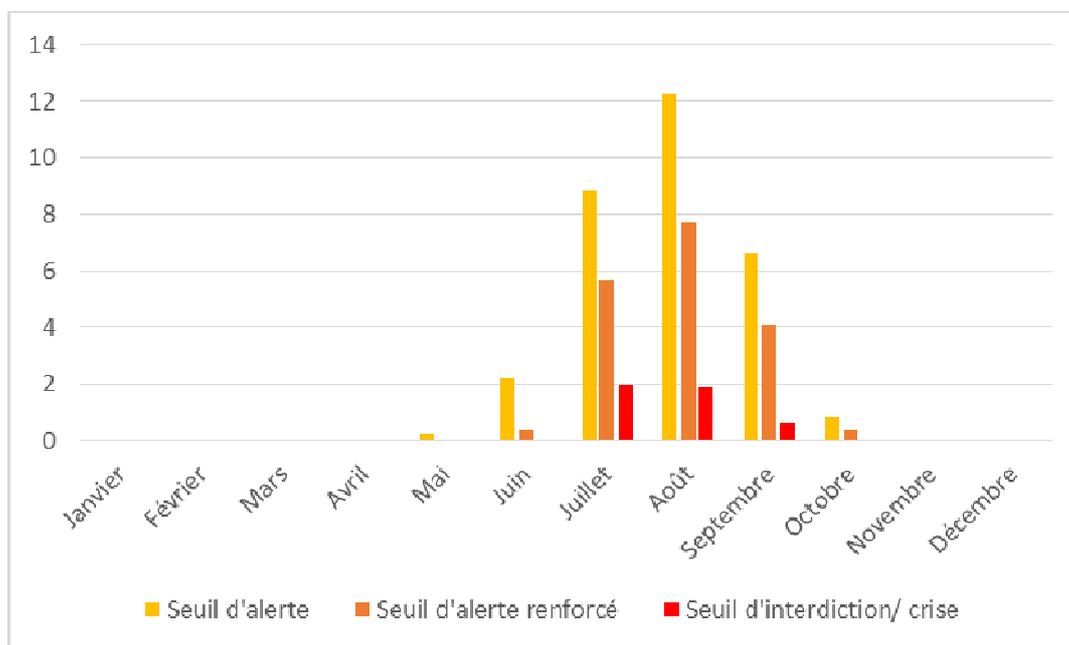


Figure 3-27 : Répartition des dépassements des seuils de surveillance dans l'année sur l'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans



- Analyse sur la Vègre :

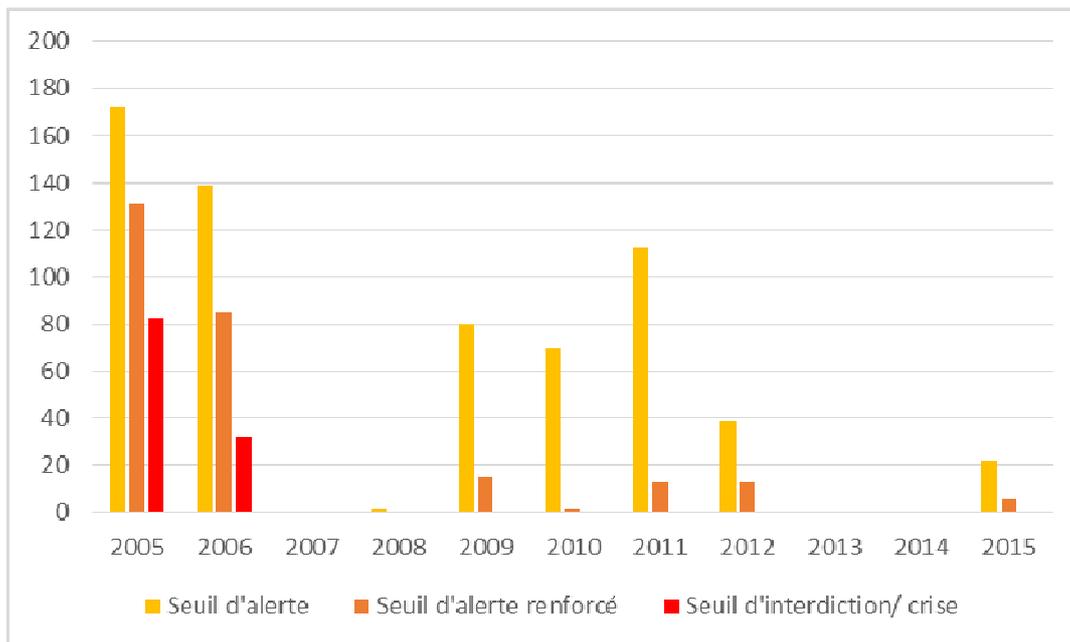


Figure 3-28 : Nombre de jours de dépassement des seuils de surveillance sur la Vègre à Asnières-sur-Vègre

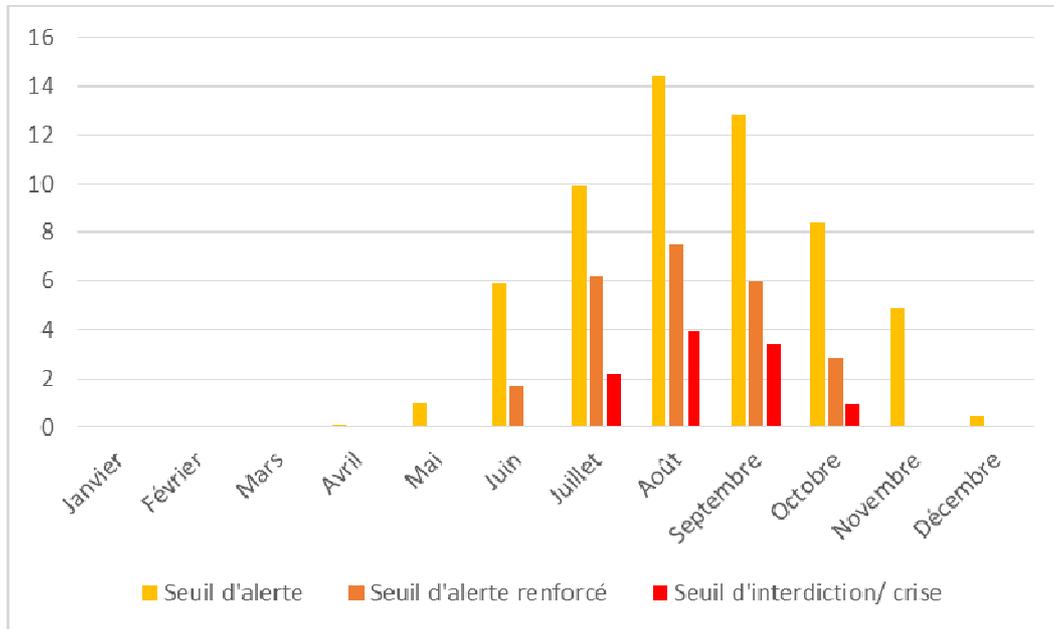


Figure 3-29 : Répartition des dépassements des seuils de surveillance dans l'année sur la Vègre à Asnières-sur-Vègre



- Analyse sur la Sarthe :

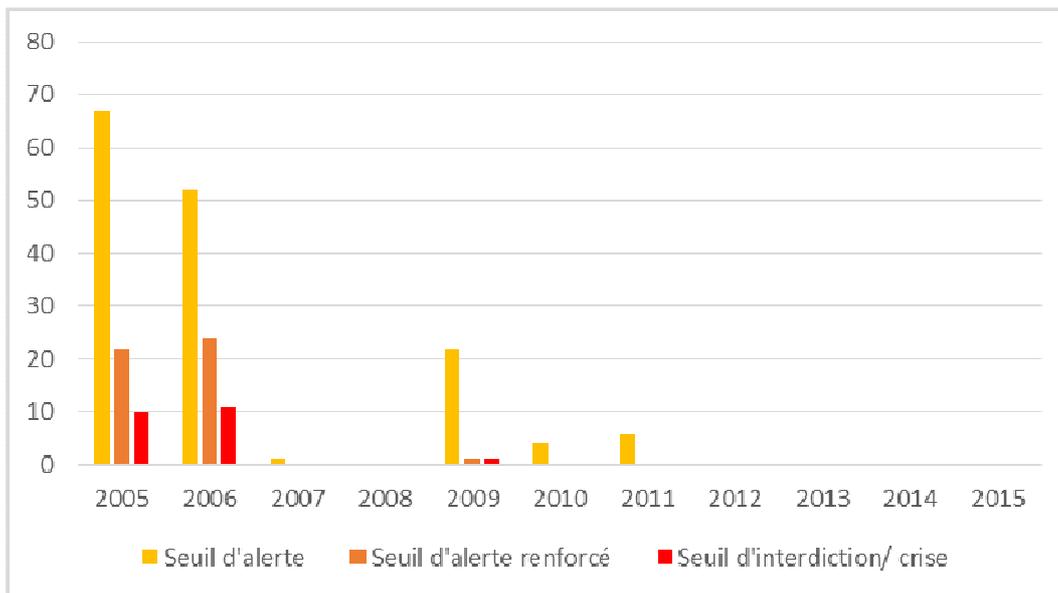


Figure 3-30 : Nombre de jours de dépassement des seuils de surveillance sur la Sarthe à Beffes

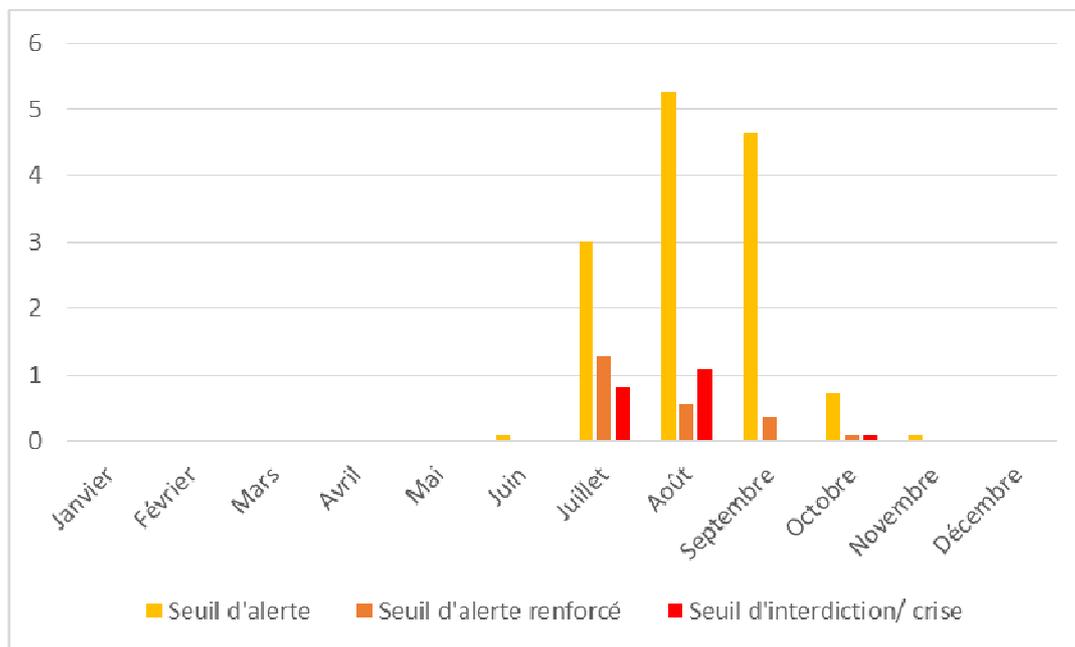


Figure 3-31 : Répartition des dépassements des seuils de surveillance dans l'année sur la Sarthe à Beffes



A partir des tableaux et des graphiques précédents, plusieurs constats peuvent être faits sur le périmètre du SAGE Sarthe aval :

- La Sarthe apparaît relativement préservée en période d'étiage. Les débits franchissent rarement les seuils fixés dans les arrêtés cadre. Les années 2005 et 2006 ressortent comme particulièrement sèches en période d'étiage avec un franchissement du seuil de crise. Toutefois, le nombre de jours de franchissement reste très restreint. Enfin, depuis 2007, la Sarthe ne semble pas soumise à des situations de crise importantes.
- La Vaige semble particulièrement impactée en période d'étiage. Les seuils de gestion sont franchis 8 années sur 11. Les franchissements s'étalent sur une période longue de 5 mois entre juillet et novembre.
- L'Orne Champenoise et la Vègre semblent également touchées avec des dépassements constatés 7 années sur 11. La période la plus critique pour l'Orne Champenoise se situe entre juin et octobre. Pour la Vègre, des dépassements des seuils sont constatés sur une période particulièrement longue de mai à octobre.
- Sur les Deux Fonds et la Gée, les seuils de surveillance sont dépassés un nombre significatif de jours 4 années sur 11. La période impactée s'étend sur 5 mois entre juin et octobre. Ces cours d'eau apparaissent donc sensibles à l'étiage.
- Enfin, les années 2007 et 2008 ont été exceptionnellement peu sèches presque aucun dépassement des seuils de surveillance n'a été observé (et aucun arrêté sécheresse n'a été pris sur le territoire sur ces deux années).



ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DU SARTHE AVAL

4.1 Suivi piézométrique

4.1.1 Points de suivi quantitatif

Sur la base des données disponibles sur le portail ADES, 13 points de suivi quantitatifs ont été recensés sur le territoire du SAGE Sarthe Aval.

La liste des points de suivi et des masses d'eaux souterraines associées est fournie en annexe 1. L'ensemble des piézomètres situé sur le périmètre du SAGE du Sarthe aval et recensés sur le portail ADES sont reportés sur la Figure 4 1.

Les principaux aquifères (Cénomaniens, Jurassique, de socle) apparaissent relativement bien suivis en termes de nombre de points et de répartition spatiale.

Néanmoins le nombre de point de suivi peut être très sensiblement réduit selon l'étendue des zones hydrographiques étudiées.



Tableau 4-1 : Aquifères captés par les points de suivi

Code	Masse d'eau	Superficie dans le SAGE (km ²) et % de la superficie du SAGE	Type	Etat hydraulique	Nombre de point de suivi
FRGG020	Sarthe Aval	1212,0 (44,5 %)	Socle	Libre	3
FRGG079	Calcaire et Marnes du Lias et Jurassique moyen de la bordure nord-est du massif armoricain	384,7 (14,1 %)	Dominante sédimentaire	Libre	4
FRGG080	Sables et grès du Cénomaniens <i>unité du Loir</i>	7,2 (0,3 %)	Dominante sédimentaire	Libre et captif, majoritairement captif	4
FRGG081	Sables et grès du Cénomaniens Sarthois	682,7 (25,1 %)	Dominante sédimentaire	Libre et captif, majoritairement libre	-
FRGG090	Craie du Séno-Turonien <i>unité du Loir</i>	85,8 (3,2 %)	Dominante sédimentaire	Libre et captif, majoritairement captif	-
FRGG105	Maine	16,6 (0,6 %)	Socle	Libre	-
FRGG111	Alluvions Loir	2,8 (0,1 %)	Alluvial	Libre	-
FRGG113	Alluvions Sarthe	191,3 (7 %)	Alluvial	Libre	1
FRGG120	Calcaire du Jurassique moyen captif de la bordure NE du Massif Armoricain	614,1 (22,6 %)	Dominante sédimentaire	Captif	1
FRGG121	Marnes du Callovien Sarthois	391,8 (14,4 %)	Imperméable localement aquifère	Libre	-
FRGG122	Sables et grès libres du Cénomaniens <i>unité de la Loire</i>	25,0 (0,9 %)	Dominante sédimentaire	Libre	-



4.1.2 Analyse des chroniques piézométriques

Dans ce chapitre, l'ensemble des chroniques piézométriques sont présentées par formation aquifère.

Les périodes d'observation débutent généralement au début des années 1990, soit environ 20 ans d'observation. Cependant 4 ouvrages présentent des périodes d'observation plus réduites (03564X0063/PZ, 03922X0001/P, 03925X0017/PZ et 04233X0066/P).

Le tableau présenté en annexe 1 indique pour chaque point de suivi la période couverte par les données disponibles.

4.1.2.1 Les aquifères de socle

Sur le périmètre d'étude, trois points de suivi des nappes de socle sont inventoriés :

- 03213X0011/ST-AEP – la Touche : formation des schistes et calcaires du Cambrien (?)
- 03564X0063/PZ – la Clémencière : Calcaires du Carbonifère
- 03567X0041/PZ4 – La Bougaudière : Calcaires du Carbonifère

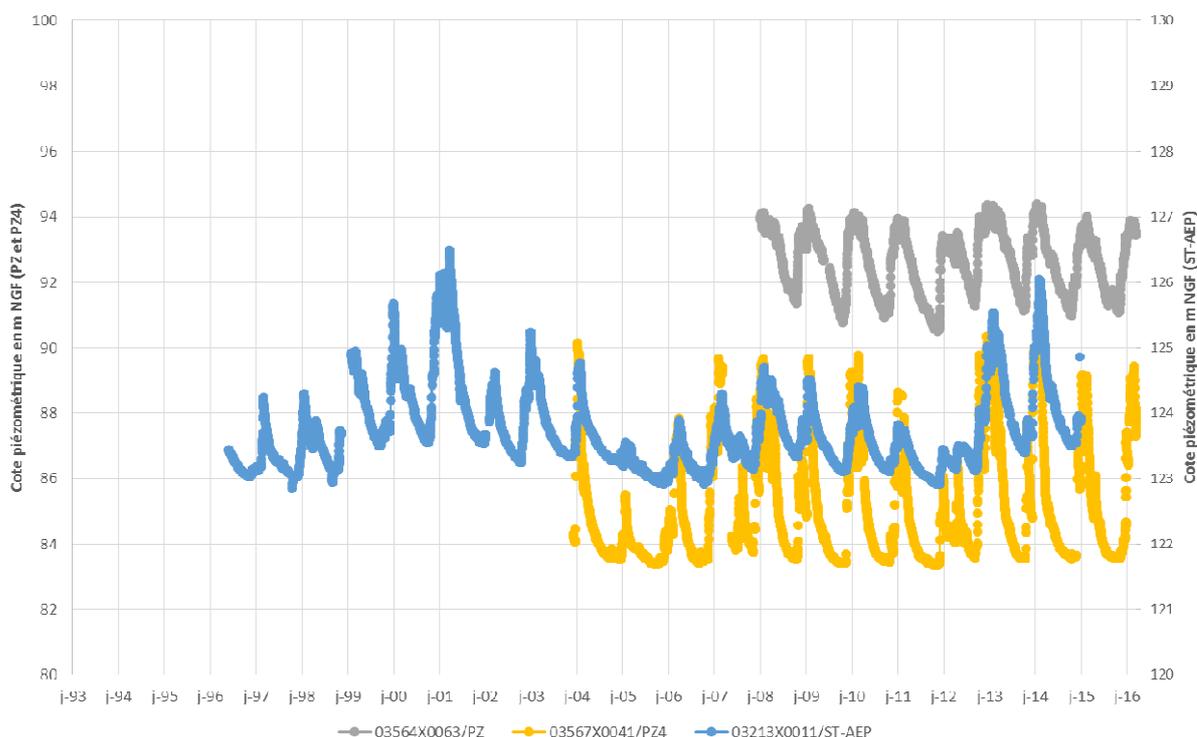


Figure 4-2 : Variations des niveaux des aquifère de socle dans le bassin versant Sarthe aval

Comme évoqué précédemment, dans les terrains de socle, la productivité des aquifères est étroitement liée à la présence et à l'épaisseur des altérites et au degré de fracturation es niveaux sous-jacents.



4.1.2.2 La nappe des formations jurassiques

Les formations aquifères du Lias et du Jurassique moyen ont leurs niveaux suivis par 5 points sur le périmètre du SAGE.

Le piézomètre « 03581X0003/SPZ5, Les Croix de Menueau » capte un niveau de calcaires **captifs** à double porosité d'interstices et de fissures. Les variations piézométriques de l'aquifère des calcaires du dogger sont d'amplitude faible de l'ordre de 2 à 4 m.

Les 4 autres piézomètres captent les calcaires **libres** du Lias ou du Dogger.

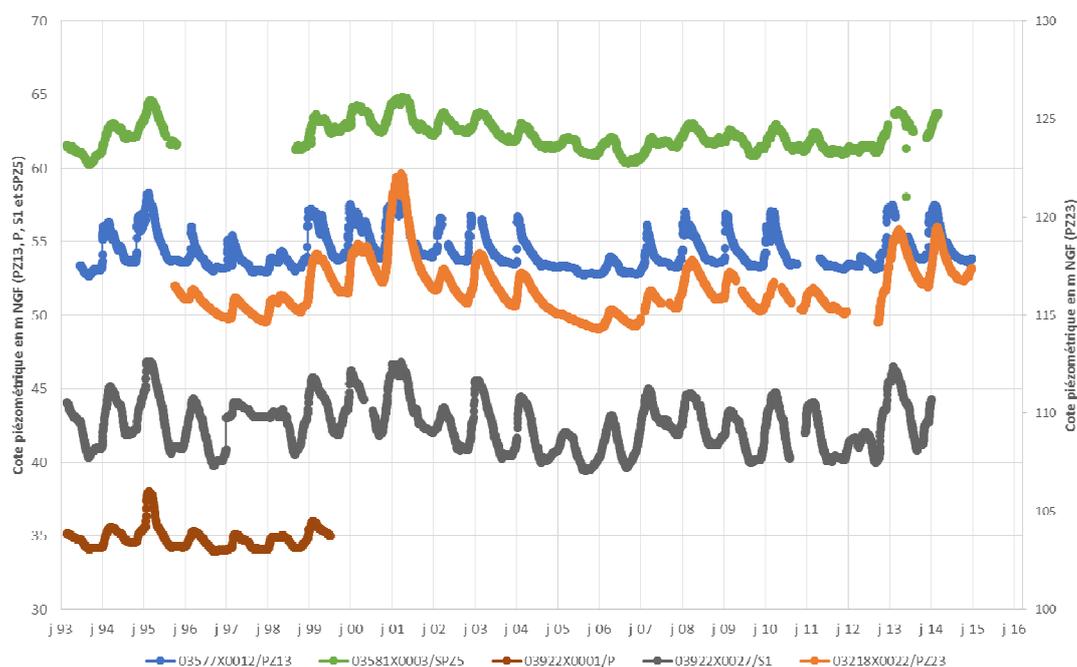


Figure 4-3 : Variations des niveaux des aquifère du Jurassique dans le bassin versant Sarthe aval

4.1.2.3 La nappe des sables du Cénomanién

Les variations piézométriques de l'aquifère des sables et grès du Cénomanién dans sa partie libre sont d'amplitude faible de l'ordre de 2 mètres en moyenne et peuvent aller jusqu'à 4 mètres. Les points de suivi ne semblent pas présenter de niveaux influencés par des pompages proches



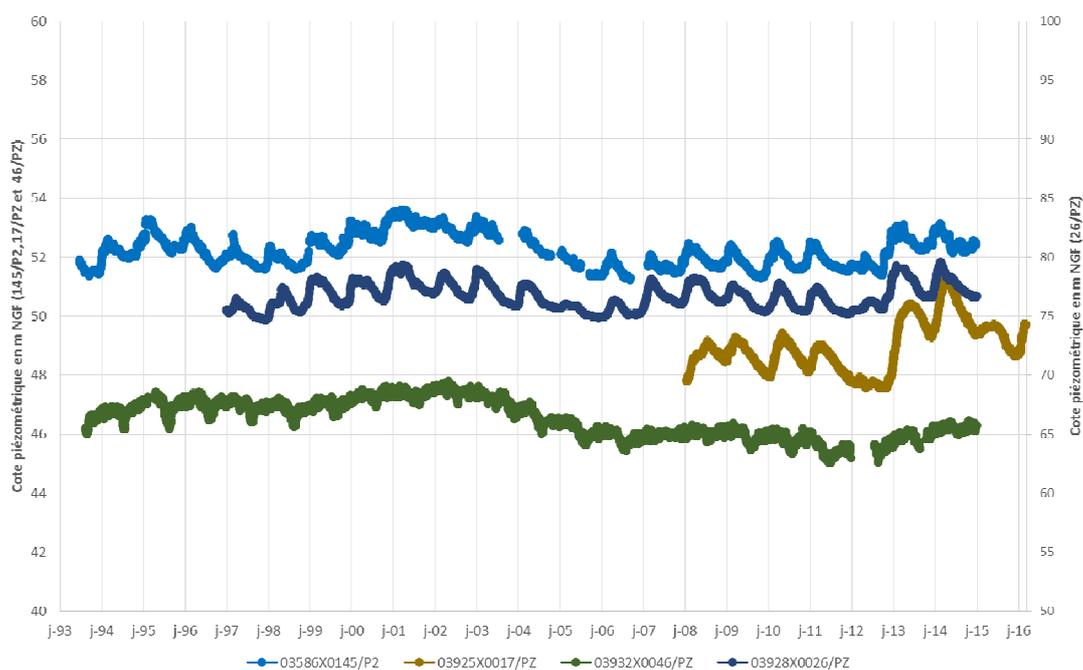


Figure 4-4 : Variations des niveaux de la nappe du Cénomanien dans le bassin versant Sarthe aval

Notons que le suivi des niveaux du piézomètre 03925X0017/PZ débute en 2008, soit seulement 8 ans d'observation.

4.1.2.4 La nappe des alluvions de la Sarthe

Un seul point de suivi est disponible sur le périmètre d'étude pour la nappe des alluvions. Ce suivi étant récent (novembre 2014), la période d'observation est insuffisante.

4.2 Relation nappe/rivière

4.2.1 Description générale des échanges nappe rivière

Les eaux souterraines du bassin aval de la Sarthe comptent les réservoirs aquifères principaux suivants :

- La nappe des sables et grès du Cénomanien, que draine l'Huisne jusqu'à la confluence avec la Sarthe au Mans ;
- Les nappes de calcaires jurassiques, où siège un aquifère de faible capacité mais à circulation rapides des eaux souterraines ;
- Les nappes du socle, qui ne possèdent pas d'aquifère de grande extension mais peuvent être également le lieu de transferts rapides des eaux souterraines.



La nappe alluviale du Sarthe aval est par nature le lieu privilégié des échanges entre le cours d'eau et les autres nappes libres plus profondes. Elle est directement alimentée par la Sarthe aval, avec cependant un temps de réaction. Mais elles drainent aussi les nappes latérales.

L'aquifères des sables et grès du Cénomaniens affleure dans le bassin aval de la Sarthe à la faveur des vallées qui entaillent la craie cénomaniens. Cette nappe est ainsi drainée par les cours d'eau et peut être alimentée directement ou indirectement par la nappe de la craie du Turonien à travers les marnes à Ostracées.

En zone d'affleurement, les cours d'eau drainent les nappes de calcaires jurassiques.

4.2.2 Quantification de la contribution des nappes

4.2.2.1 Méthode de séparation des écoulements

La séparation des écoulements a pour objectif d'identifier différentes composantes de l'écoulement total observé en une station de mesure de débit.

Les chroniques de débits de 14 stations hydrométriques du territoire d'étude ont été traitées à l'aide du filtre numérique développé par Chapman. Ce filtre permet la séparation de l'hydrogramme en deux composantes :

1. la composante associée aux **basses fréquences correspondant à l'écoulement lent** (flux d'infiltration) ;
2. la composante associée aux **hautes fréquences correspondant à l'écoulement rapide** (flux provenant du ruissellement).

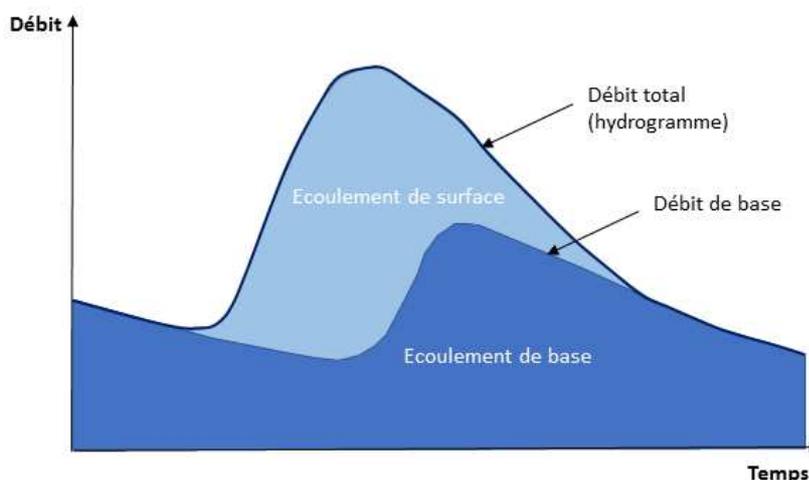


Figure 4-5 : Schéma de la séparation d'hydrogramme (Brodie et al., 2007)

Cette technique de filtrage, développée par Chapman pour l'identification des composantes liées aux eaux souterraines dans les écoulements naturels, utilise un filtre numérique décrit par l'équation suivante :

$$Q_k = \frac{3\alpha - 1}{3 - \alpha} Q_{k-1} + \frac{1 - \alpha}{3 - \alpha} (Y_k + Y_{k-1})$$

Y_k : débit de la rivière au jour k / Q_k : débit de base au jour k / $\alpha = 0.925$



4.2.2.2 Estimation du « Base Flow Index »

L'indice des basses eaux (« Base Flow Index ») est un indice mesurant, sur une période donnée, la proportion du débit total du cours d'eau par le débit de base (rapport entre le volume provenant de l'écoulement de base et le volume total mesuré).

Le « Base Flow Index » (BFI) est révélateur de l'existence de stocks d'eau plus ou moins important. Cet indicateur varie entre 0 et 100 %. **Plus il est élevé, plus la contribution des stocks d'eau est importante.** Sur un bassin pluvial, un BFI proche de 100% est donc révélateur d'une forte composante souterraine sur les débits du cours d'eau.

L'approche consiste à étudier les valeurs de percentiles des débits de base « BaseFlowIndex » évalués sur la période couverte pour permettre d'observer l'évolution de la contribution de la nappe dans le temps.

Le BFI des dix premiers percentiles correspond au BFI moyen des 10 % des valeurs les plus faibles. Les percentiles 20, 50 et 80 ont été extraits afin de comparer les stations entre elles. Pour chaque station, la période de mesure couverte est indiquée.

La décomposition de l'hydrogramme de chaque station, sur la période 2000-2015, est présentée en annexe 3.

Le Tableau 4-2 et la Figure 4-6 présentent les valeurs de percentiles des BFI calculés sur la période de données disponibles pour les 14 stations hydrométriques retenues sur le bassin versant.

Tableau 4-2 : Estimation de la médiane et des percentiles 20 et 80 des valeurs de « BaseFlowIndex » pour les principales stations

Station	Dénomination	Période couverte	Valeur du percentile 50	Valeur du percentile 20	Valeur du percentile 80
1	La Sarthe à Spay	2007 - 2016	0.55	0.43	0.66
2	La Sarthe à Saint-Denis-d'Anjou	1971 - 2016	0.54	0.43	0.66
3	Le Roule Crottes à Arnage	1993 - 2016	0.58	0.43	0.74
4	Le Rhonne à Guécélard	1988 - 2016	0.58	0.40	0.80
5	L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans	1984 - 2016	0.56	0.45	0.67
6	La Gée à Fercé-sur-Sarthe	1984 - 2016	0.54	0.45	0.72
7	La Vézanne à Malicorne-sur-Sarthe	1992 - 2016	0.57	0.41	0.76
8	Le Deux Fonds à Avoise	1992 - 2016	0.52	0.47	0.57
9	Le Berdin à Tennie	1982 - 2016	0.58	0.43	0.73
10	La Vègre à Asnières-sur-Vègre	1980 - 2016	0.55	0.44	0.76
11	L'Erve à Voutré	1998 - 2016	0.54	0.46	0.62
12	L'Erve à Auvers-le-Hamon	1972 - 2016	0.57	0.43	0.75
13	La Vaige à Bouessay	1980 - 2016	0.64	0.41	0.91
14	La Taude à Saint-Brice	1981 - 2016	0.58	0.45	0.74

D'une manière générale, on constate que les percentiles 50 montre un BFI moyen proche de 0,56 ce qui tend à indiquer que la contribution des nappes est importante pour toutes les



principales stations du secteur d'étude.

La Figure 4-6 permet de visualiser les valeurs de percentiles des BFI de chaque station. Cette représentation est disponible de manière plus détaillée en annexe 4.

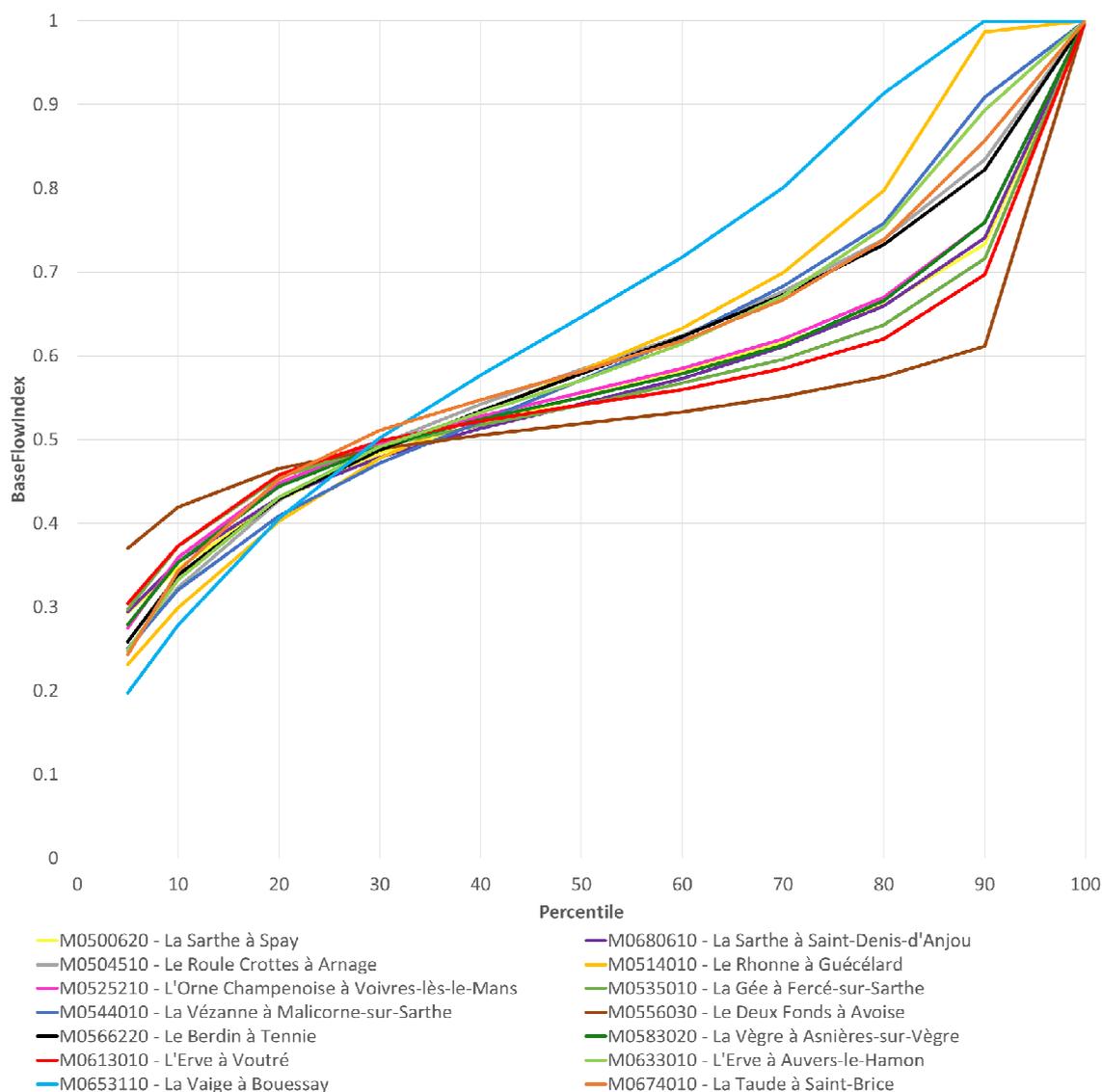


Figure 4-6 : Evolution des valeurs de percentiles des débits de base « BaseFlowIndex »

Les variations des valeurs de percentiles des débits de base indiquent que les comportements diffèrent par station, notamment :

- sur le Deux Fonds à Avoise, la contribution des eaux souterraines à l'écoulement de surface est constante avec des valeurs des percentiles 20 et 80 de respectivement 0,47 et 0,57 ;
- sur la Vaige à Bouessay, la contribution des eaux souterraines à l'écoulement de surface est plus variable avec des amplitudes de valeurs plus importantes entre 0,41 et



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

0,91 pour les percentiles 20 et 80.

Pour apporter une analyse plus fine de ces différences, une approche par les débits moyens interannuels de base est présentée ci-après.

4.2.2.3 Approche par débit de base moyen interannuel

Après avoir séparé les débits de base de l'écoulement total sur chaque station retenu, **la moyenne de ces débits a été calculée sur chaque mois**. Les variations des débits moyens interannuels de base de chaque station sont présentées en annexe 5.

L'étude de ces graphiques indique que la contribution des apports souterrains aux débits des cours d'eau semble équivalente à celle du ruissellement. Bien que surestimés, les apports souterrains déterminés par séparations d'hydrogramme sont importants.

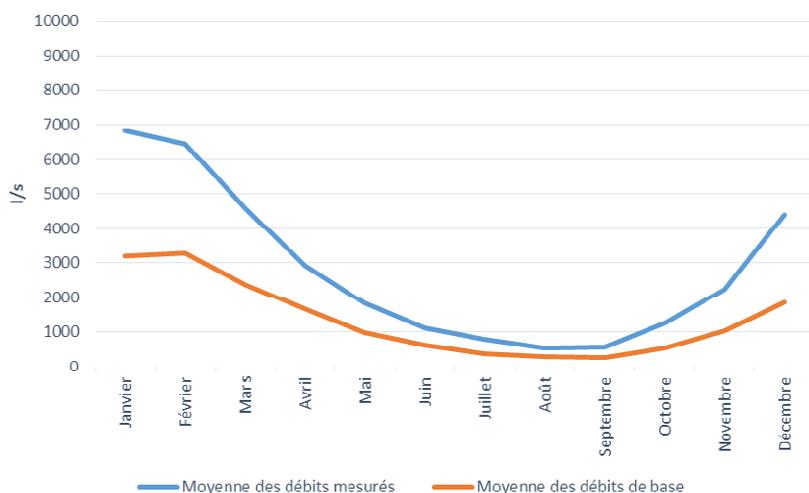


Figure 4-7 : Variations des débits moyens interannuels de base de la station de la Vaige à Bouessay

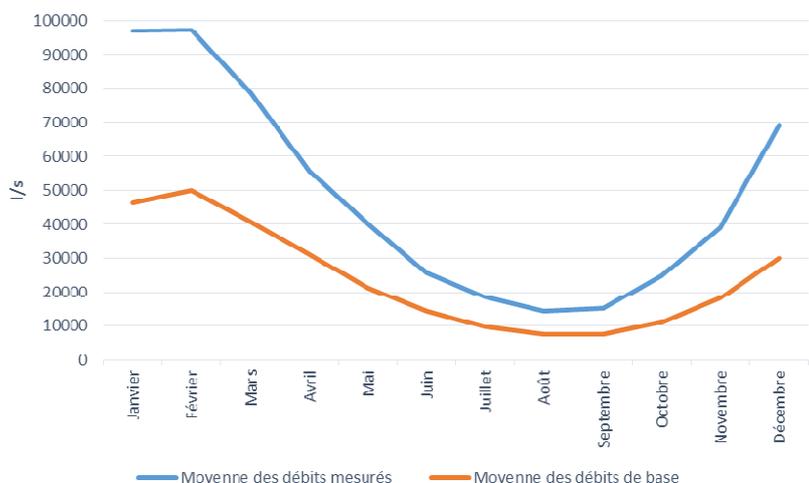


Figure 4-8 : Variations des débits moyens interannuels de base de la station de la Sarthe à Saint-Denis-d'Anjou

La Figure 4-7 et la Figure 4-8 permettent par ailleurs d'observer un comportement différent en période estivale. Les courbes de débits moyens totaux et de débits moyens de base obtenues



sur la station de la Vaige sont resserrées à la différence des courbes obtenues sur la station de la Sarthe plus éloignées. Sur la période estivale, lorsque le débit total se rapproche du débit de base, cela traduit une forte contribution des eaux souterraines et une faible part de ruissellement.

Ce comportement est visible sur les stations de la Vaige, de la Vézanne, de la Taude, du Berdin et du Rhonne. De plus les valeurs du percentile 80 de BFI observées sur ces stations sont élevées, exprimant une contribution plus importante de la nappe par rapport aux eaux superficielles. L'analyse faite à partir des deux approches fournit donc des résultats concordants.

Notons que ces stations sont majoritairement situées en contexte de socle ou en amont du bassin, ce qui illustre un fonctionnement spécifique sur ces secteurs avec une faible part de ruissellement sur les périodes estivales.



PROPOSITION DE DECOUPAGE EN SOUS UNITE DE GESTION

Le périmètre du SAGE Sarthe aval a été découpé en plusieurs sous-bassins versants qui correspondront aux unités sur lesquelles une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau sera définie en fin de mission.

Les sous-bassins versants ont été définis selon les critères suivants :

- La cohérence avec les masses d'eau décrites dans le SDAGE Loire-Bretagne,
- La proximité avec une station hydrométrique,
- La disponibilité d'un piézomètre représentatif sur le sous bassin concerné pour l'analyse des aquifères,
- Les usages de l'eau. Il s'agit de répartir et cerner correctement les usages de l'eau en présence sur le bassin versant ainsi que les principales pressions anthropiques qui s'exercent sur la ressource en eau.

Les critères précédents ont permis d'aboutir à un premier découpage du périmètre du SAGE Sarthe aval en 12 unités de gestion. Pour faciliter la suite de l'étude, ces unités de gestion seront nommées :

- **La Sarthe et ses affluents de l'amont du bassin versant jusqu'à l'amont de la confluence avec l'Orne Champenoise ou « Sarthe aval » amont ;** Sur le secteur amont, la Sarthe et ses affluents ont un comportement hydrologique homogène et sont donc intégrés à la même unité de gestion. Cette unité est contrôlée par les stations hydrométriques du Rhonne à Guécélard et du Roule-Crotte à Arnage. Elle intègre également le Fessard.
- **La Sarthe de l'aval de la confluence avec l'Orne Champenoise et la station hydrométrique de Beffes ou « Sarthe aval » médian 1 ;** Cette unité de gestion s'étend de la confluence de l'Orne Champenoise avec la Sarthe jusqu'à la station hydrométrique de Beffes à Saint-Denis d'Anjou qui servira de point de calage pour la quantification du potentiel naturel du bassin. Elle intègre également le Préau, le Renon, la Vauloge et la Buchardière.
- **L'Orne Champenoise et ses affluents ;** L'analyse menée précédemment a mis en évidence des situations de tensions quantitatives sur ce cours d'eau. Ainsi, il semble intéressant de l'identifier comme unité de gestion d'autant plus qu'une station hydrométrique est présente à l'exutoire de la masse d'eau à Voivres-lès-le-Mans.



- **La Gée et ses affluents ;** La Gée apparaît comme un affluent important de la Sarthe sur sa partie amont. Ainsi ce découpage permettra d'affiner les connaissances sur le cours d'eau et les pressions existantes. La station hydrométrique de Fercé-sur-Sarthe servira de point de calage pour la quantification du potentiel naturel du bassin.
- **La Vézanne et ses affluents ;** Cette unité de gestion a été proposée compte tenu des faibles débits caractéristiques du cours d'eau. L'existence d'une station hydrométrique à Malicorne-sur-Sarthe permet d'envisager un découpage sur ce secteur en unité de gestion afin d'affiner les connaissances sur le cours d'eau et les pressions de prélèvements existantes.
- **Les Deux Fonds et ses affluents ;** Cette unité de gestion a été proposée compte tenu des pressions quantitatives s'exerçant sur le cours d'eau. D'autre part, les Deux Fonds dispose d'une station hydrométrique en son exutoire, à Avoise. Elle servira à caler le modèle et caractériser les écoulements sur ce secteur.
- **La Vègre et ses affluents ;** La Vègre est l'un des affluents principaux de la Sarthe. Il apparaît ainsi essentiel de l'identifier comme une unité de gestion. D'autre part, ce cours d'eau semble rencontrer des problématiques quantitatives en période d'étiage d'après l'analyse menée précédemment. Ce découpage permettra d'affiner les connaissances sur le secteur et caractériser les pressions (prélèvements / rejets) existantes. La station hydrométrique d'Asnières-sur-Vègre servira de point de calage pour la quantification du potentiel naturel du bassin.
- **L'Erve et ses affluents ;** de même que la Vègre, l'Erve est un affluent majeur de la sarthe. Il apparaît ainsi essentiel de l'identifier comme une unité de gestion. La station hydrométrique d'Auvers le Hamon située après la confluence avec le Treulon servira à caler le modèle et caractériser les écoulements sur ce secteur.
- **La Vaige et ses affluents ;** La vaige subit des perturbations fréquentes des écoulements en période d'étiage et ressort comme un cours d'eau en déséquilibre quantitatif. La possibilité de l'identifier comme unité de gestion a donc été saisie. La station hydrométrique de Bouessay proche de l'exutoire servira de point de calage pour la quantification du potentiel naturel du bassin.
- **La Taude et ses affluents ;** Cette unité de gestion a été proposée compte tenu des pressions quantitatives importantes s'exerçant sur le cours d'eau. En effet, l'analyse du réseau de suivi des écoulements menée précédemment a montré que ce secteur été impacté en période d'étiage. D'autre part, la Taude dispose d'une station hydrométrique, à Saint-Brice. Elle servira à caler le modèle et caractériser les écoulements sur ce secteur
- **La Sarthe et ses affluents de l'aval de la station hydrométrique de Beffes jusqu'à la confluence avec la Baraize ou « Sarthe aval » médian 2 ;** Cette unité de gestion comprend la Sarthe et ses affluents (Baraize et Voutonne). Très peu d'informations sont disponibles sur ces cours d'eau et aucune station n'est présente sur ce tronçon. Ainsi, ce découpage permettra d'améliorer les connaissances sur le fonctionnement hydrologique et les pressions existantes.



- **La Sarthe et ses affluents de l'aval de la confluence avec la Baraize jusqu'à l'aval du bassin versant ou « Sarthe aval » aval.** Cette unité de gestion comprend la Sarthe et ses affluents (Pré-Long, Margas, Plessis et Piron). De même que précédemment, ces cours d'eau à l'aval du bassin versant sont très peu suivis et peu d'informations sont disponibles sur leur état quantitatif. ce découpage permettra d'améliorer les connaissances sur le fonctionnement hydrologique et les pressions existantes à l'aval du bassin versant.

Au-delà de ces éléments, précisons que les unités proposées doivent avoir un caractère « opérationnel ». En effet dans l'absolu, il est possible de subdiviser encore davantage le périmètre du SAGE Sarthe aval.

Toutefois l'objectif de l'étude est de définir des volumes prélevables, des débits et niveaux piézométriques objectifs sur chaque unité de gestion. Il conviendra ainsi aux acteurs du territoire de s'assurer du respect des valeurs indiquées et de disposer, *de facto*, de moyens pour pouvoir les contrôler.

D'autre part, cette étude vise à proposer un programme d'actions ciblé par unité de gestion pour résorber les déficits quantitatifs. Ainsi, il convient de s'assurer qu'une marge de manœuvre existe sur chaque unité pour améliorer la situation.

La première proposition de découpage soumise aux acteurs et présentée ci-dessous.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

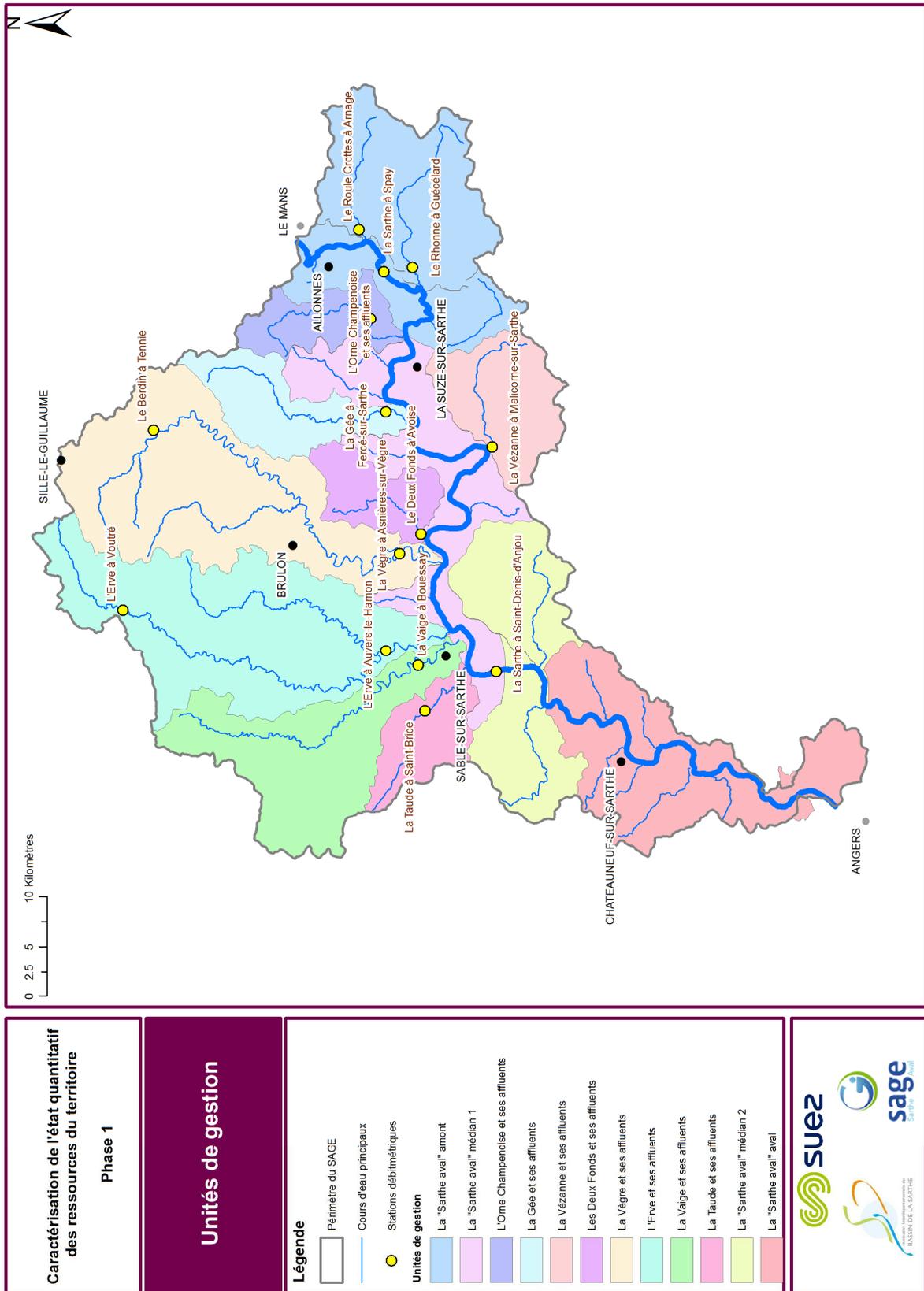


Figure 5-1: Découpage en unités de gestion – Confrontation localisation stations hydrométriques

Fi



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

Lors de la réunion du Bureau de CLE du 07 juin 2016, les acteurs ont souhaité que le découpage proposé soit mis en regard du contexte géologique sur la zone d'étude. En effet, au-delà des critères cités précédemment, il convient de s'assurer que les unités de gestion aient un comportement hydrogéologique similaire.

Afin d'éclairer l'analyse, la carte suivante superpose les unités de gestion retenue avec le contexte géologique.



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

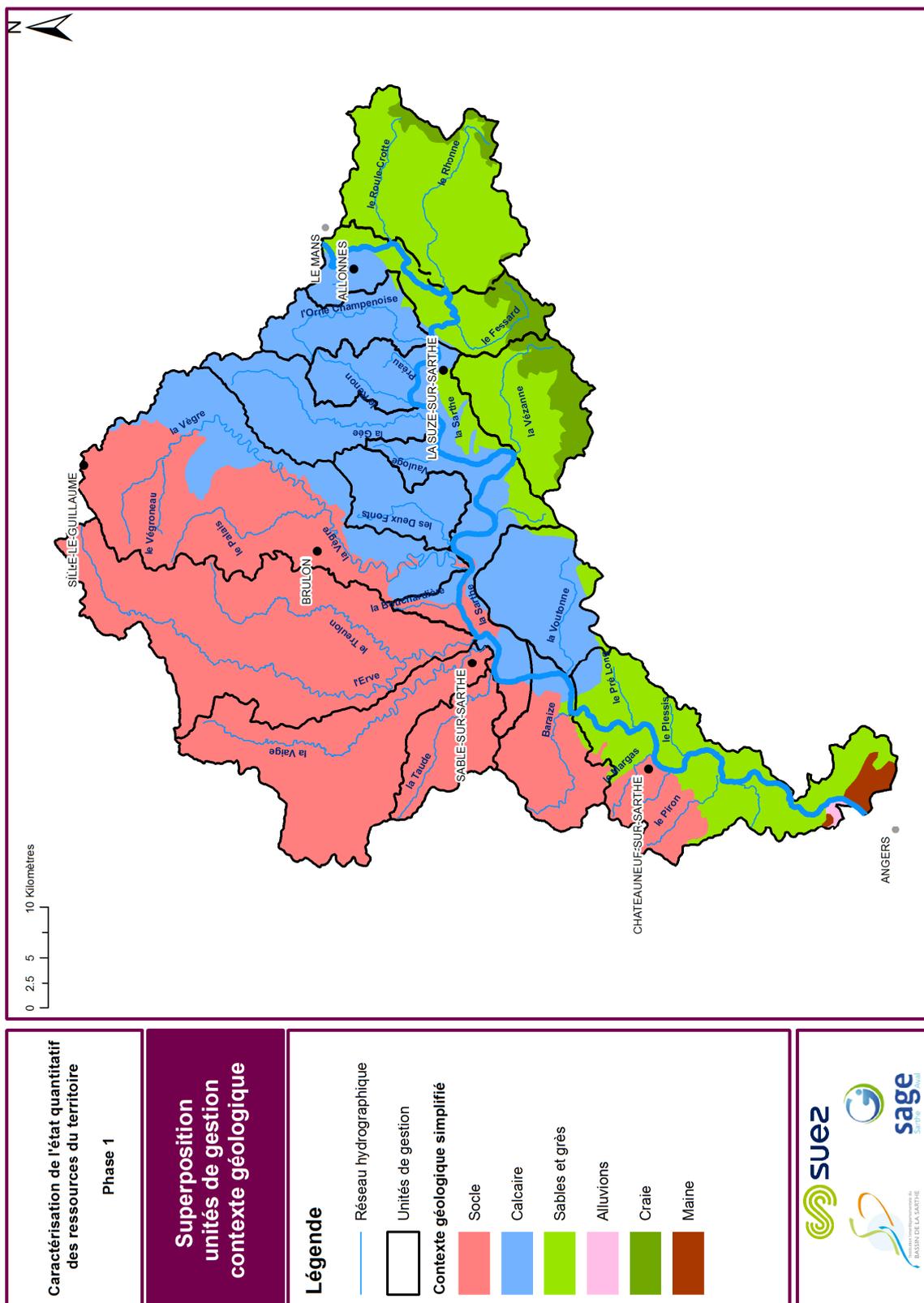


Figure 5-2: Superposition contexte géologique / unités de gestion



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

De manière générale, le découpage proposé respecte bien les masses d'eau souterraines. Ainsi, les unités s'étendent majoritairement sur un contexte géologique de :

- Socle pour la Taude, la Vaige et l'Erve ;
- Sable et grès pour la Sarthe amont, la Vézanne et la Sarthe aval,
- Calcaire pour l'Orne Champenoise, la Gée, les Deux Fonds et la Sarthe médian.

La question peut se poser en revanche pour la Vègre et la Sarthe médian 2. En effet, ces unités de gestion se situent sur deux contextes géologiques distincts : socle et calcaire.

Ainsi pour l'unité « Sarthe médian 2 », il est proposé de distinguer la Voutonne de la Baraize. En effet, la Baraize s'écoule sur un contexte de socle alors que la Voutonne s'écoule sur un contexte calcaire. La difficulté résidera ici en l'absence de point de calage à l'exutoire de ces masses d'eau. Les résultats du modèle seront ainsi à manipuler avec précaution car « non calés ».

Pour la Vègre, un sous découpage simple de cette unité de gestion ne peut être proposé pour tenir compte des différences de contexte géologique. L'unité de gestion est maintenue telle quelle mais une vigilance sera apportée lors de la construction et l'exploitation du modèle. Par ailleurs, le chevauchement reste à la marge sur la frange Est de l'unité de gestion. Le contexte de socle prévaut largement sur celui calcaire. Ainsi, il est probable que cette différence de comportement hydrogéologique ne nuise pas à la fiabilité des résultats obtenus en sortie de modèle, d'autant plus que l'échelle d'analyse de l'étude reste macroscopique.

Enfin, suite à la réunion du Bureau de CLE du 06 septembre 2016, les acteurs ont souhaité découper l'unité de gestion de l'Erve en 2 nouvelles unités : l'Erve et le Treulon afin de prendre en compte les différences de fonctionnement hydrologique.

Ainsi, le découpage définitif se compose de 14 unités de gestion intitulées :

- **La Sarthe amont,**
- **La Sarthe médian,**
- **La Sarthe aval,**
- **L'Orne Champenoise,**
- **La Gée,**
- **La Vézanne,**
- **Les Deux Fonds,**
- **La Vègre,**
- **L'Erve,**
- **Le Treulon,**
- **La Vaige,**
- **La Taude,**
- **La Voutonne,**
- **La Baraize.**



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

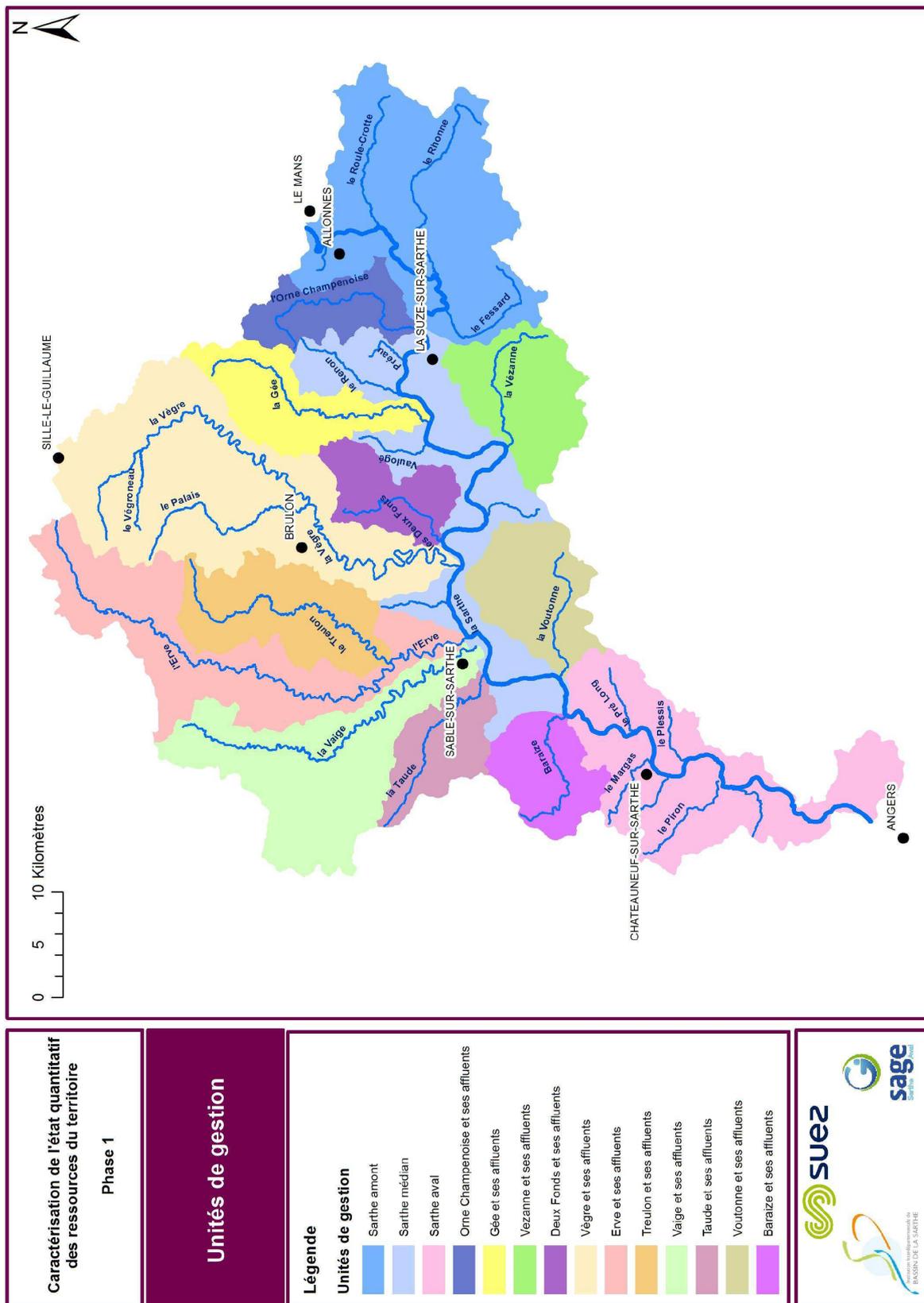


Figure 5-3 : Nouveau découpage proposé suite à la réunion des bureaux de CLE du 07 juin et du 06 septembre 2016



BIBLIOGRAPHIE

S. KUKLAN, J.C. et O. LIMASSET (1968) – Ressources en eaux souterraines du département de la Sarthe, note préliminaire, projet de programme d'étude. Rapport BRGM/69SGL020BPL, 42 p.

ROUX JC. (2006) - Aquifères & eaux souterraines en France, Tome 1. Ouvrage collectif sous la direction de Jean-Claude Roux. BRGM éditions.

MARDHEL V., PINAULT JL., STOLLSTEINER P., ALLIER D. (2007) – Etudes des risques d'inondation par remontées de nappes sur le bassin de la Maine, contribution des eaux souterraines aux phénomènes d'inondation. Rapport BRGM/RP-55562-FR, 156 p.

Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux Sarthe Aval, Etat des Lieux. Rapport validé par la CLE le 21 juin 2013, 250 p.

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire-Bretagne, 2016-2021. Adopté par le comité de bassin le 4 novembre 2015, 360 p.

SIGES Pays de la Loire (<http://sigespal.brgm.fr/>)

SIGES Centre-Val de Loire (<http://sigescen.brgm.fr/>)



ANNEXE 1

PIEZOMETRES DE SUIVI (ADES)



RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

Code National BSS	Dénomination	Département	Commune	X_L93	Y_L93	Altitude	Profondeur investigation maximale	Mode de gisement	Code masse eau	Masse eau	Nombre de mesures	Période couverte
03213X0011/ST-AEP	LA TOUCHE	72	Rouesse-Vasse	464162.1	6789383.5	150	37	Libre	FRGG020	Bassin versant de la Sarthe aval	6663	30/05/1996 - 13/01/2015
03218X0022/PZ23	LE CAMP DES BRETONS	72	Conille	474304.2	6785699.6	156	62.5	Libre	FRGG079	Calcaires et marnes du Lias et Dogger mayennais et sarthois libres	6434	07/10/1995 - 13/01/2015
03564X0063/PZ	SAINT-PIERRE-SUR-ERVE	53	Saint-Pierre-Sur-Erve	445977.6	677296.0	95.43	44	Libre	FRGG020	Bassin versant de la Sarthe aval	2909	11/01/2008 - 04/04/2016
03567X0041/PZ4	GREZ EN BOUERE	53	Grez-En-Bouere	435355.4	6760456.5	91.3	30.8	Libre	FRGG020	Bassin versant de la Sarthe aval	4397	10/12/2003 - 07/04/2016
03577X0012/PZ13	LA CULLOTIERE	72	Saint-Pierre-Des-Bois	466153.1	6765433.3	59	27.4	Libre	FRGG079	Calcaires et marnes du Lias et Dogger mayennais et sarthois libres	7330	23/06/1993 - 13/01/2015
03581X0003/SPZ5	LES CROIX DE MENUJEU	72	Coulans-Sur-Gee	477776.8	6770483.9	130	125	Captif	FRGG120	Calcaires du Lias et Dogger mayennais et sarthois captifs	5555	25/02/1993 - 23/03/2014
03586X0145/PZ	LA HARDANGERE	72	Allonnes	486622.4	6765843.9	54	12	Libre	FRGG081	Sables et grès du Cénomaniens sarthois libres et captifs	7318	19/06/1993 - 11/01/2015
03922X0001/P	PROMENADE DES TOURET	72	Parce-Sur-Sarthe	460457.6	6753378.6	39.67	9	Libre	FRGG079	Calcaires et marnes du Lias et Jurassique moyen de la bordure nord-est du massif	1247	25/02/1993 - 09/07/1999
03922X0027/S1	LA RICHARDIERE	72	Parce-Sur-Sarthe	459156.6	6753544.9	49	31.5	Libre	FRGG079	Calcaires et marnes du Lias et Jurassique moyen de la bordure nord-est du massif	4914	25/02/1993 - 22/01/2014
03925X0017/PZ	DAUMERAY	49	Daumeray	448586.9	6740032.0	62.13	25	Libre	FRGG081	Sables et grès du Cénomaniens sarthois libres et captifs	2918	24/01/2008 - 18/03/2016
03928X0026/PZ	LE BUISSON	72	Ligron	473636.7	6744706.0	85	40	Libre	FRGG081	Sables et grès du Cénomaniens sarthois	4688	31/12/1996 - 12/01/2015
03932X0046/PZ	LE GRAND LIVERNOIS	72	Cerans-Fouilletourte	483560.8	6752098.8	84	0	Indéfini	FRGG081	Sables et grès du Cénomaniens sarthois libres et captifs	7407	11/08/1993 - 12/01/2015
04233X0066/P	CHEFFES	49	Cheffes	436600.8	6730415.0	20	4.8	Libre	FRGG113	Alluvions de la Sarthe	504	18/11/2014 - 04/04/2016



ANNEXE 2
SUIVI QUANTITATIF DE LA
RESSOURCE SOUTERRAINE
PAR SOUS UNITE DE
GESTION



Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

Phase 1

Suivi quantitatif de la ressource souterraine par sous unités de gestion

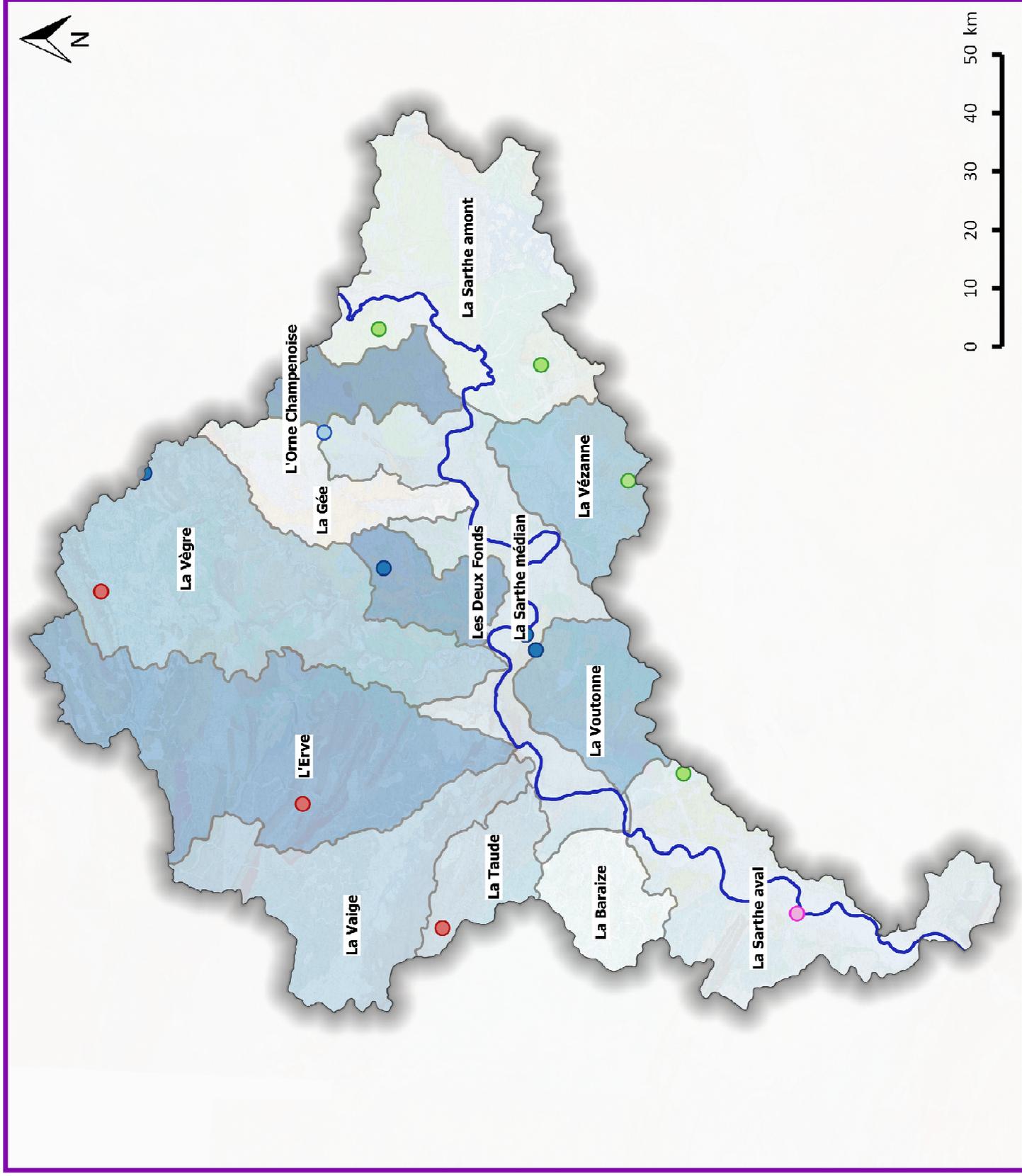
Légende

 Périmètre du SAGE Sarthe Aval

 Unité de gestion

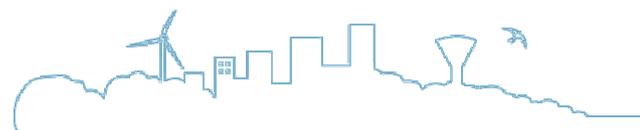
Piezomètres de suivi (ADES)

-  Alluvions Sarthe
-  Calcaire du Juraissique moyen
capitif de la bordure NE du Massif
Armoricain
-  Calcaire et Marnes du Lias et
Juraissique moyen de la bordure
nord-est du massif armoricain
-  Sables et grès du Cénomannien
Sartheois
-  Sarthe Aval



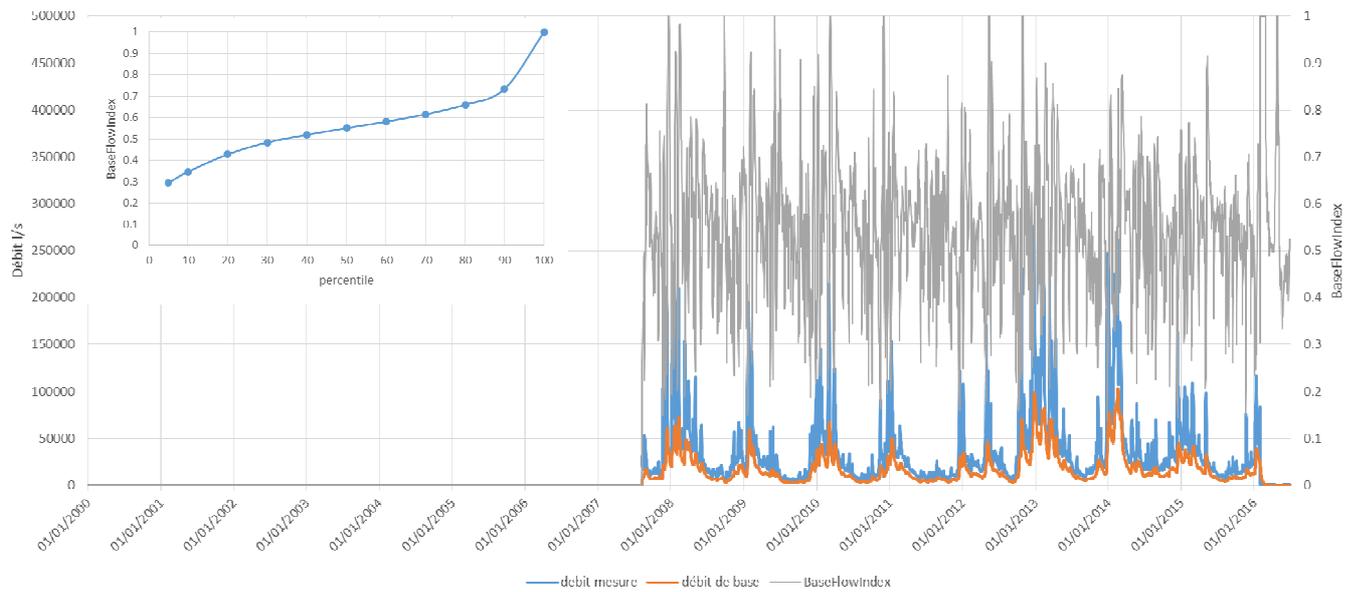
ANNEXE 3

DECOMPOSITION DES HYDROGRAMMES DE DEBIT

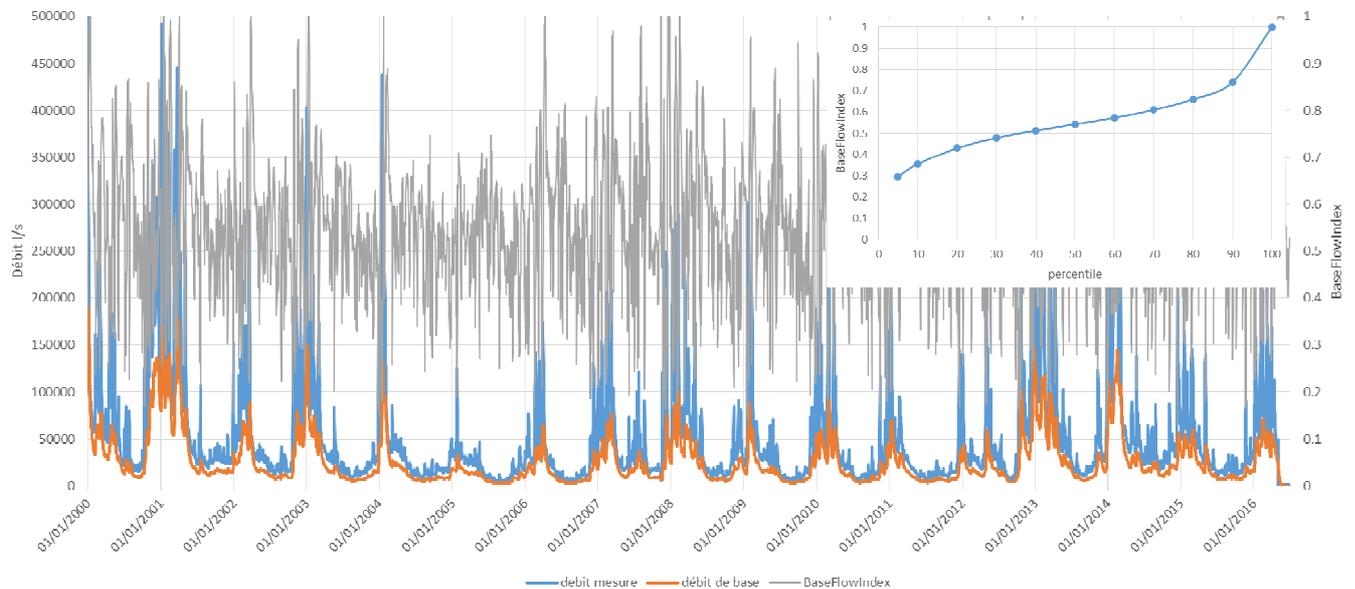


RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire



Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de la Sarthe à Spay

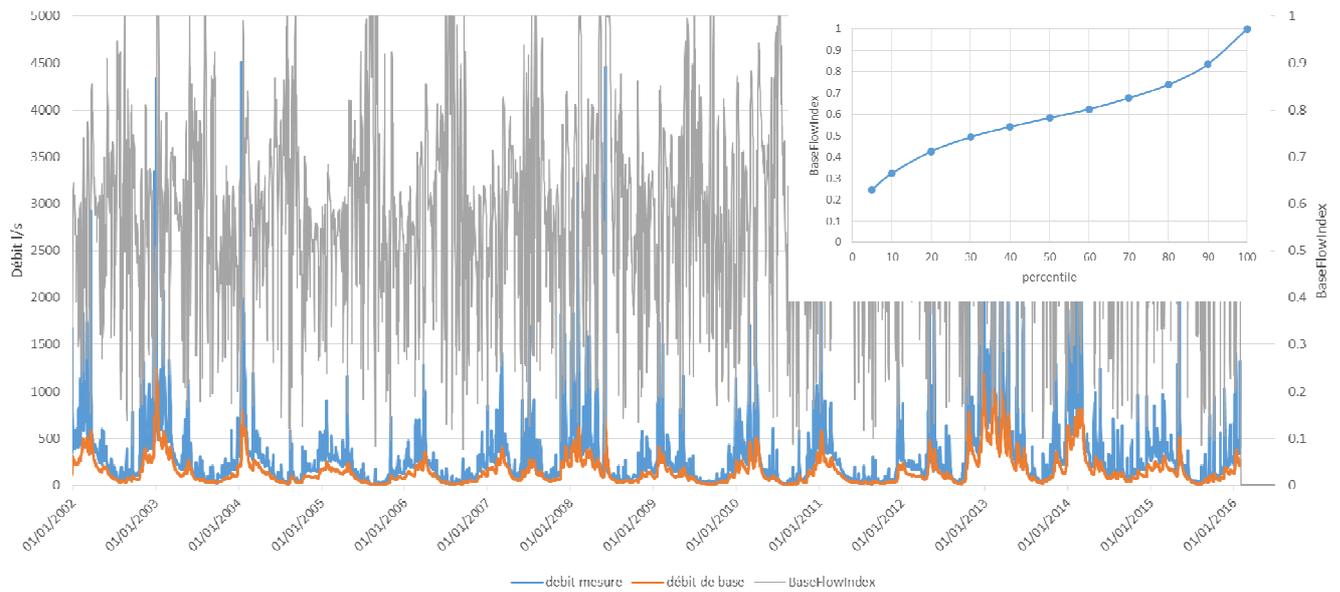


Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de la Sarthe à Saint-Denis-d'Anjou

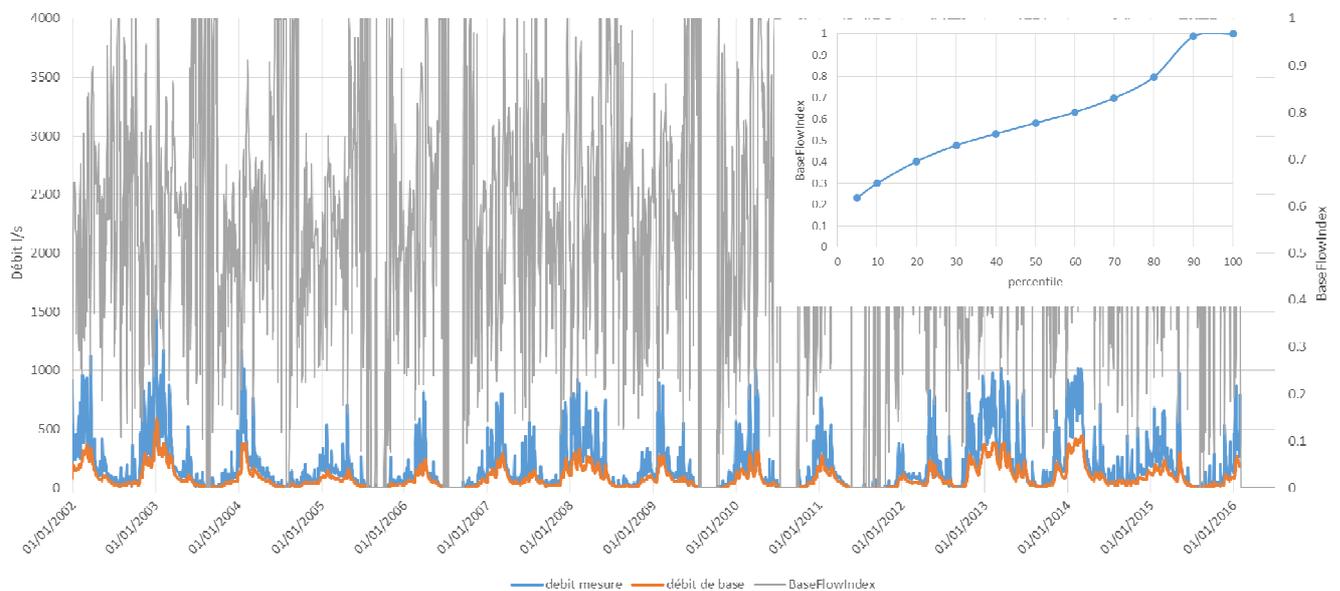


RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire



Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station du Roule Crottes à Arnage

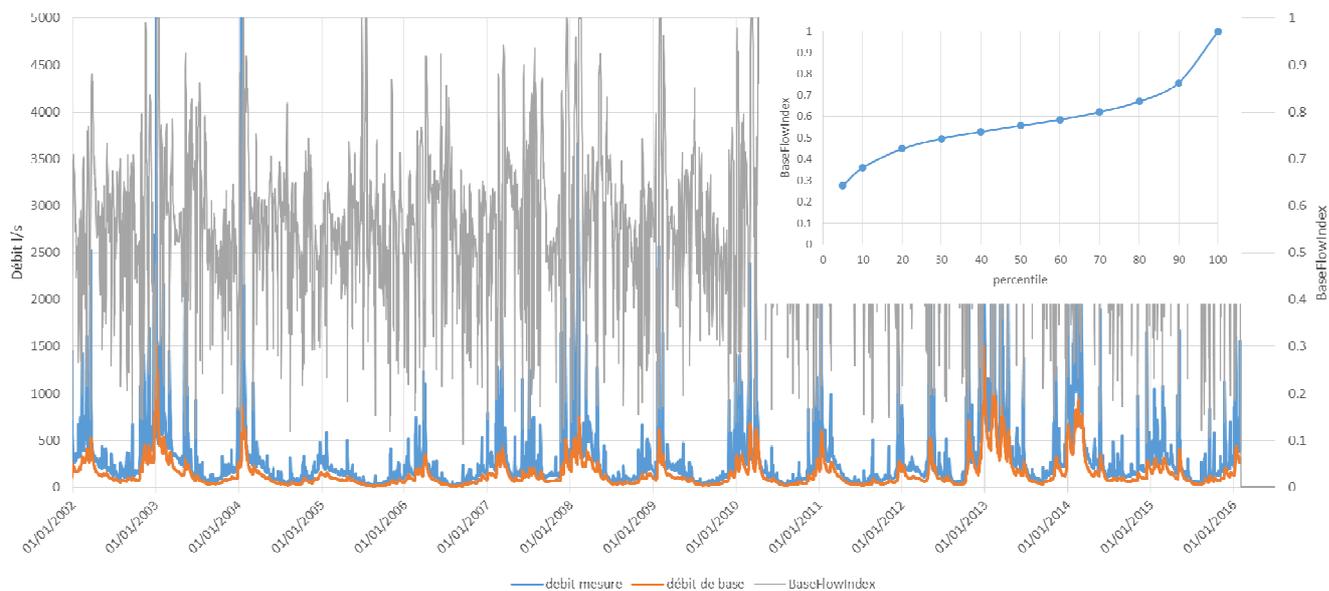


Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station du Rhonne à Guécélard

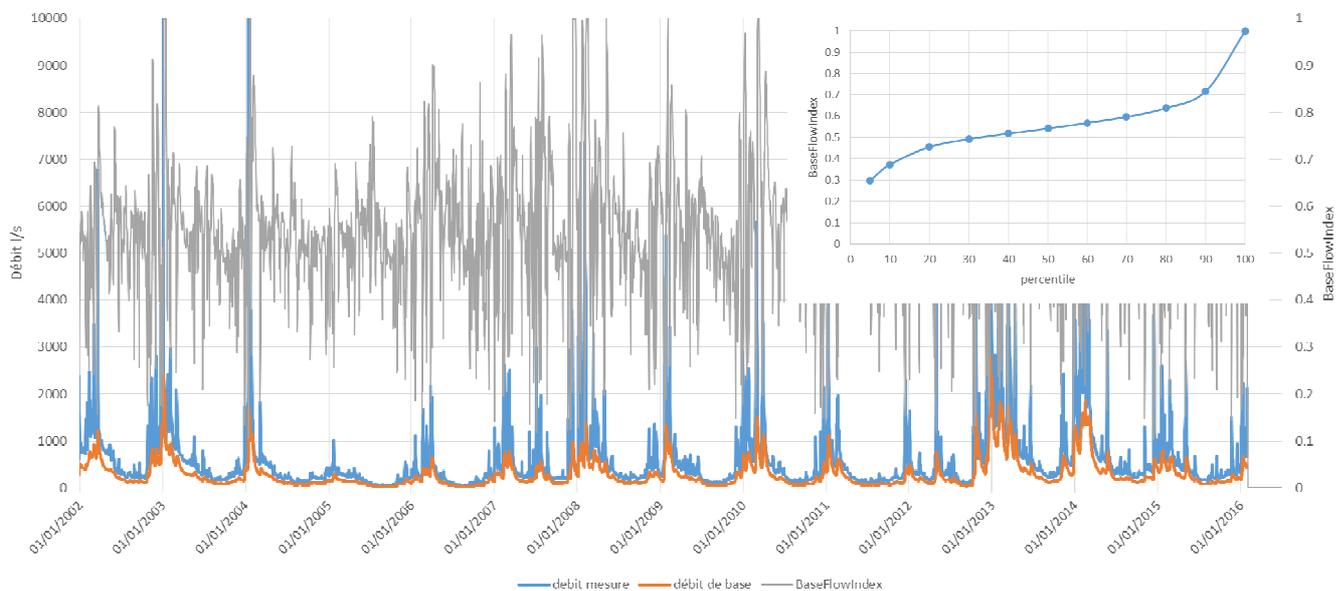


RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire



Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de l'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans

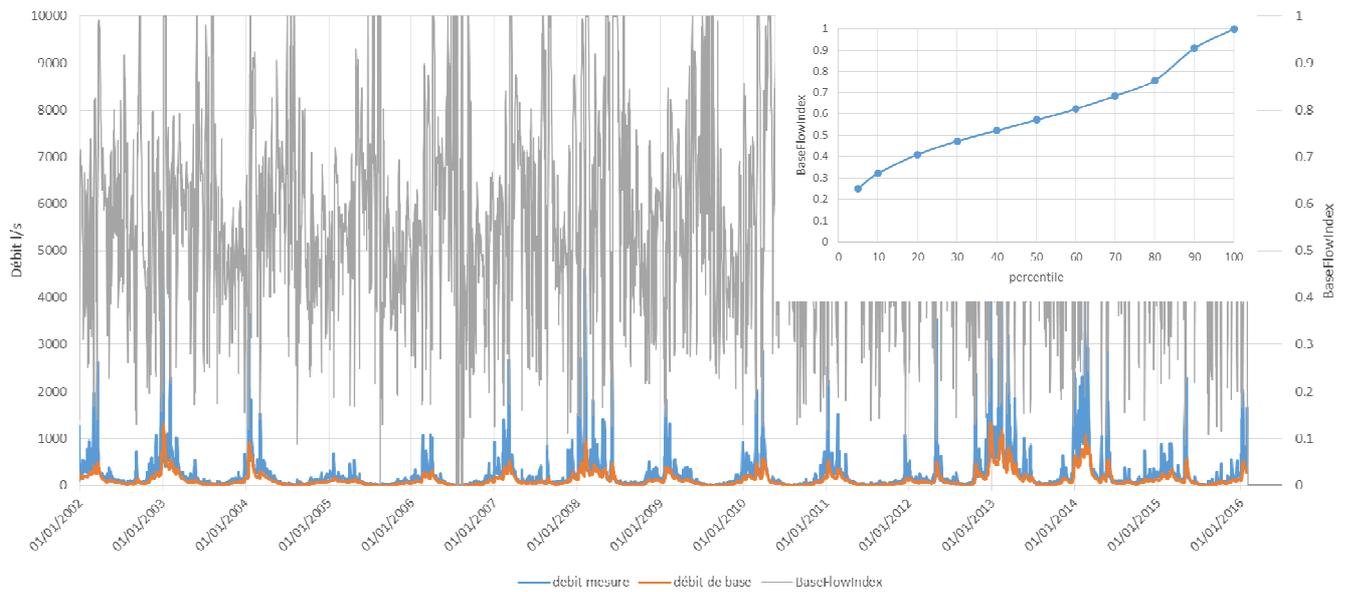


Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de la Gée à Fercé-sur-Sarthe

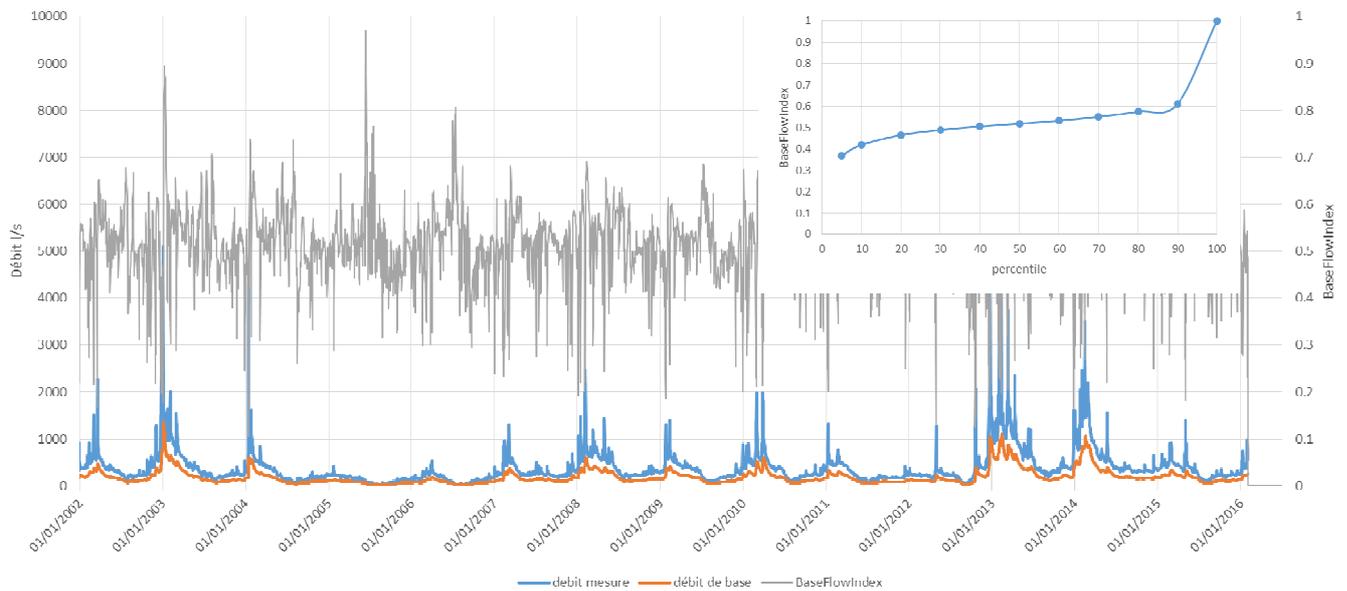


RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire



Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de la Vézanne à Malicorne-sur-Sarthe

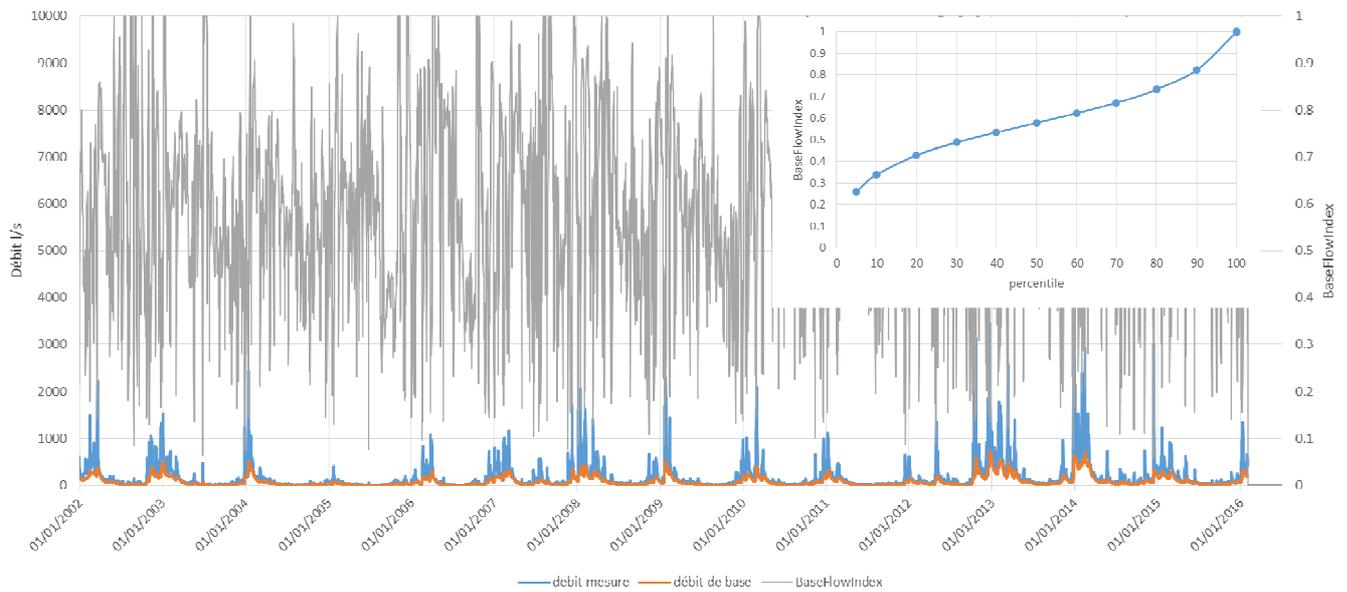


Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station du Deux Fonds à Avoise

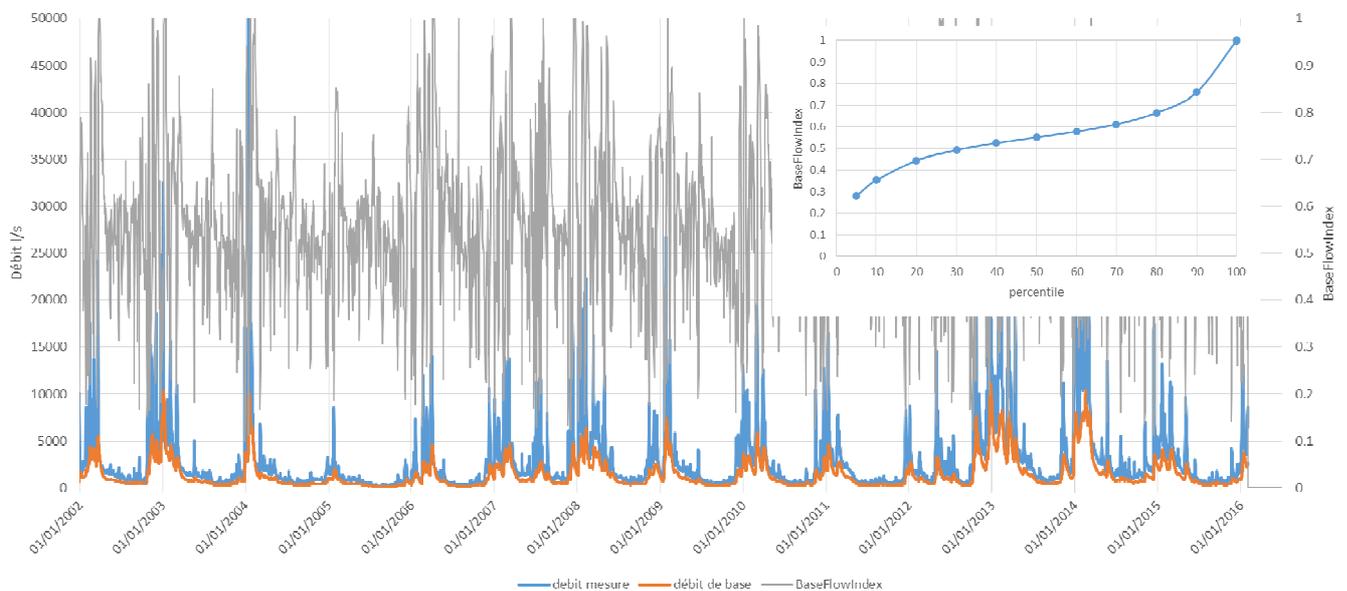


RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire



Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station du Berdin à Tennie

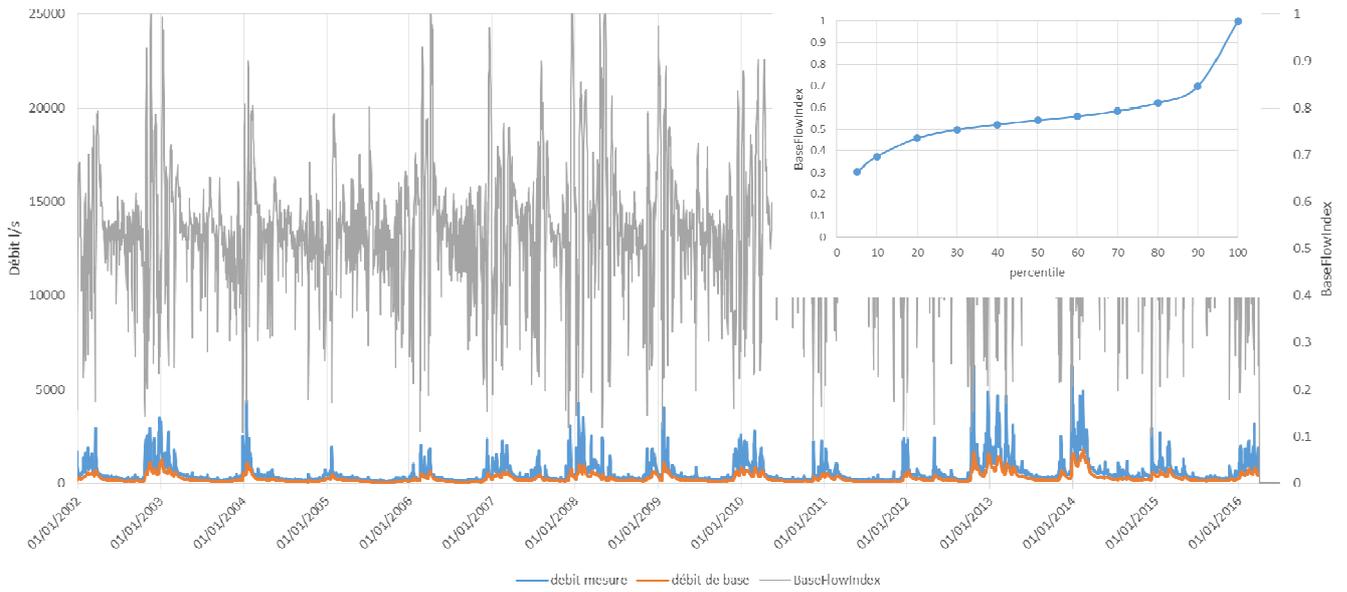


Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de la Vègre à Asnières-sur-Vègre

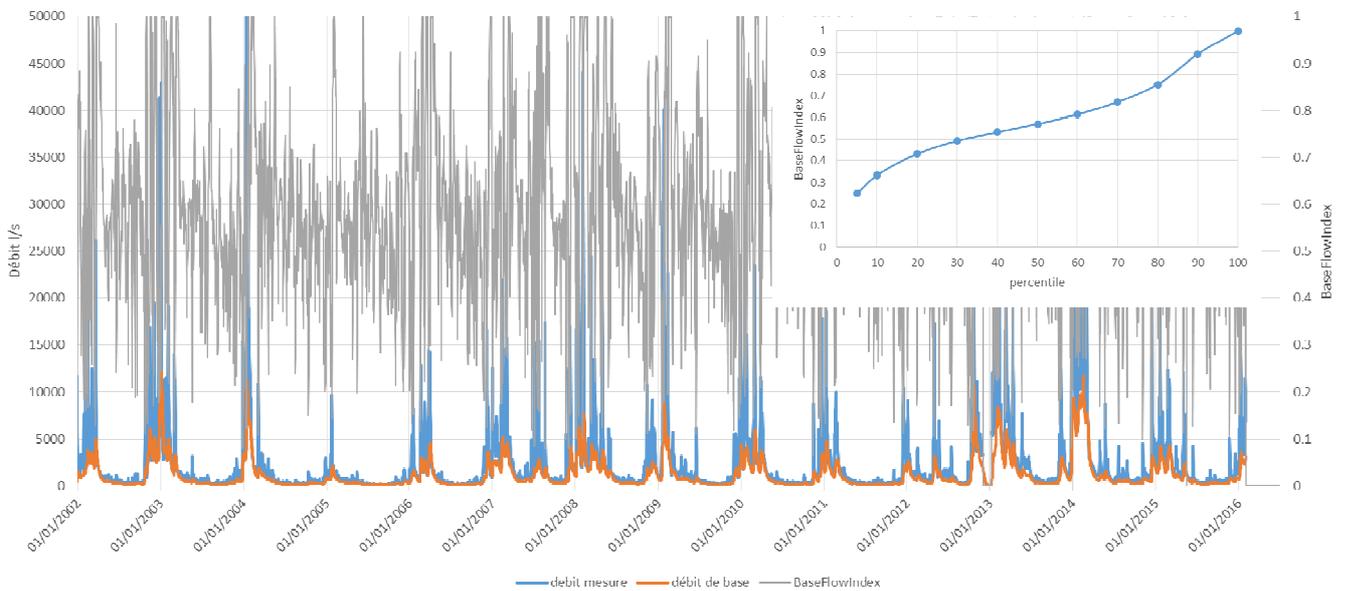


RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire



Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de l'Erve à Voutré

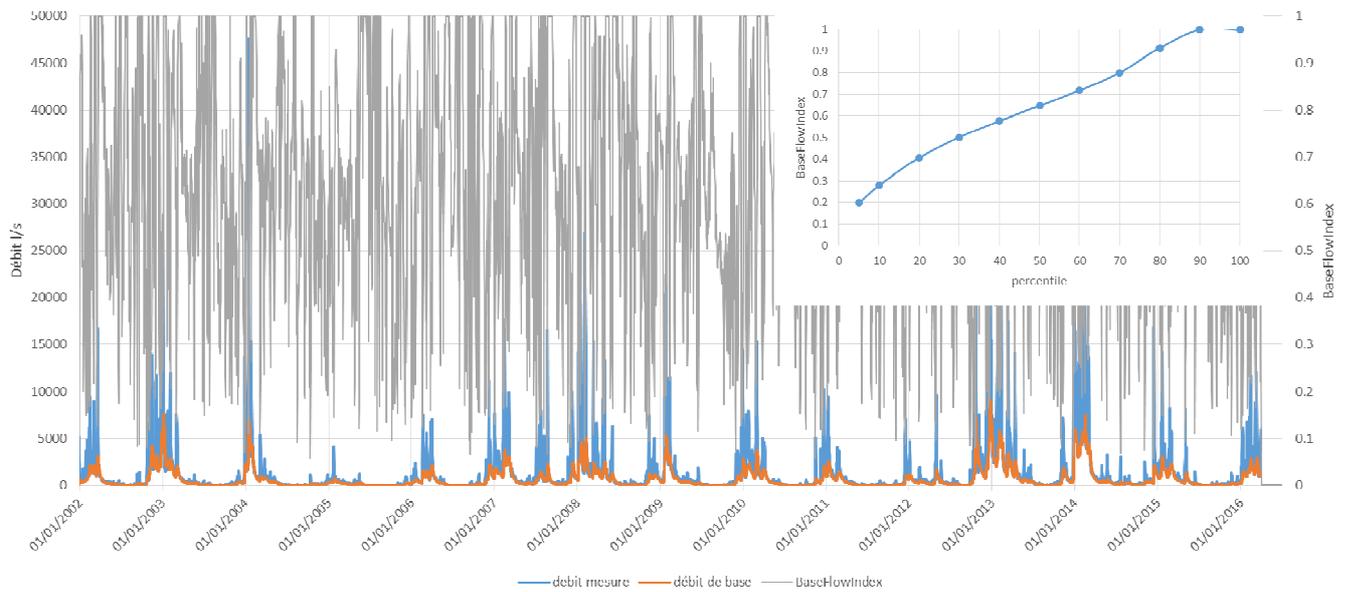


Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de l'Erve à Auvers-le-Hamon

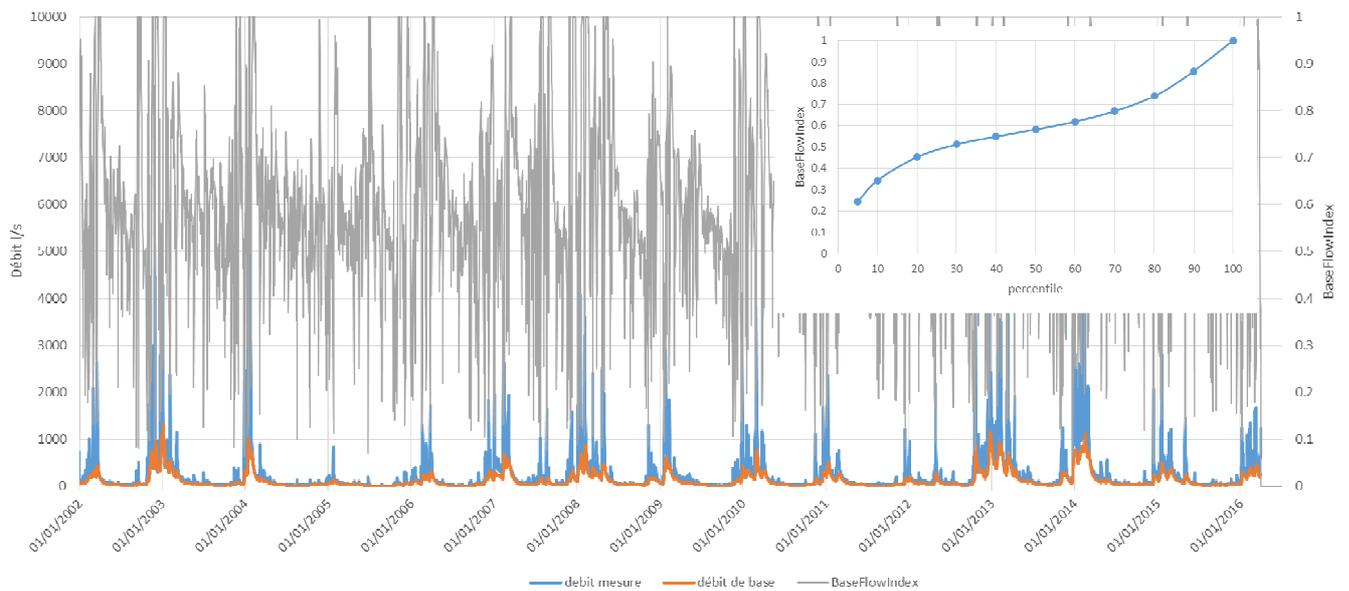


RAPPORT PHASE 1

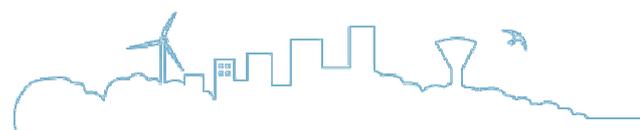
Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire



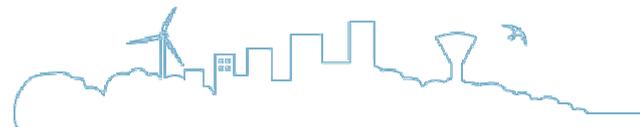
Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de la Vaige à Bouessay



Résultats de la décomposition de l'hydrogramme de débit de la station de la Taudé à Saint-Brice

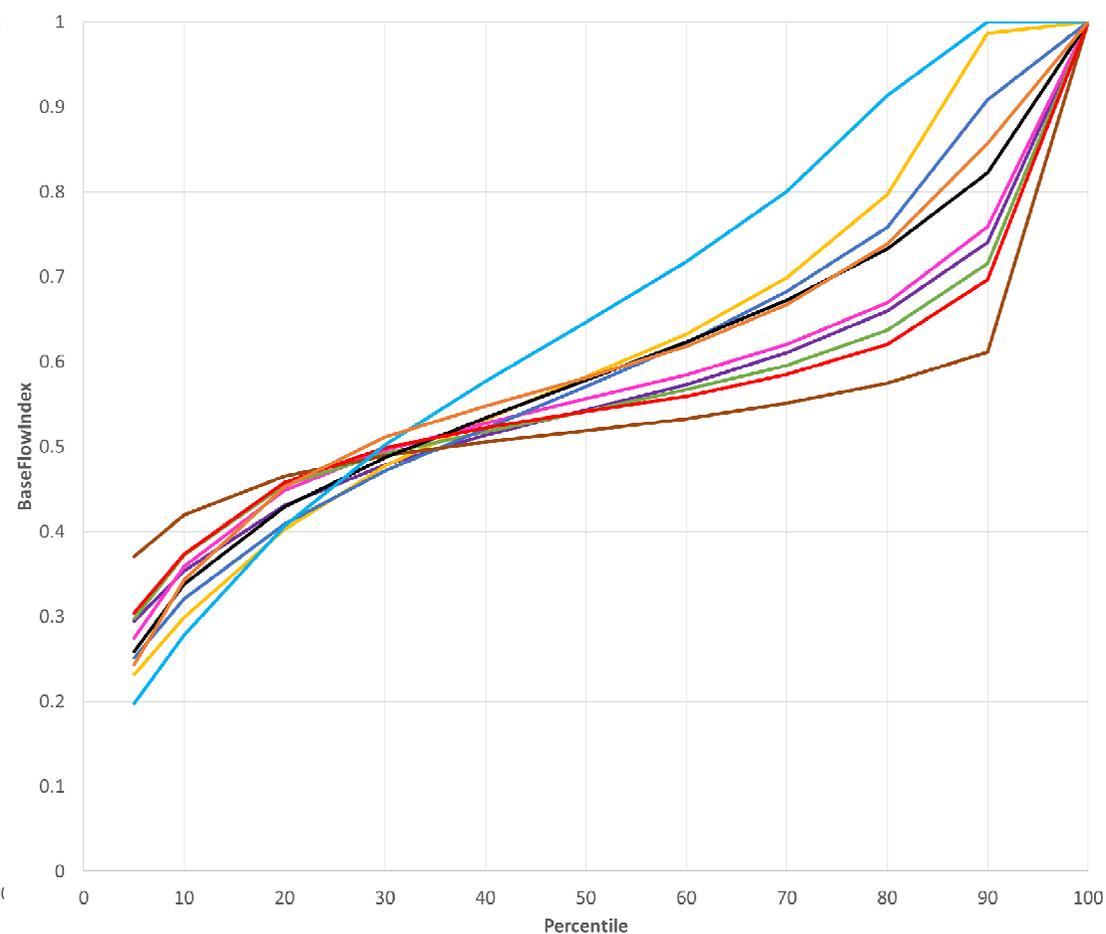
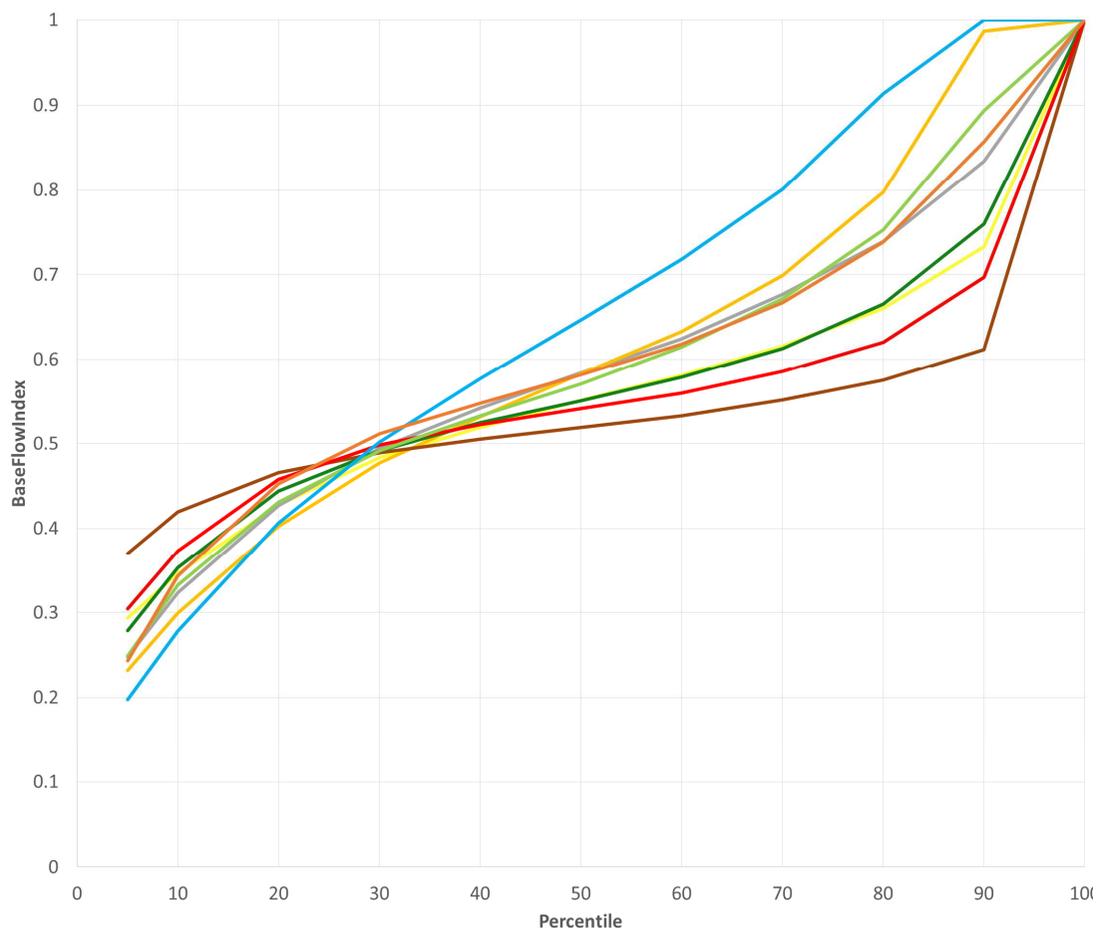


ANNEXE 4
EVOLUTION DES VALEURS
DE PERCENTILES DES
DEBITS DE BASE «
BASEFLOWINDEX »



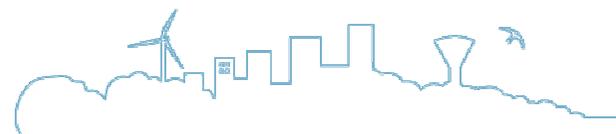
RAPPORT PHASE 1

Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire



- M0500620 - La Sarthe à Spay
- M0514010 - Le Rhonne à Guécélard
- M0583020 - La Vègre à Asnières-sur-Vègre
- M0633010 - L'Erve à Auvers-le-Hamon
- M0674010 - La Taude à Saint-Brice
- M0504510 - Le Roule Crottes à Arnage
- M0556030 - Le Deux Fonds à Avoise
- M0613010 - L'Erve à Voutré
- M0653110 - La Vaige à Bouessay

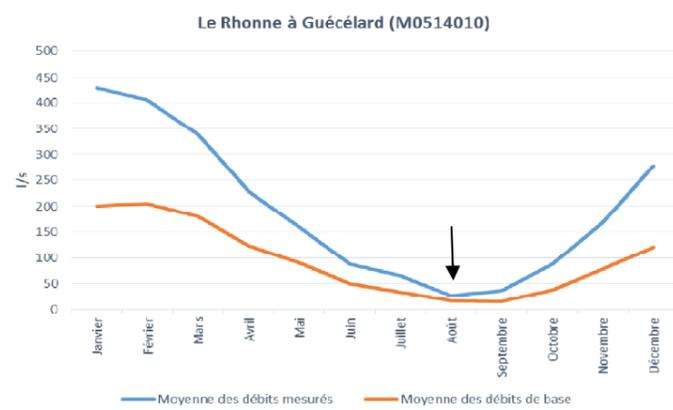
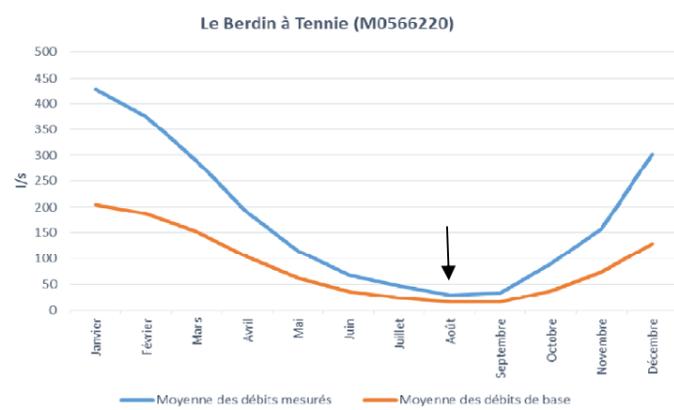
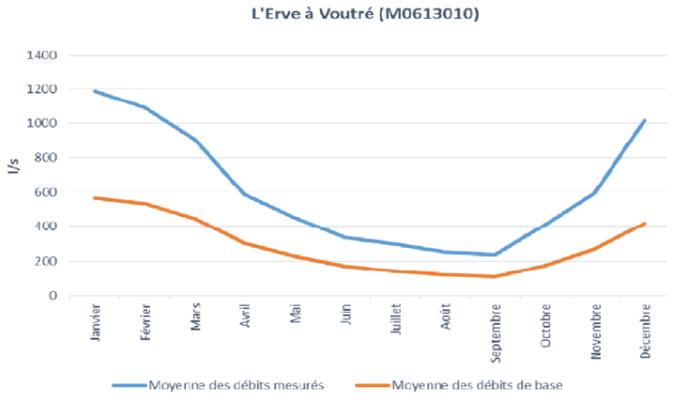
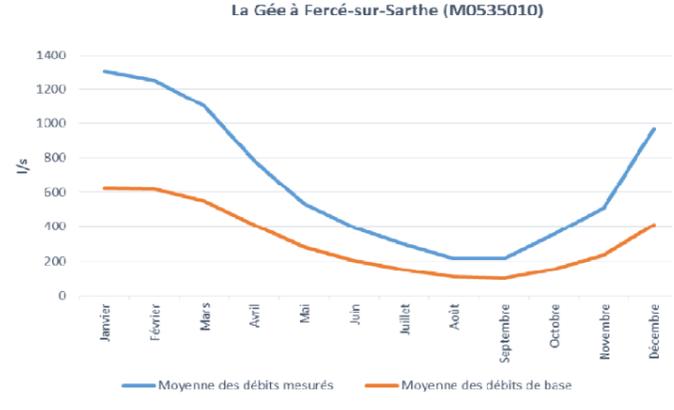
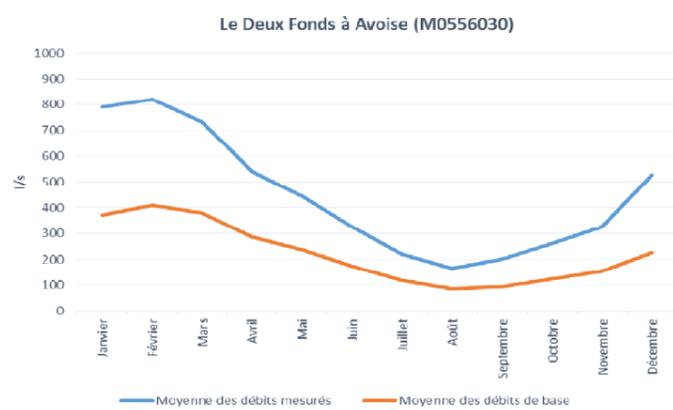
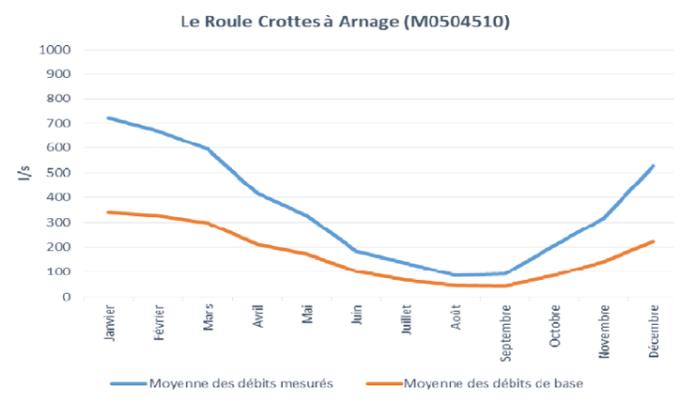
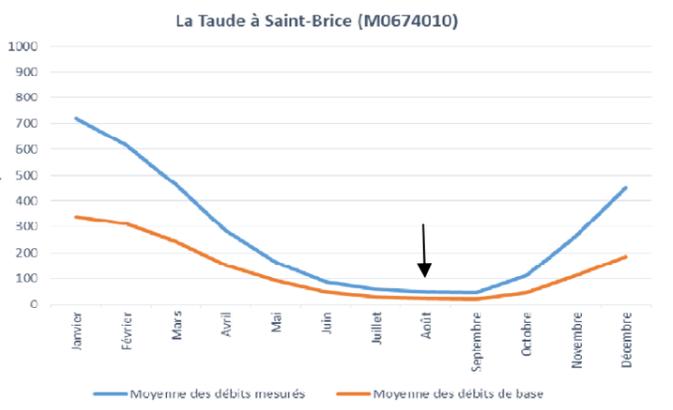
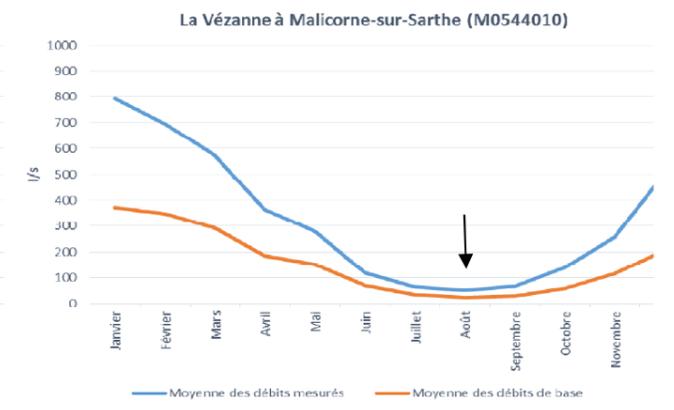
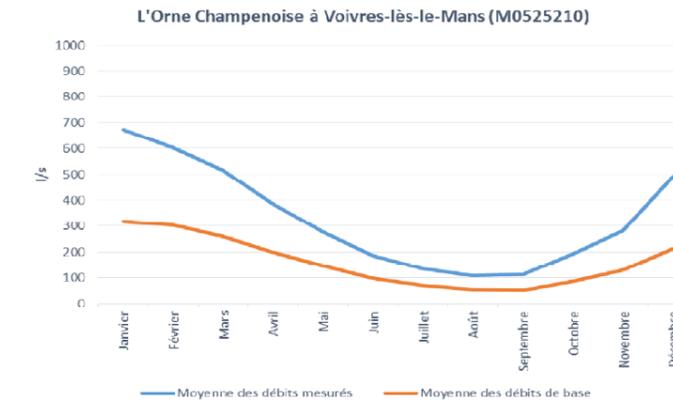
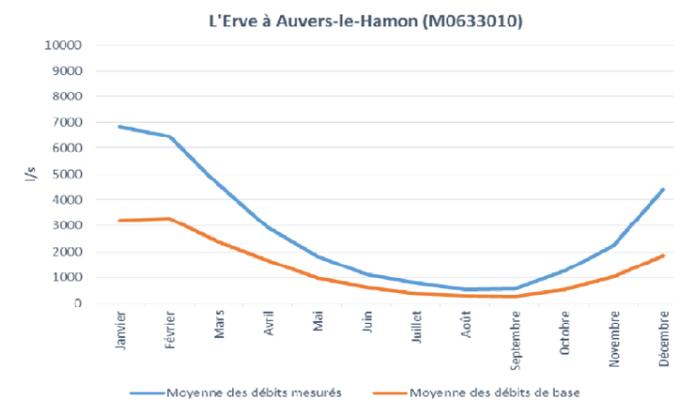
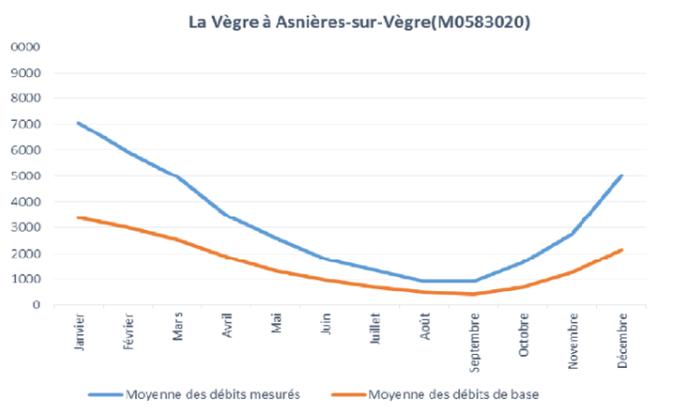
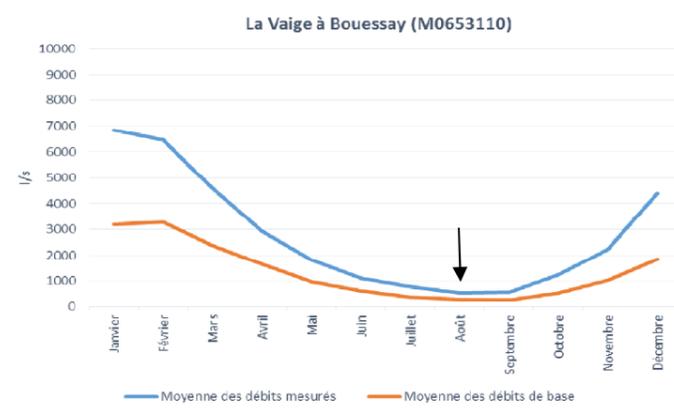
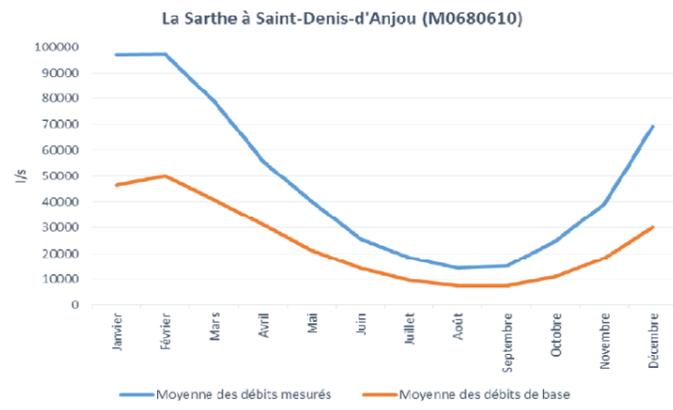
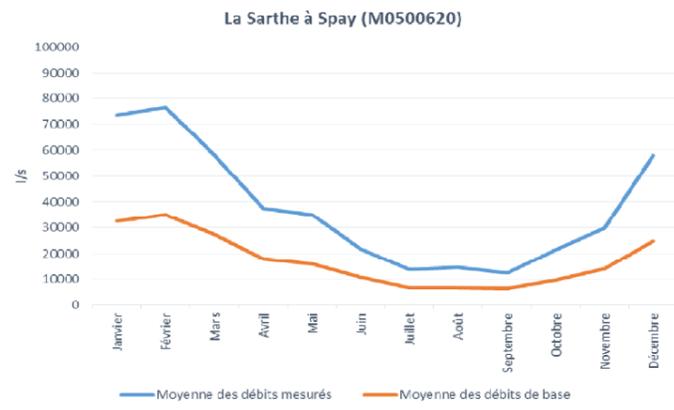
- M0680610 - La Sarthe à Saint-Denis-d'Anjou
- M0525210 - L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans
- M0544010 - La Vézanne à Malicorne-sur-Sarthe
- M0566220 - Le Berdin à Tennie
- M0653110 - La Vaige à Bouessay
- M0514010 - Le Rhonne à Guécélard
- M0535010 - La Gée à Fercé-sur-Sarthe
- M0556030 - Le Deux Fonds à Avoise
- M0613010 - L'Erve à Voutré
- M0674010 - La Taude à Saint-Brice



ANNEXE 5

GRAPHIQUES DES DEBITS MOYENS INTERANNUELS DE BASE





Mars 2017
16DHF008



Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant de la Sarthe aval et de détermination des volumes prélevables



Rapport de phase 2



Direction Océans, Fleuves et Ressources
Unité Hydraulique fluviale
Parc de l'Île, 15-27 rue du Port 92022 NANTERRE Cedex

RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Sommaire

1	Préambule	7
1.1	Contexte de l'étude	7
1.2	Périmètre d'investigation	7
1.3	Déroulement de la mission	10
1.4	Objectifs de la phase 2	10
1.5	Découpage en sous-bassins versants	10
2	Inventaire des prélèvements	13
2.1	Alimentation en eau potable	13
2.1.1	Gestion de l'eau potable sur le territoire	13
2.1.2	Prélèvements AEP	14
2.1.3	Méthode de décomposition	18
2.2	Agriculture	18
2.2.1	Contexte agricole du bassin versant de la Sarthe aval	18
2.2.2	Prélèvements liés à l'irrigation	20
2.2.3	Méthode de décomposition	26
2.2.4	Prélèvements liés à l'abreuvement du bétail	26
2.2.5	Méthode de décomposition	29
2.3	Activité industrielle	32
2.3.1	Prélèvements industriels	32
2.3.2	Méthode de décomposition	37
3	Cas particulier des plans d'eau	38
3.1	Préambule	38
3.2	Constitution de la base de données « Plan d'eau »	38
3.2.1	Base de données de la DREAL Pays de la Loire	39
3.2.2	Base de données de la DDT 72	39
3.2.3	Base de données de la DDT 53	39
3.2.4	Base de données de la DDT 49	40



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

3.2.5	Croisement des sources d'informations	40
3.3	Base de donnée obtenue	40
3.3.1	Localisation des plans d'eau	41
3.3.2	Surface des plans d'eau	43
3.3.3	Capacité et profondeur des plans d'eau.....	43
3.3.4	Connexion des plans d'eau au cours d'eau	44
3.3.5	Évaluation des incertitudes	46
3.4	Calcul de l'évaporation sur plans d'eau.....	46
3.4.1	Volumes annuels perdus par évaporation.....	46
3.4.2	Répartition des pertes par sur-évaporation des plans d'eau	50
3.5	Calcul de l'évaporation de la Sarthe.....	51
3.5.1	Volumes annuels perdus par évaporation.....	51
4	Bilan des restitutions au milieu naturel	54
4.1	Pertes liées à l'alimentation en eau potable	54
4.1.1	Structures compétentes	54
4.1.2	Méthode de décomposition	58
4.2	Assainissement collectif.....	58
4.2.1	Les stations d'épuration du territoire.....	58
4.2.2	Les volumes de rejets	58
4.2.3	Méthode de décomposition	60
4.3	Assainissement non collectif.....	63
4.3.1	Structures compétentes	63
4.3.2	Méthode de calcul	63
4.3.3	Volumes restitués au milieu naturel.....	63
4.3.4	Méthode de décomposition	67
4.4	Rejets industriels	67
4.4.1	Volumes restitués au milieu	67
4.4.2	Méthode de décomposition	68
5	Bilan des usages par sous bassin versant.....	71
5.1	Unité de gestion de la Sarthe amont.....	72



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.2	Unité de gestion de la Sarthe médian	75
5.3	Unité de gestion de la Sarthe aval.....	78
5.4	Unité de gestion de l'Orne Champenoise.....	81
5.5	Unité de gestion de la Gée.....	84
5.6	Unité de gestion de la Vézanne.....	87
5.7	Unité de gestion des Deux Fonds	90
5.8	Unité de gestion de la Vègre.....	93
5.9	Unité de gestion de l'Erve.....	96
5.10	Unité de gestion du Treulon	99
5.11	Unité de gestion de la Vaige	102
5.12	Unité de gestion de la Taude	105
5.13	Unité de gestion de la Voutonne.....	108
5.14	Unité de gestion de la Baraize.....	111
5.15	Bilan sur les unités de gestion.....	114

6 RECONSTITUTION DE L'HYDROLOGIE DESINFLUENCEE

116

6.1	Objectif et principes	116
6.2	Méthodologie générale déployée	117
6.2.1	Présentation du logiciel de modélisation : Mike Hydro Basin.....	117
6.2.2	Rappel des données d'entrée	119
6.3	Calage du modèle hydrologique	119
6.3.1	Principe du calage	119
6.3.2	Calage pour les écoulements superficiels	120
6.3.3	Calage pour les écoulements souterrains	133
6.3.4	Critiques relatives au calage du modèle	144
6.3.5	Mise en perspective des résultats du calage.....	Erreur ! Signet non défini.
6.4	Résultats de l'hydrologie désinfluencée.....	146
6.4.1	Méthodologie	146
6.4.2	Présentation des résultats par sous bassin versant.....	146



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.5 Synthèse des résultats 161

7 SUITE DE L'ETUDE 162



PREAMBULE

Dans le cadre de l'élaboration du SAGE Sarthe aval, l'enjeu de gestion équilibrée de la ressource en eau est apparu comme un des axes stratégiques sur lequel les acteurs du territoire souhaitent s'investir pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par la Directive Cadre sur l'Eau.

L'Institution interdépartementale du Bassin de la Sarthe, structure porteuse du SAGE engage donc en 2016 une étude permettant :

- D'améliorer les connaissances sur l'état quantitatif des masses d'eau superficielles et souterraines sur le bassin versant de la Sarthe aval ;
- De doter le territoire de valeurs de référence (volumes prélevables, débits / piézométrie objectifs) pertinentes et adaptées pour améliorer la gestion quantitative de la ressource en eau sur le bassin versant de la Sarthe aval;
- Proposer une stratégie à mettre en œuvre pour résorber les déséquilibres quantitatifs existants ou préserver l'état des masses d'eau. Ces éléments pourront éventuellement repris dans les documents du SAGE, notamment le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable ;
- Conformer le territoire aux orientations du SDAGE Loire-Bretagne « 2016-2021 » sur le volet quantitatif.

L'étude porte sur le périmètre du SAGE Sarthe aval défini par arrêté préfectoral le 16 juillet 2009. D'une superficie de 2 727 km², le SAGE s'étend sur 192 communes sur les départements de la Sarthe, de la Mayenne et du Maine-et-Loire en région Pays-de-la-Loire.

Le bassin versant de la Sarthe aval est « atypique ». En effet, il bénéficie des apports des bassins de la Sarthe amont et de l'Huisne, deux territoires ayant fait l'objet d'une étude de gestion quantitative. Ainsi, il conviendra d'étendre le périmètre d'intervention de l'étude au bassin complet de la Sarthe notamment en phase 2 et 5 afin d'assurer un traitement de la problématique dans sa totalité. Les débits transitant sur le territoire de la Sarthe aval dépendent en partie des modalités de gestion quantitative de la ressource en eau sur les bassins de la Sarthe amont et de l'Huisne. Les résultats obtenus sur ces études seront donc utilisés à bon escient.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Les principales caractéristiques du secteur d'étude sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1-1 : Carte d'identité du périmètre d'étude

Carte d'identité du bassin de la Sarthe aval	
Contexte	Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant de la Sarthe aval et de détermination des volumes prélevables
Structure porteuse	Institution Interdépartementale du Bassin de la Sarthe
Organisation administrative	Une région : Pays de la Loire Trois départements : Sarthe, Mayenne, Maine et Loire 192 communes
Superficie	2727 km ²
Réseau hydrographique	3191 km de linéaire cumulé de cours d'eau
Masses d'eau	31 masses d'eau superficielles 11 masses d'eau souterraines



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

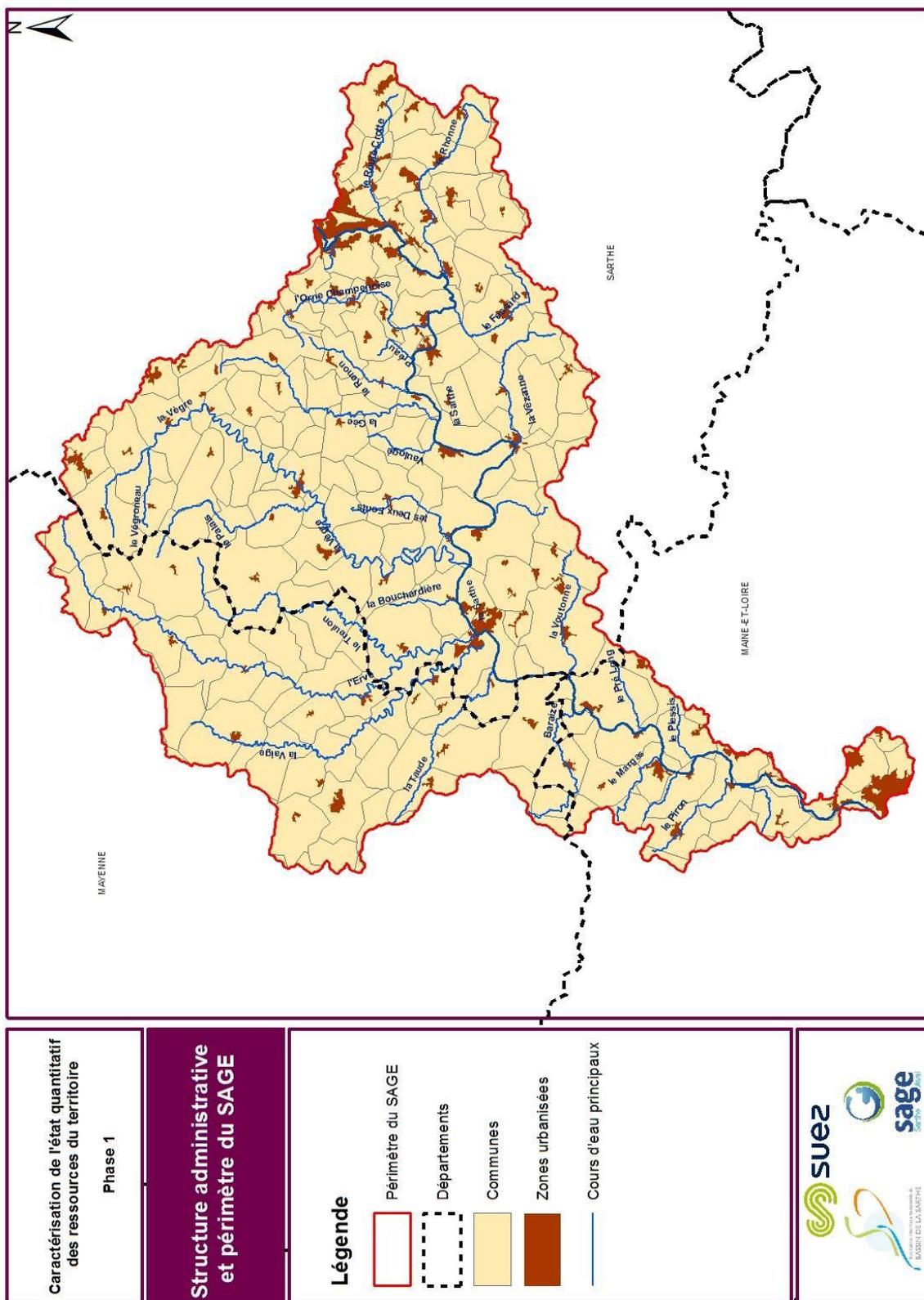


Figure 1-1 : Structure administrative et périmètre du SAGE Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

1.3 Déroutement de la mission

La mission se décompose en 5 phases successives :

- **Phase 1** : Découpage en unités de gestion ;
- **Phase 2** : Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant ;
- **Phase 3** : Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau en nappe pour les eaux souterraines ;
- **Phase 4** : Détermination et répartition des volumes prélevables ;
- **Phase 5** : Estimation des besoins en eau futurs et définition de mesures de gestion

Le présent document constitue le rapport provisoire de phase 2.

1.4 Objectifs de la phase 2

La phase 2 de l'étude consiste à évaluer les facteurs influençant le régime des eaux et à analyser les usages de l'eau afin de quantifier à terme le potentiel naturel du territoire de la Sarthe aval. Cette phase se décompose en trois étapes successives :

- Inventaire des usages de l'eau sur l'ensemble du territoire d'étude ;
- Caractérisation et modélisation de l'hydrologie/hydrogéologie influencée (ou hydrologie actuelle) ;
- Reconstitution de l'hydrologie/hydrogéologie désinfluencée des prélèvements et rejets.

L'évaluation du potentiel naturel du territoire de la Sarthe aval permettra d'accéder aux volumes prélevables dans les phases ultérieures de l'étude.

Sur chaque unité de gestion les prélèvements et les rejets d'eau au milieu naturel seront donc listés et analysés afin d'aboutir à une synthèse par unité de gestion. Les chroniques obtenues serviront ensuite de données d'entrée pour le modèle hydrologique permettant de reconstituer l'hydrologie désinfluencée.

1.5 Découpage en sous-bassins versants

Le bassin versant de la Sarthe aval a été découpé en plusieurs sous-bassins versants qui correspondront aux unités sur lesquelles une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau sera définie dans la dernière phase de l'étude.

Les sous-bassins versants ont été définis selon les critères suivants :

- La cohérence avec les masses d'eau décrites dans le SDAGE Loire Bretagne ;



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

- La proximité avec une station hydrométrique ;
- La disponibilité d'un piézomètre représentatif sur le sous bassin concerné pour l'analyse des aquifères,
- Les usages de l'eau. Il s'agit de répartir et cerner correctement les usages de l'eau en présence sur le bassin versant ainsi que les principales pressions anthropiques qui s'exercent sur la ressource en eau.

Le découpage des unités de gestion validé est présenté ci-après.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

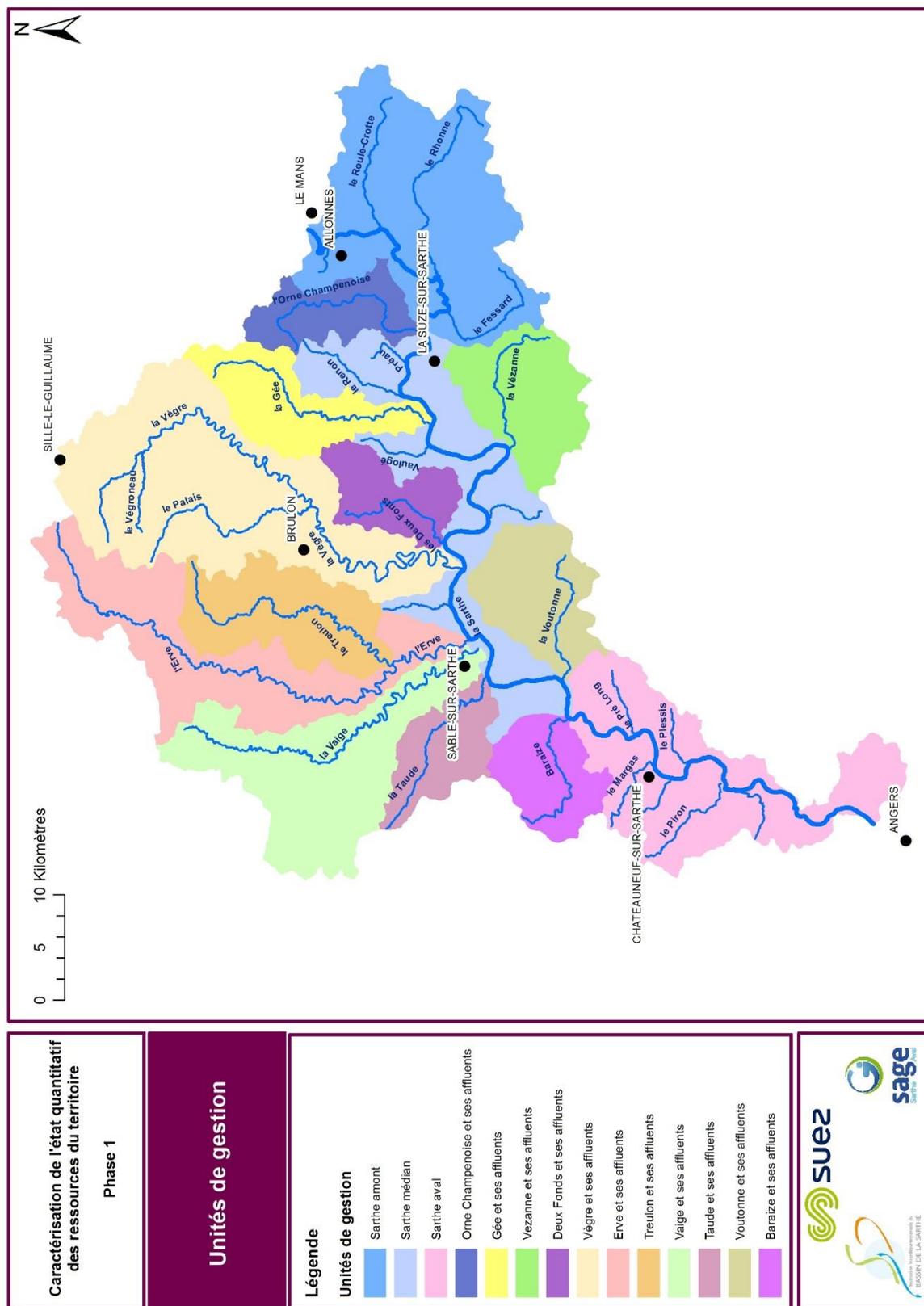


Figure 1-2 : Sous-bassins versants définis sur le territoire du SAGE Sarthe aval



INVENTAIRE DES PRELEVEMENTS

2.1 Alimentation en eau potable

2.1.1 Gestion de l'eau potable sur le territoire

2.1.1.1 Structures compétentes

L'alimentation en eau potable s'organise autour de trois fonctions : la production, le transfert et la distribution de l'eau.

La gestion de l'eau potable est assurée sur le territoire du SAGE Sarthe aval par :

- 22 syndicats intercommunaux d'alimentation en eau potable ;
- 3 syndicats mixtes ;
- 2 intercommunalités ;
- 4 communes qui ont gardé la compétence eau potable.

Les compétences AEP sont donc réparties entre ces 31 acteurs sur le territoire.

La gestion de l'eau potable est souvent confiée à des prestataires privés par contrat d'affermage. Les délégataires présents sur le territoire sont la SAUR, Veolia Eau, la Lyonnaise des eaux, STGS et CFSP Sablé.

Cependant, certaines structures ont également choisi d'assurer la gestion de la distribution de l'eau potable en régie.

2.1.1.2 Captages AEP sur le territoire du SAGE

17 structures produisent de l'eau potable à partir de ressources « propres » au bassin versant de la Sarthe aval. Elles sont recensées ci-dessous :

- SIAEP Sarthe et Loir, SIAEP Sarthe Angevine / Morannes,
- SIAEP des Coëvrons, SIAEP de Ballée,
- SIAEP de Meslay Ouest –la Cropte,
- SIAEP de Grez en Bouère,
- SIAEP de Cossé-en-Champagne,
- SIAEP de Chéméré-le-Roi,
- SIAEP de la région de Brains Souligne,



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

- SIAEP de Brette les Pins,
- SIAEP de Cérans Foulletourte,
- SIAEP de l'Aunay-la Touche,
- SIAEP de Courcelles-la-Forêt,
- SIAEP de Charnie en Champagne,
- Commune de Meslay du Maine,
- Commune de Préaux,
- Commune de Torcé Viviers en Charnie,
- Commune de Suze-sur-Sarthe,
- Commune de Parigné-l'Évêque.

Sur le bassin versant, on compte 41 captages d'eau pour l'alimentation en potable sur la période 2000 -2014 dont 5 prélèvent de l'eau de surface (Sarthe et Erve) et 36 sont des prélèvements en nappe. Parmi ces captages, 4 n'étaient plus actifs en 2014.

2.1.2 Prélèvements AEP

Les données sur les prélèvements d'eau potable sont issues en priorité des fichiers transmis par les DDT des départements de la Sarthe, du Maine-et-Loire et de la Mayenne. Les éventuelles lacunes ont été complétées à partir du fichier redevance de l'eau de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB).

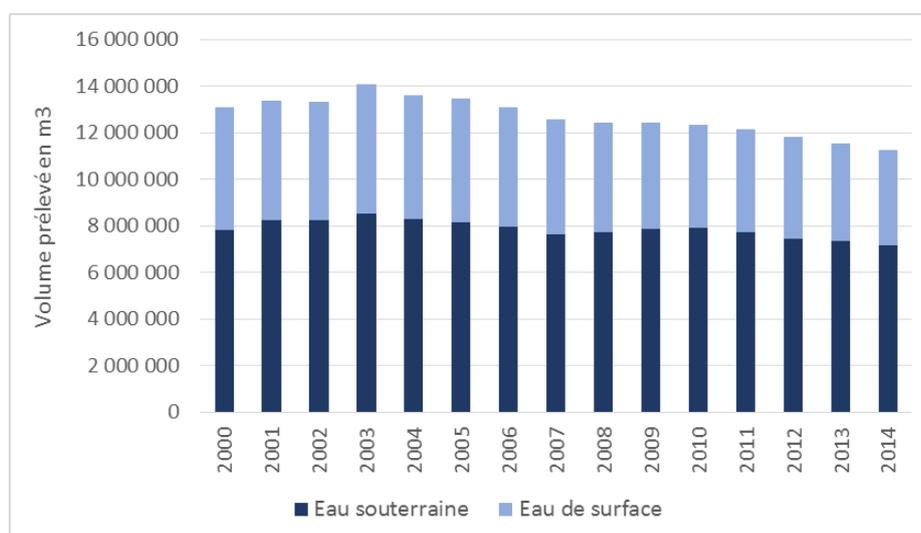


Figure 2-1 : Volumes prélevés pour l'eau potable sur le bassin versant de la Sarthe aval en fonction de l'origine de l'eau

Une diminution des prélèvements peut être observée sur le bassin versant depuis 2003, les volumes prélevés sont passés d'environ 14 millions de m³ en 2003 à environ 11 millions de m³ en 2014. Cette diminution est principalement portée par les prélèvements en eau superficielle qui ont diminué de 27 % entre 2003 et 2014. Les prélèvements en eau souterraine ont également diminué de 16 % sur cette même période.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Sur la figure suivante est représentée la répartition des prélèvements sur les différents sous bassins de la Sarthe aval en 2014. La Figure 2-4 présente leur évolution en fonction du temps et le Tableau 2-1 récapitule ces résultats. Sur ces dernières, il peut être remarqué que la baisse des prélèvements est la plus importante sur l'unité de gestion de la Sarthe médian, elle correspond à une diminution des prélèvements au niveau de la prise d'eau en Sarthe de la Martinière.

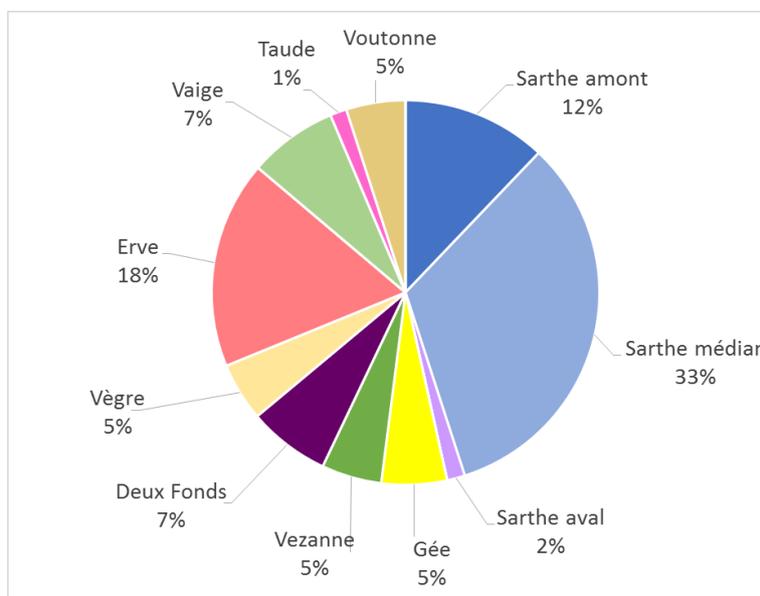


Figure 2-2 : Répartition des prélèvements AEP sur les sous bassins du bassin de la Sarthe aval en 2014

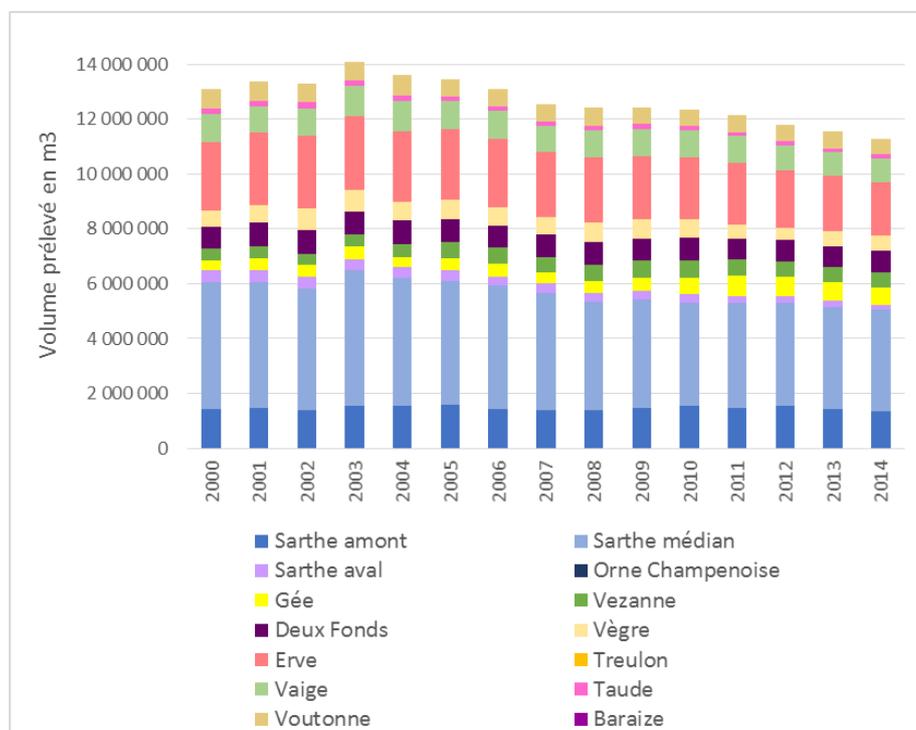


Figure 2-3 : Prélèvements annuels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

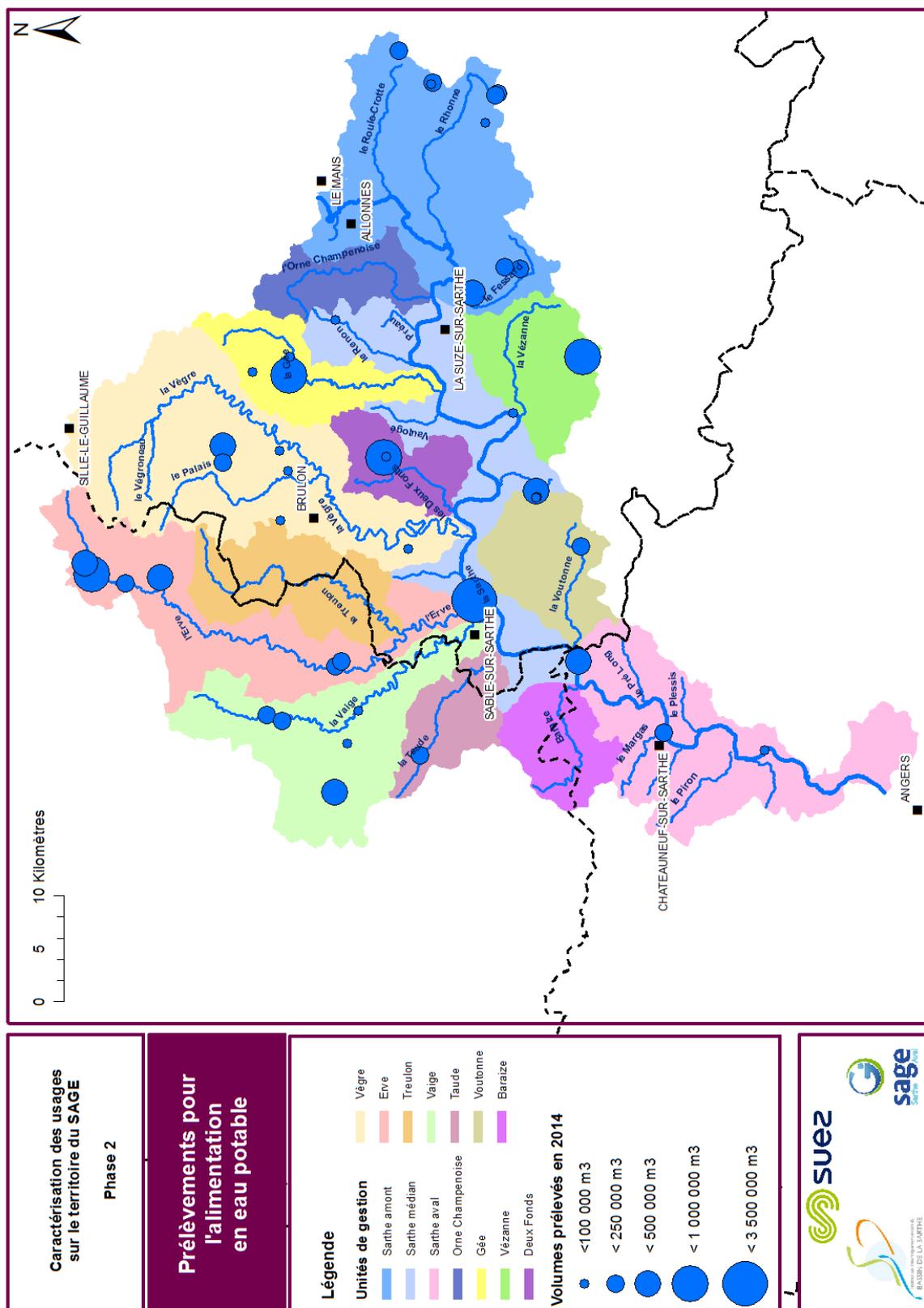


Figure 2-4 : Volumes prélevés pour l'AEP par captage sur le territoire du SAGE Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 2-1 : Répartition des prélèvements pour l'alimentation en eau potable par sous-bassins sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m³)

Unité de gestion	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	1411316	1456999	1388890	1527741	1540132	1581616	1438862	1388658	1368313	1482887	1563753	1480470	1551501	1409854	1358144
Sarthe médian	4632361	4586104	4422306	4967494	4665633	4527442	4500796	4287665	3984852	3927087	3735636	3815931	3736804	3716953	3715637
Sarthe aval	431400	445399	434804	396684	394367	382156	323434	319823	320547	320811	338462	252474	258903	247272	168583
Orne Champenoise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gée	380020	446557	441680	471585	349570	422103	460185	410666	413222	474925	571849	732065	706358	665813	614586
Veze	421560	429001	401216	431547	505900	603000	587457	567482	593250	629405	648538	594885	571704	566240	565438
Deux Fonds	815861	851940	872343	851486	838268	821138	788146	837008	839762	808347	830991	772164	767915	747453	770582
Vègre	576955	632567	772891	768093	674041	711679	702751	617017	712309	722471	653421	515573	430014	553312	552542
Erve	2503517	2649158	2666751	2699315	2580676	2575635	2473219	2385613	2390572	2291095	2247854	2262749	2116369	2023721	1966817
Treulon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaige	1026870	957444	994505	1099602	1109180	1042466	1020107	950406	964144	996223	996394	952599	894328	854066	837633
Taude	195156	218808	209158	192548	221999	155480	159841	132885	164434	166903	163301	154191	148701	147934	155455
Voutonne	690505	689276	707144	693174	733204	643511	641447	656302	685007	623052	610988	602151	621153	604557	556414
Baraize	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	13 085 521	13 363 253	13 311 688	14 099 269	13 612 970	13 466 226	13 096 245	12 553 525	12 436 412	12 443 206	12 361 187	12 135 252	11 803 750	11 537 175	11 261 831



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

2.1.3 Méthode de décomposition

La répartition intra-annuelle précise des prélèvements est une étape essentielle pour caractériser finement l'état de la ressource et les pressions subies en période d'étiage. Elle permet de désinfluencer correctement et de façon robuste le fonctionnement hydrologique du bassin versant. Concernant, l'alimentation en eau potable les données de répartition mensuelle des prélèvements pour un certain nombre de structures transmises par la DDT de la Sarthe ont permis d'établir un ratio mensuel moyen qui sera appliqué à l'ensemble des points de prélèvements du territoire afin d'établir une répartition plus précise.

La répartition mensuelle obtenue est présentée ci-dessous :

Tableau 2-2 : Répartition mensuelle des prélèvements AEP

Mois	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Ratio mensuel	7%	7%	7%	8%	8%	10%	10%	9%	9%	8%	8%	9%

2.2 Agriculture

2.2.1 Contexte agricole du bassin versant de la Sarthe aval

2.2.1.1 Organisation générale du tissu agricole

Les informations présentées dans le tableau suivant sont issues du Recensement Général Agricole (RGA) de 1988, 2000 et 2010. Concernant les volumes prélevés dans le milieu, l'Agence de l'Eau a été contactée ainsi que les DDT.

Tableau 2-3 : Données générales sur l'activité agricole pour les années 1988, 2000 et 2010 (Source : RGA)

Année	Exploitations agricoles	Cheptel (UGB)	SAU (ha)	Superficie en terres labourables (ha)	Cultures permanentes (ha) *	Toujours en herbe (ha)
1988	9 097	400 467	263 045	136 613	1 808	123 568
2000	5 653	400 544	241 804	160 259	2 003	78 771
2010	3 723	397 817	230 287	160 375	1 018	66 998
Evolution 88-10	-59%	-1%	-12%	+17%	-44%	-45%

Remarque : Le RGA recense les exploitations ayant un siège dans une des communes du SAGE. Il est donc possible qu'un exploitant soit installé dans une commune du SAGE mais que son activité soit localisée qu'en partie ou pas du tout sur cette commune. Comme pour l'état des lieux du SAGE, les données concernant les communes situées en marge du territoire pourraient être pondérées par le pourcentage de leur surface incluse dans le périmètre du SAGE mais il est raisonnable de penser que les données utilisées reflètent globalement bien la réalité de l'activité agricole sur celui-ci.

* Biais important du au secret statistique



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

En 22 ans, le nombre d'exploitations a diminué de plus de moitié tandis que la surface agricole utile (SAU) a diminué seulement de 12 % et que le cheptel est stable. La taille moyenne des exploitations a ainsi doublé.

Lorsque l'on s'intéresse aux cultures, on peut remarquer que la surface toujours en herbe a considérablement diminué, presque de moitié, entre 1988 et 2000, période qui correspond au passage d'une agriculture traditionnelle à une agriculture industrielle. De plus, la superficie des cultures permanentes a diminué de près de moitié entre 2000 et 2010 et la superficie en terre labourables a augmenté de 17%.

2.2.1.2 Cultures et cheptels sur le bassin versant

Sur le bassin versant de la Sarthe aval on retrouve majoritairement deux grands types de cultures : les surfaces en herbe et cultures fourragères ainsi que les cultures céréalières.

Les surfaces en herbe et cultures fourragères destinées à l'alimentation animale représentent 50% de la surface cultivée en 2000 et 49% en 2010.

Les cultures céréalières cumulent un total de 40% des surfaces agricoles en 2000 et 43% en 2010.

Les cultures présentes sur le bassin sont donc relativement stables entre 2000 et 2010 même si on constate une progression des cultures céréalières et en particulier des surfaces en blé tendre. De plus, les surfaces utilisées pour les autres types de cultures ont également peu évolué. On peut tout de même noter une régression des surfaces en jachère et une augmentation de la part des oléagineux dans les cultures du bassin.

Les Figure 2-6 présentent la répartition des cultures et leur évolution.

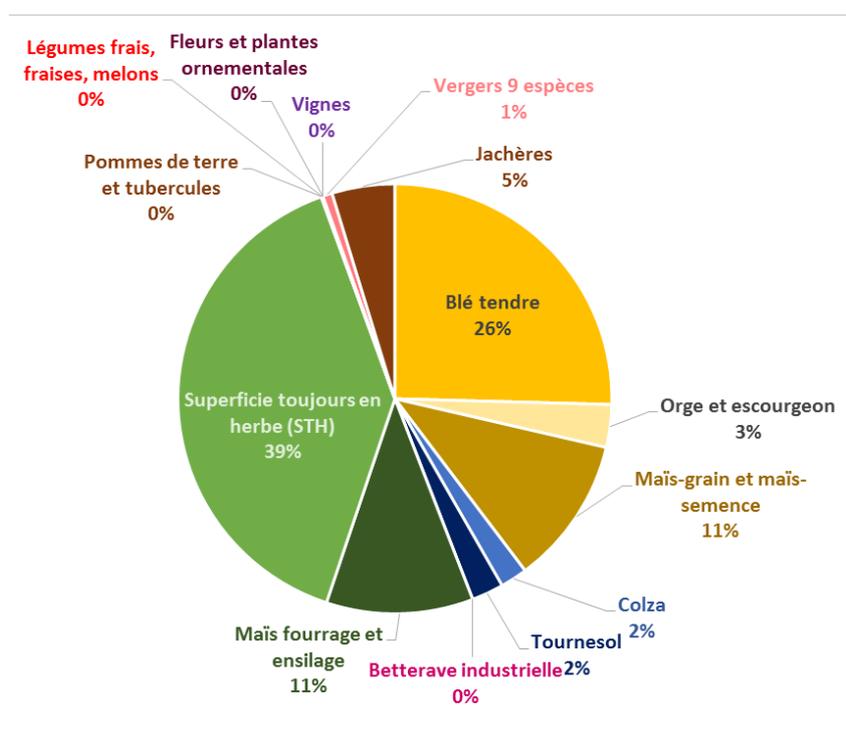


Figure 2-5 : Répartition des cultures en 2000 (Source : RGA)



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

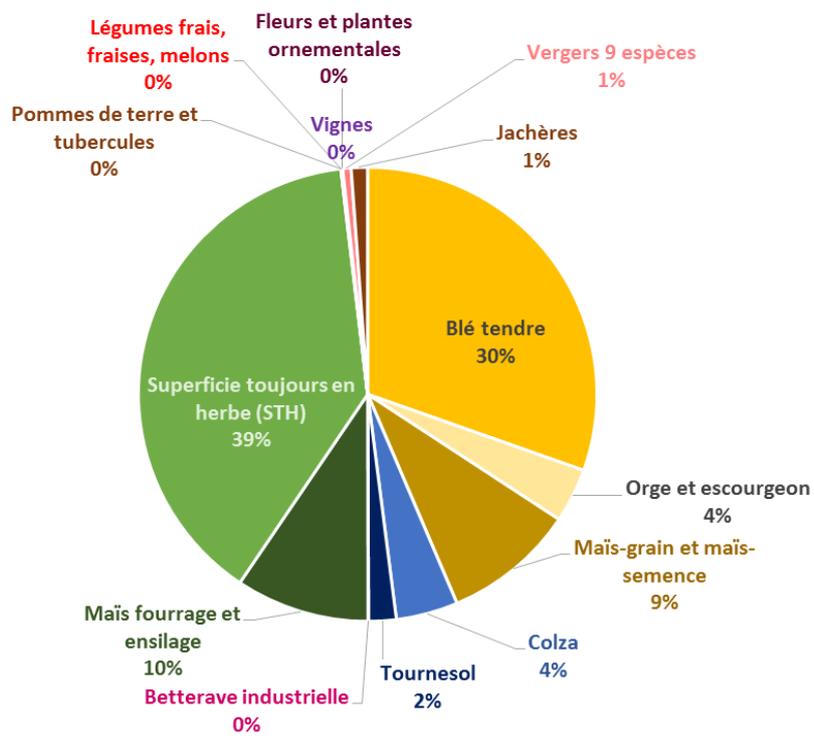


Figure 2-6 : Répartition des cultures en 2010 (Source : RGA)

Sur le territoire, les cheptels de bovins, ovins et porcins sont en régression. Cette diminution est particulièrement importante pour les ovins dont le cheptel a été divisé par deux en dix ans et pour les porcins dont le cheptel a diminué de près d'un quart. Cette forte régression peut être corrélée avec la crise agricole actuelle. Les cheptels de volailles et de caprins sont quant à eux en augmentation sur le territoire même si l'augmentation est à relativiser concernant les caprins compte tenu du faible effectif de départ.

L'évolution des cheptels est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 2-4 : Evolution des différents cheptels dans les communes du bassin versant (Source : RGA)

Année	Bovins	Caprins	Ovins	Porcins	Volailles
2000	261 491	434	12 515	173 233	4 127 072
2010	245 605	475	6 424	132 530	4 293 833
Evolution	-6%	+9%	-49%	-23%	+4%

2.2.2 Prélèvements liés à l'irrigation

Les données sur les prélèvements dédiés à l'irrigation sont issues du fichier de l'AELB et concernent la période 2000-2014.

La grande variabilité des prélèvements ne permet pas d'établir de tendance d'évolution. Le climat étant un facteur essentiel, les volumes prélevés varient fortement d'une année à l'autre.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Ce constat est confirmé par la figure ci-dessous mettant en lien le cumul de précipitations estivales et les prélèvements annuels pour l'irrigation. Les années où l'été a été sec les prélèvements ont été les plus importants et inversement. De plus, l'assolement et le type de cultures expliquent également les variations annuelles de prélèvements.

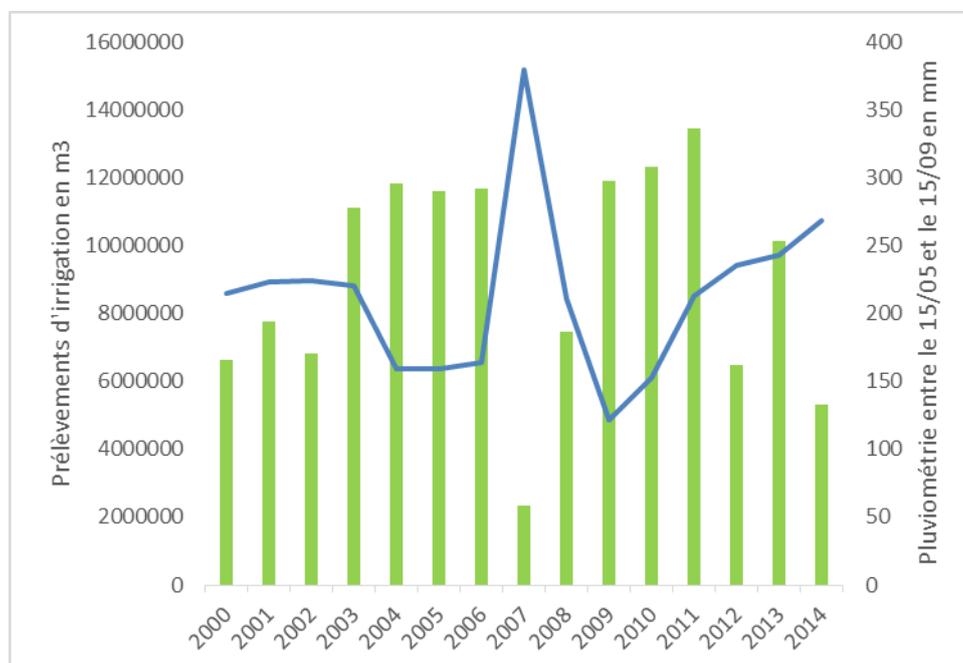


Figure 2-7 : Prélèvements annuels pour l'irrigation et cumul des précipitations entre le 15 mai et le 15 septembre sur le bassin versant de la Sarthe aval

La figure suivante présente la localisation des points de prélèvements. A sa lecture, il apparaît que les prélèvements pour l'irrigation sont concentrés principalement le long de la Sarthe et sur les unités de gestion de la Vézanne, des Deux Fonds et de la Voutonne.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

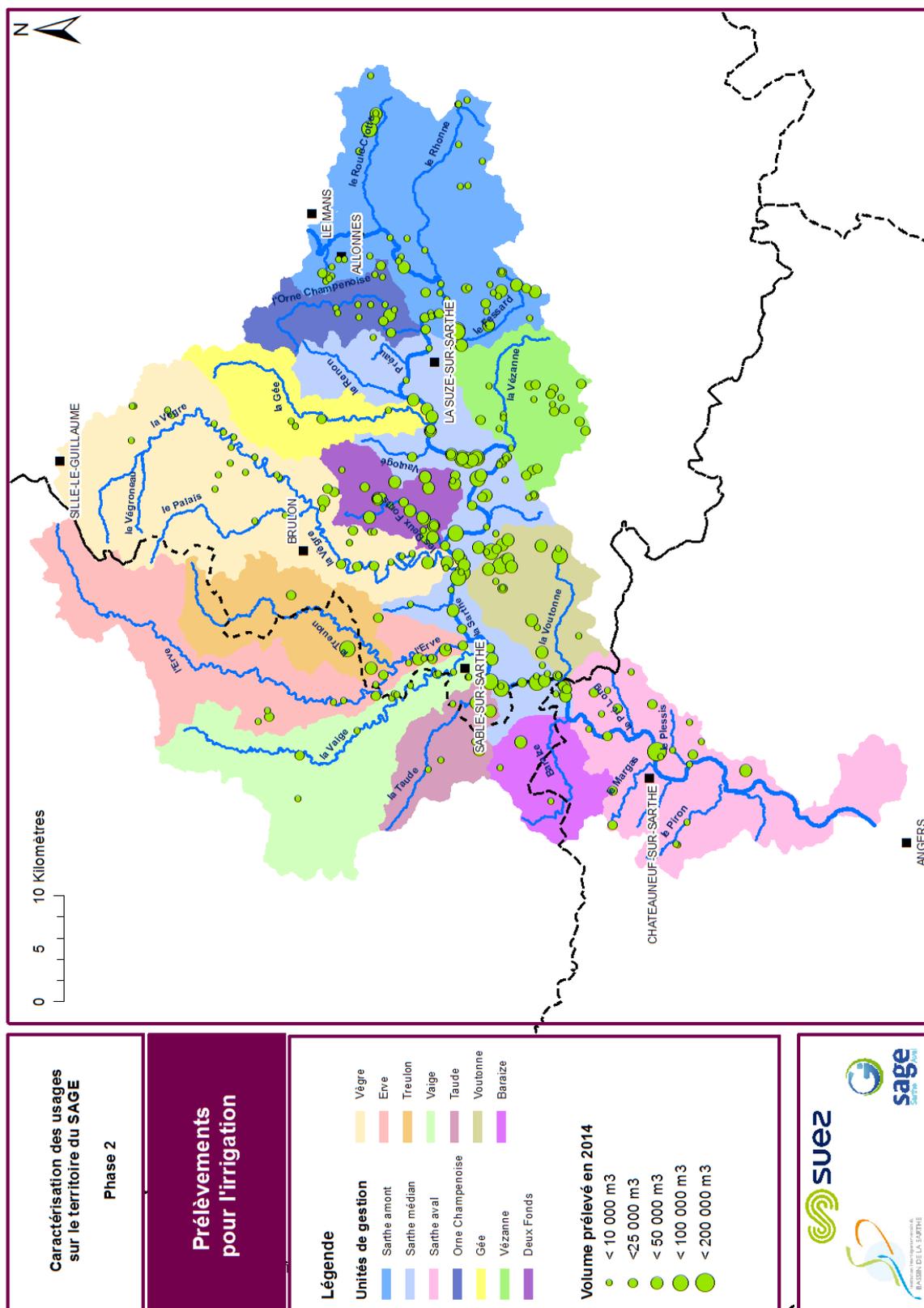


Figure 2-8 : Volumes prélevés pour l'irrigation en 2014 sur le bassin versant de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

La figure suivante présente l'évolution des volumes prélevés sur la période 2000-2014. Les prélèvements se font majoritairement en cours d'eau. Les prélèvements en nappe profonde et en retenues alimentées par des nappes profondes représentent également une part importante de ces prélèvements. Enfin, notons que les parts de prélèvement attribuées à chaque source évoluent peu au fil du temps.

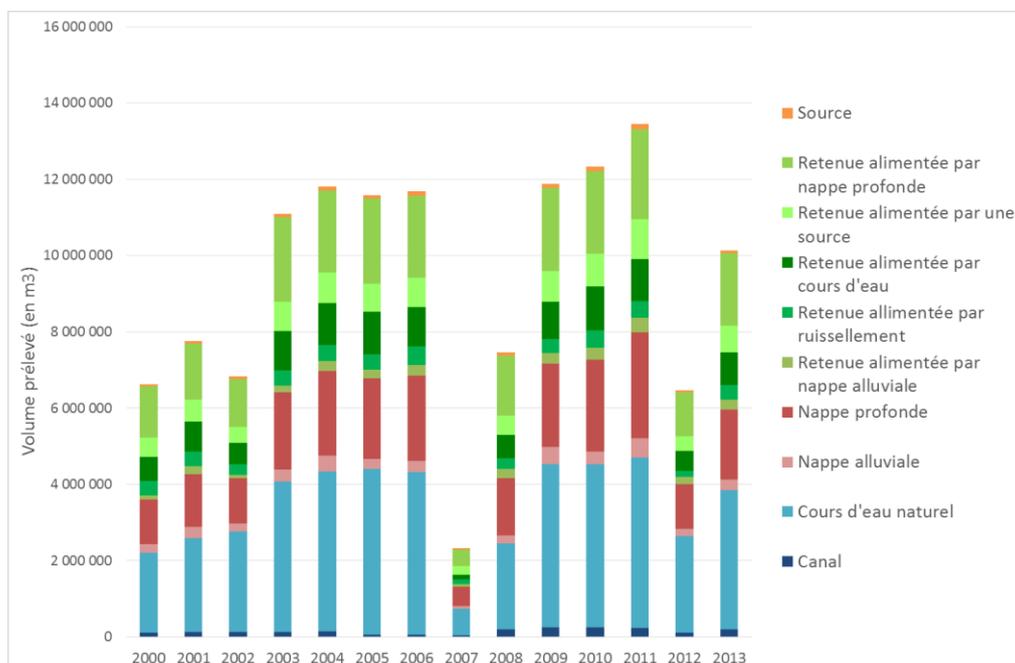


Figure 2-9 : Volumes prélevés pour l'irrigation sur le bassin versant de la Sarthe aval en fonction du mode d'alimentation

Les figures suivantes permettent d'analyser l'évolution des quantités d'eau prélevées par unité de gestion en fonction du temps. L'unité de gestion la plus sollicitée est la Sarthe médian. Trois sous-bassins apparaissent également parmi les plus sollicités : La Sarthe amont, Les Deux Fonds et la Voutonne. Le Tableau 2-5 récapitule ces résultats.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

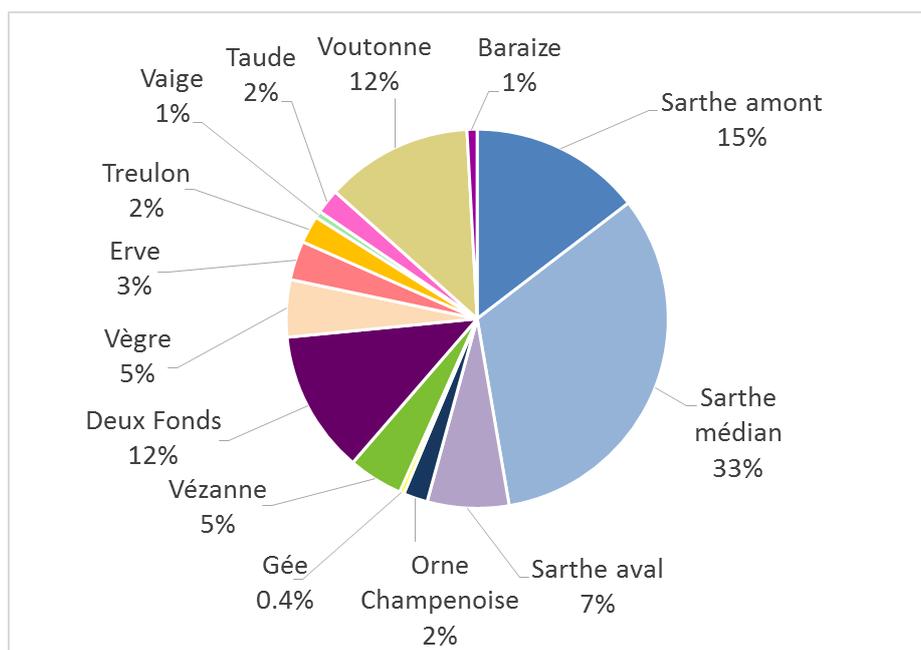


Figure 2-10 : Répartition moyenne des prélèvements irrigation sur les unités de gestion du bassin versant de la Sarthe aval

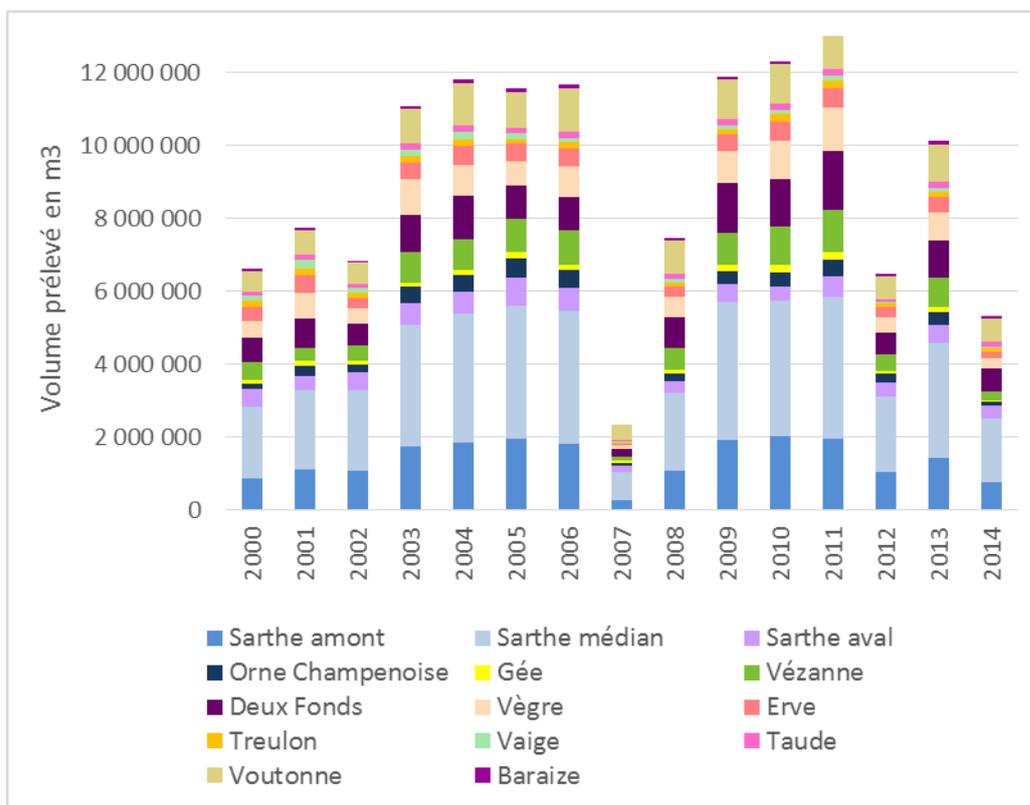


Figure 2-11 : Prélèvements annuels par unité de gestion



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 2-5 : Répartition des prélèvements pour l'irrigation par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m³)

Sous unité	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2 010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	884200	1125800	1089500	1759000	1836900	1966700	1818300	260800	1094673	1920832	2041446	1943847	1040423	1428186	772970
Sarthe médian	1950700	2154300	2193900	3308100	3542300	3652900	3643900	793000	2121300	3791602	3711424	3903486	2078426	3176801	1741262
Sarthe aval	472600	388400	513900	616700	619800	765300	629300	162700	302100	477346	364662	572836	396336	480760	367179
Orne Champenoise	170700	285200	190500	447900	437400	511300	479800	80800	236100	368564	417337	443258	237795	340331	108701
Gée	108000	136300	100600	114200	148800	194600	163200	59800	112400	170103	181111	200103	73801	135603	20557
Vézanne	487700	363600	426900	846000	854400	905500	952700	100900	590100	873356	1062611	1185431	432082	799838	246153
Deux Fonds	659400	811800	609500	1003500	1194300	894800	899000	224700	848820	1387958	1317921	1586319	608327	1040644	645930
Vègre	453400	706200	411200	998800	832300	685400	862700	114800	550800	876338	1027742	1220343	419284	749770	259464
Erve	389200	486400	264000	430400	540500	472400	489400	31900	284000	458228	529139	519622	290310	444462	177085
Treulon	169500	166000	147800	193500	174600	116400	160900	15600	103800	126074	220615	203282	95040	130937	124508
Vaige	148400	234300	138200	172200	209000	169800	121300	28300	103800	117442	107890	155021	41156	110826	30866
Taude	100400	159600	114100	165600	168100	150300	164100	39400	140900	175939	172692	158909	52972	170921	111063
Voutonne	570100	663800	584300	947500	1158700	997800	1194800	421100	897500	1064551	1081309	1292568	646148	1030890	662654
Baraize	56200	73900	48300	92600	87000	98800	106400	0	75200	71671	90782	69593	54281	102296	45485
Total	6 620 500	7 755 600	6 832 700	11 096 000	11 804 100	11 582 000	11 685 800	2 333 800	7 461 493	11 880 004	12 326 681	13 454 618	6 466 381	10 142 265	5 313 877



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

2.2.3 Méthode de décomposition

Les données sur les prélèvements agricoles ont été collectées auprès de l'AELB. La principale difficulté dans le traitement de ces données est liée à leur répartition temporelle sur l'année. En théorie, le prélèvement se fait en parallèle du besoin des plantes mais ce n'est pas toujours le cas, notamment lors de l'existence de plans d'eau et de retenues à usage agricole.

En effet, dans ce cas, le prélèvement pour assurer le remplissage des retenues se fait hors période d'étiage, le plus souvent en hiver.

La méthodologie utilisée pour ventiler les prélèvements sur l'année est la suivante :

- **Pour les prélèvements directs au milieu** (prélèvements en cours d'eau, en nappes, en sources ou en retenues connectées), le volume annuellement prélevé est ventilé selon les besoins des plantes calculés de manière décadaire.
Précisons que des hypothèses ont été formulées avec les trois Chambres d'agriculture sur la répartition des surfaces irriguées par type de culture. L'hypothèse d'une réserve utile des sols homogène sur le territoire a également été appliquée. Ces hypothèses ont été formulées pour s'approcher au plus près de la réalité mais peuvent représenter l'une des limites de notre analyse;
- **Pour les prélèvements dans les retenues non connectées**, la méthodologie sera expliquée dans la partie concernant les plans d'eau.

2.2.4 Prélèvements liés à l'abreuvement du bétail

Les données sur les cheptels ont été obtenues via le Recensement Général Agricole (RGA) 2000 et 2010. Concernant la période manquante, une régression linéaire a été effectuée à partir des données de ces deux années. Cette approche a été validée par les Chambres d'agriculture, précisons qu'une diminution importante des cheptels est constatée ces dernières années. Les différentes chambres d'agriculture ont été sollicitées afin d'obtenir des précisions sur les données manquantes.

Les quantités d'eau nécessaires à l'abreuvement du bétail ont été calculées à partir des cheptels par commune et des consommations d'eau journalières moyennes par type de bétail. Concernant les communes limitrophes au bassin versant et celles à cheval sur plusieurs sous unités, un ratio par rapport à leur surface a été établi et appliqué aux cheptels. Ces références de consommation ont quant à elles été fournies et validées par la CA 49.

Le Tableau 2-6 présente les valeurs de consommation journalière retenues par type de bétail et une estimation des besoins en eau du bétail sur le territoire du SAGE.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 2-6 : Estimation des besoins en eau pour l'élevage (m³/an)

Type de bétail	Consommation journalière moyenne (L/J)	Effectifs en 2000	Consommation totale en 2000 (en m3)	Effectifs en 2010	Consommation totale en 2010 (en m3)
Vaches laitières	100	33 031	1 205 616.16	27 314	996 959
Vaches allaitantes	50	38 232	697 730	30 723	560 692
Bovin > 1 an	50	67 125	1 225 030	61 141	1 115 820
Bovin < 1 an	25	47 956	437 602	50 244	458 476
Chèvres	10	265	967	410	1 497
Brebis	10	9 815	35 826	4 571	16 684
Truies reproductrices	25	9 840	89 791	6 296	57 450
Autres porcins	10	126 603	462 100	95 888	349 990
Volailles	0.2	3 419 652	249 635	3 635 586	265 398
Total			4 404 296		3 822 967

Il apparaît que les prélèvements liés à l'abreuvement diminuent en fonction du temps. Cela s'explique par une diminution importante du cheptel. Les besoins les plus importants sont destinés à l'abreuvement des bovins qui représente plus de 80 % des volumes consommés pour l'élevage (environ 3.1 millions de m³ en 2010).

Néanmoins, il est important de signaler que les résultats obtenus sont des ordres de grandeurs des besoins en eau pour l'abreuvement sur le bassin. En effet, les ratios de consommation peuvent varier significativement entre animaux d'une même espèce. De plus, les effectifs de production animale peuvent varier au cours de l'année en fonction des cycles de production.

Par ailleurs, précisons que seule une partie du volume consommé pour l'élevage est prélevée directement au milieu (par pompage, abreuvement direct au cours d'eau ou plan d'eau). Le reste provient directement des réseaux d'alimentation en eau potable.

Suite aux discussions de la réunion de comité technique qui a eu lieu en septembre et après consultation des chambres d'agriculture il a été décidé de considérer les ratios suivants:

Pour le Maine et Loire :

- Volailles, porcins : 100% sur réseau
- Autre bétail : 75% réseau et 25% milieu naturel

Pour la Mayenne :

- Volailles : 50% sur réseau et 50% milieu naturel
- Porcins : 80% sur réseau et 20% milieu naturel
- Vaches laitières : 33% sur réseau et 67% milieu naturel
- Autre bétail : 25% réseau et 75% milieu naturel

Pour la Sarthe :

- Volailles, porcins et vaches laitières : 100% sur réseau



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

- Autre bétail : 75% réseau et 25% milieu naturel

En tenant compte des hypothèses précédentes, les figures suivantes et le Tableau 2-7 récapitulent les volumes prélevés directement dans le milieu pour l'abreuvement ainsi que leur répartition par unité de gestion.

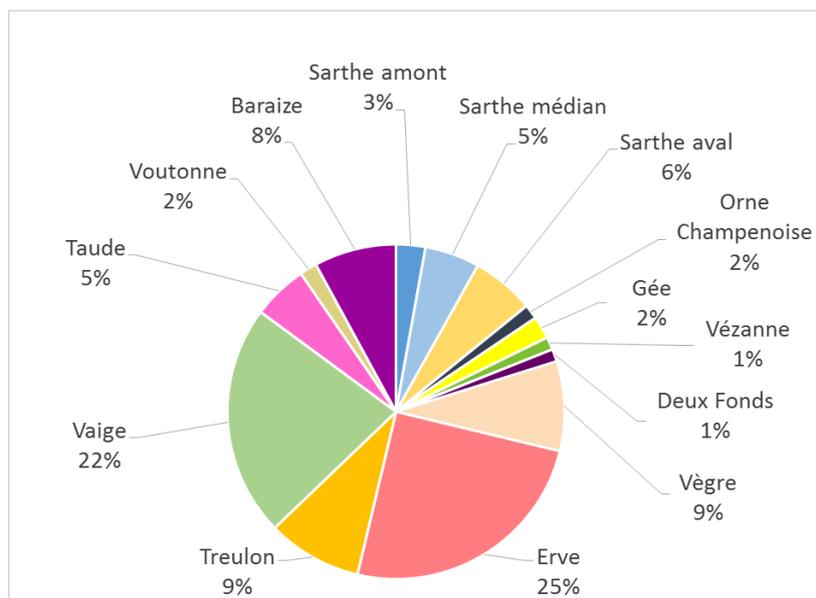


Figure 2-12 : Répartition des prélèvements liés à l'abreuvement en 2014 sur les unités de gestion du bassin de la Sarthe aval

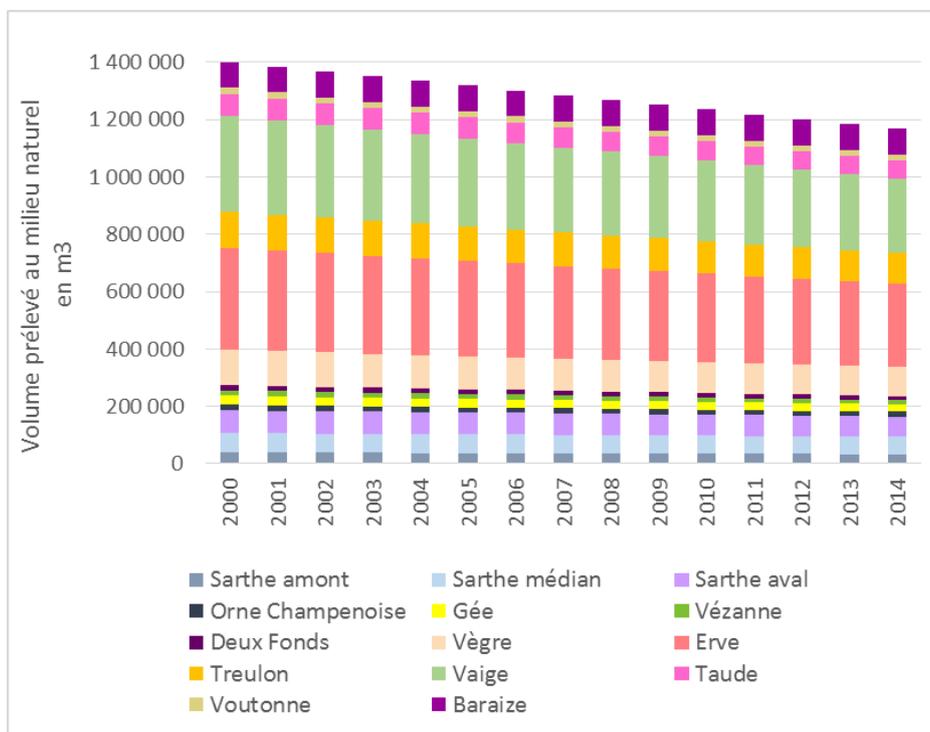


Figure 2-13 : Prélèvements annuels totaux par unité de gestion



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

2.2.5 Méthode de décomposition

Les prélèvements en eau pour les besoins du bétail sont répartis uniformément sur les 12 mois de l'année.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

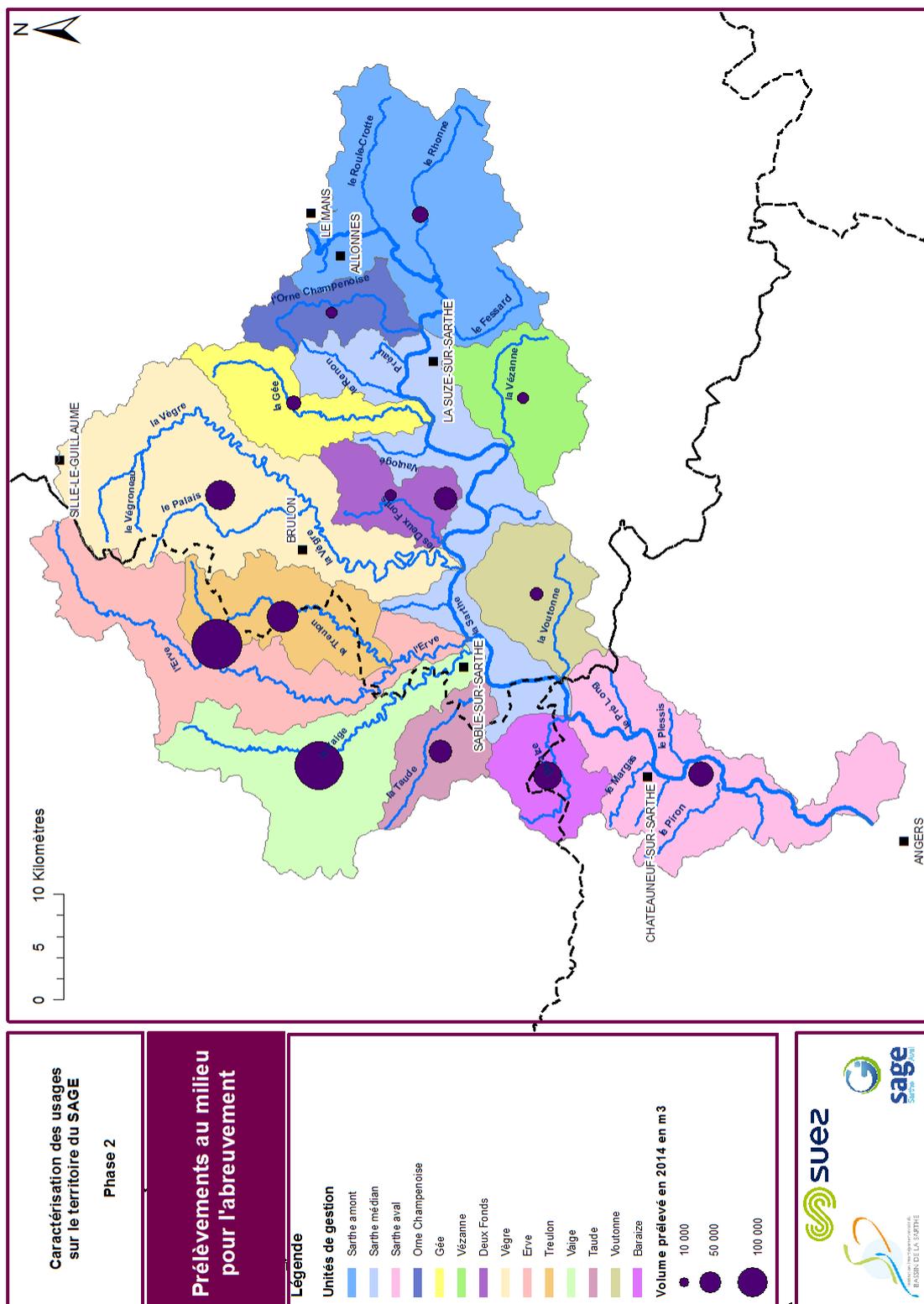


Figure 2-14 : Volumes prélevés pour l'abreuvement en 2014 par unités de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 2-7 : Répartition des prélèvements directs destinés à l'abreuvement par sous bassin sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m³)

Sous bassin	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	38921	38492	38063	37633	37204	36774	36345	35916	35486	35057	34627	34198	33769	33339	32910
Sarthe médian	67910	67449	66988	66527	66066	65604	65143	64682	64221	63760	63298	62837	62376	61915	61454
Sarthe aval	78946	78339	77732	77124	76517	75909	75302	74694	74087	73479	72872	72264	71657	71049	70442
Orne Champenoise	19241	19040	18839	18638	18437	18237	18036	17835	17634	17433	17233	17032	16831	16630	16429
Gée	31633	31190	30747	30304	29861	29418	28976	28533	28090	27647	27204	26762	26319	25876	25433
Vézanne	18608	18307	18006	17705	17404	17103	16802	16501	16201	15900	15599	15298	14997	14696	14395
Deux Fonds	17388	17156	16924	16692	16460	16228	15996	15764	15532	15300	15068	14836	14604	14372	14140
Vègre	123415	121824	120233	118642	117051	115460	113869	112278	110686	109095	107504	105913	104322	102731	101140
Erve	355105	350511	345917	341323	336730	332136	327542	322948	318354	313760	309166	304573	299979	295385	290791
Treulon	126936	125469	124002	122536	121069	119602	118135	116669	115202	113735	112268	110802	109335	107868	106401
Vaige	332719	327633	322547	317462	312376	307290	302204	297118	292032	286946	281860	276774	271688	266602	261516
Taude	78976	77751	76525	75300	74074	72849	71623	70398	69172	67947	66721	65496	64270	63045	61819
Voutonne	21761	21586	21412	21237	21062	20888	20713	20538	20364	20189	20014	19840	19665	19490	19316
Baraize	89583	89763	89944	90125	90305	90486	90667	90847	91028	91209	91390	91570	91751	91932	92112
Total	1 401 142	1 384 510	1 367 879	1 351 247	1 334 615	1 317 984	1 301 352	1 284 720	1 268 088	1 251 457	1 234 825	1 218 193	1 201 562	1 184 930	1 168 298



2.3 Activité industrielle

2.3.1 Prélèvements industriels

Les prélèvements industriels sont importants sur le territoire, ils représentent entre 6.5 et 8.5 millions de m³ par an. Les usines LTR à Spay et Renault ACI au Mans représentent à elles seules entre 70% et 83% des prélèvements industriels selon les années.

La figure suivante présente la localisation des points de captages liés à l'activité industrielle ainsi que les volumes prélevés en 2014.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

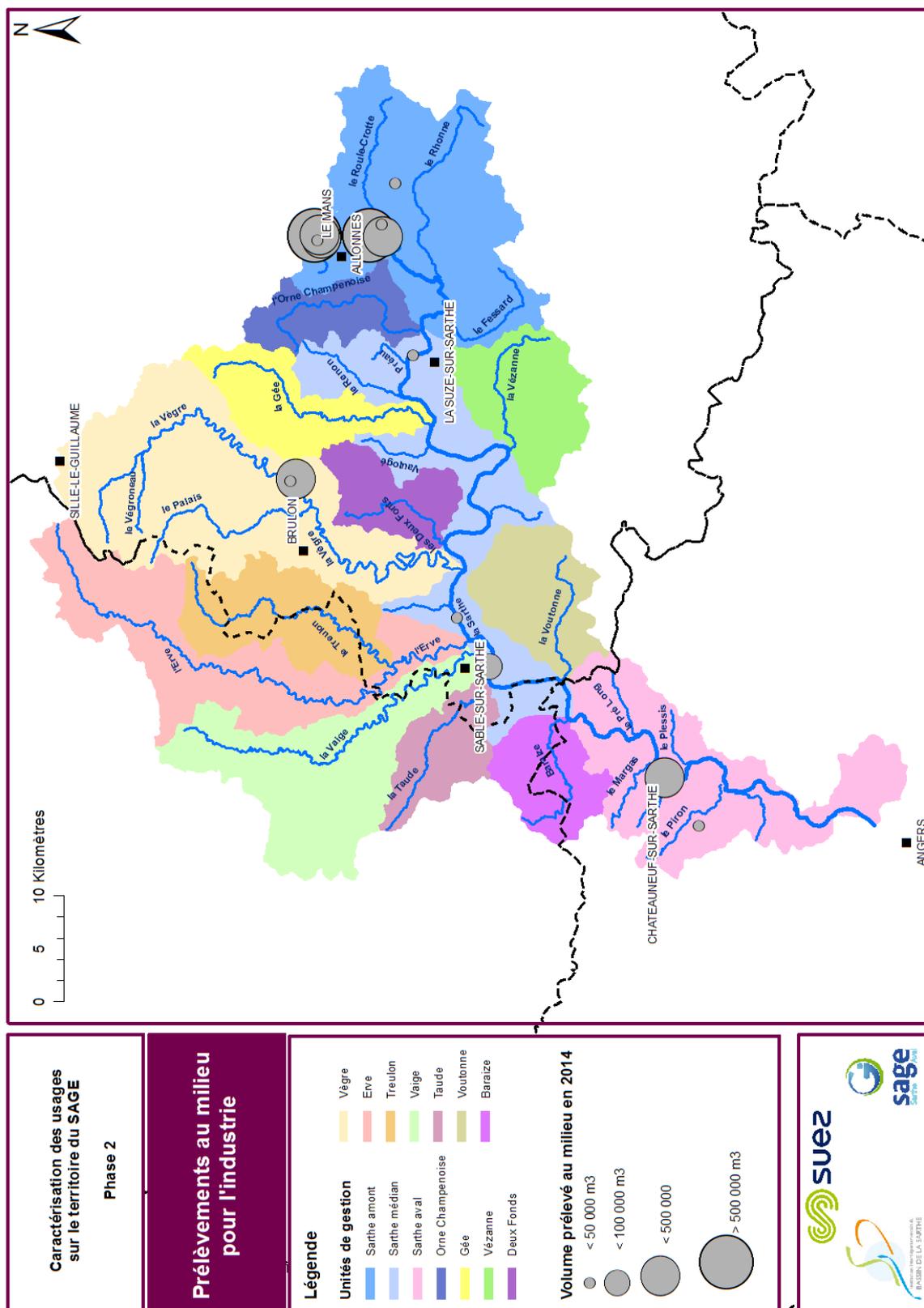


Figure 2-15 : Volumes prélevé pour l'industrie en 2014 sur le bassin versant de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Les volumes prélevés pour l'industrie sont présentés sur le graphique suivant. Les prélèvements se font majoritairement en cours d'eau. Ce résultat s'explique par le fait que les usines LTR à Spay et ACI Renault du Mans prélèvent directement dans la Sarthe.

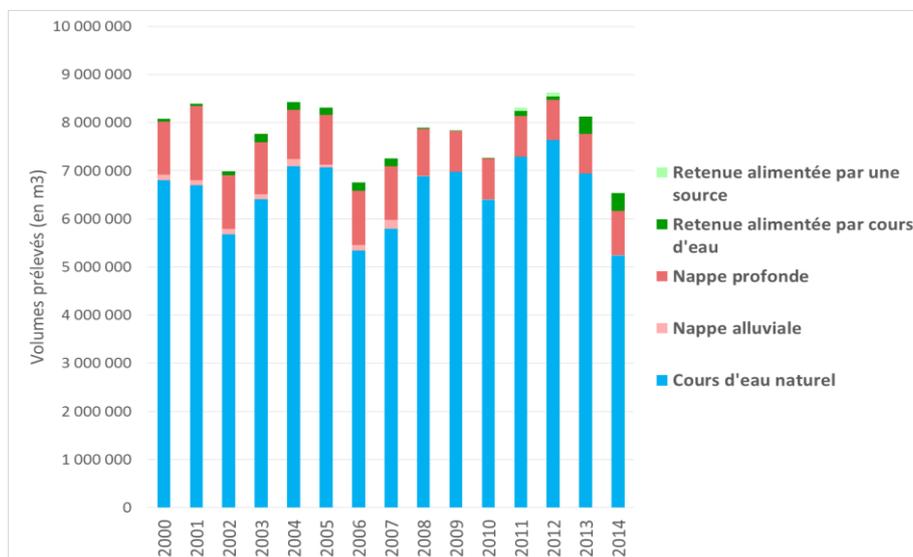


Figure 2-16 : Volumes prélevés pour l'industrie sur le bassin versant de la Sarthe aval en fonction du mode d'alimentation

La répartition des prélèvements industriels par unité de gestion est présentée dans la figure suivante. Plus de 90 % des prélèvements sont effectués sur l'unité de gestion de la Sarthe amont. Les autres sous bassins sont assez peu sollicités pour l'activité industrielle par des prélèvements directs au milieu.

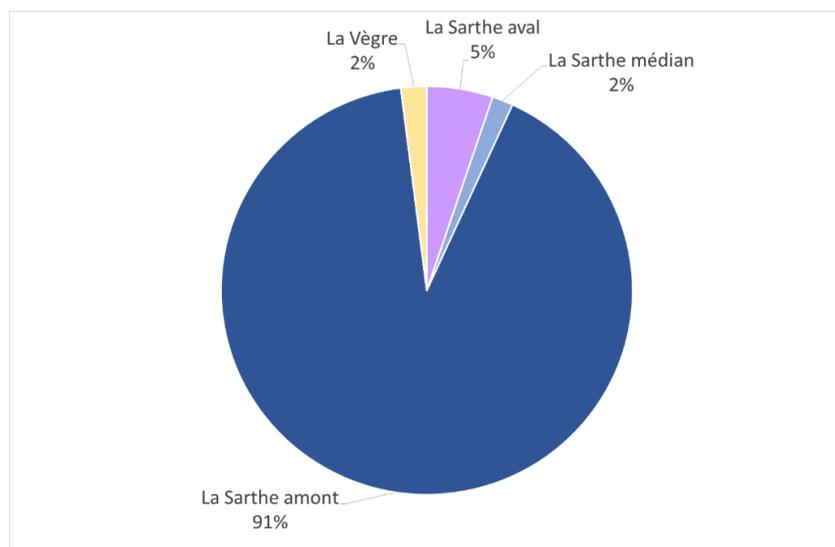


Figure 2-17 : Répartition moyenne des prélèvements industriels sur les unités de gestion du bassin de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

L'évolution des prélèvements annuels par unité de gestion est présentée à la figure suivante. Une diminution sensible des prélèvements peut être observée en 2014, elle correspond à une diminution des prélèvements réalisés par LTR de plus de 1.5 millions de m³ entre 2013 et 2014.

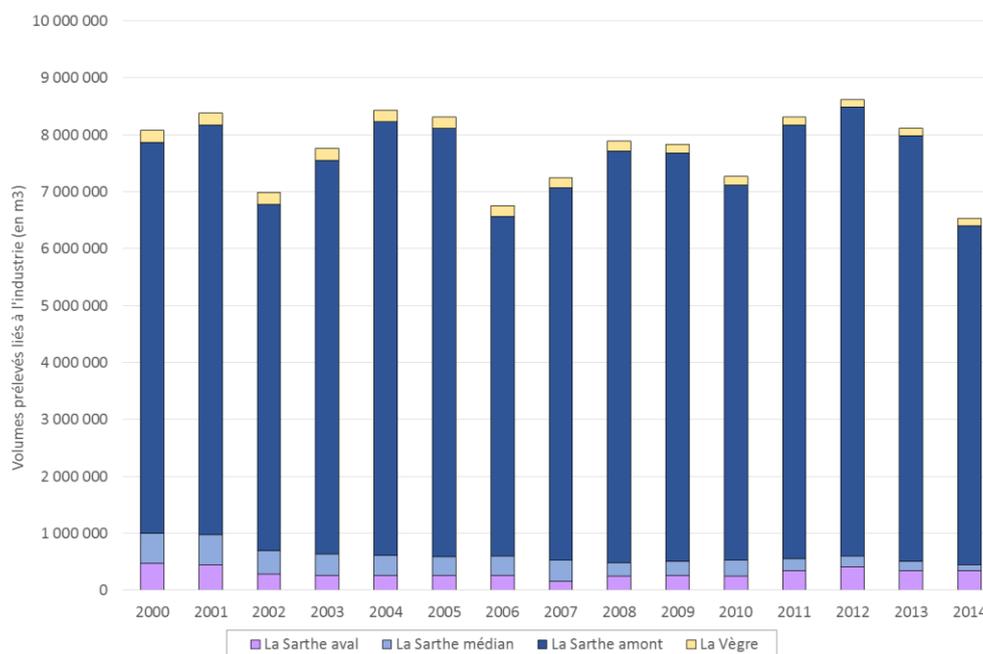


Figure 2-18 : Evolution des prélèvements annuels par unité de gestion sur le bassin de la Sarthe aval

Le Tableau 2-8 récapitule ces résultats.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 2-8 : Répartition des prélèvements industriels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m³)

Sous unité	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Sarthe amont	6 865 200	7 196 900	6 084 600	6 921 600	7 617 100	7 533 600	5 970 000	6 543 700	7 236 700	7 176 553	6 590 870	7 617 853	7 880 030	7 484 414	5 957 256
Orne Champenoise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarthe médian	530 700	524 800	406 900	369 500	352 300	318 400	337 100	374 200	236 800	248 377	282 520	210 091	193 532	167 727	107 751
Gée	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vézanne	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deux Fonds	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vègre	208 900	219 300	214 300	210 300	194 300	191 000	186 200	177 300	174 600	152 930	147 898	145 766	134 628	128 930	132 033
Erve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Treulon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaige	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taude	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Voutonne	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baraize	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarthe aval	469 800	446 500	287 100	262 100	262 100	266 800	261 900	153 400	246 500	258 444	245 333	341 355	411 581	339 087	339 087
TOTAL	8 074 600	8 387 500	6 992 900	7 763 500	8 425 800	8 309 800	6 755 200	7 248 600	7 894 600	7 836 304	7 266 621	8 315 065	8 619 771	8 120 158	6 536 127



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

2.3.2 Méthode de décomposition

L'élaboration d'une série mensuelle pour les prélèvements industriels se heurte aux difficultés suivantes :

- Données exclusivement annuelles et très peu d'informations disponibles sur la répartition temporelle des prélèvements ;
- Répartition mensuelle variable selon les industries : fermeture estivale, besoins spécifiques en eau liés à la production. Il apparaît impossible d'appliquer une évolution moyenne pour toutes les industries ;
- Répartition mensuelle variable d'une année sur l'autre : évolution des procédés industriels et modernisation des installations, basculement d'un prélèvement direct au milieu vers un raccordement au réseau AEP.

Concernant la décomposition des prélèvements, une répartition homogène sur l'année a été établie pour toutes les usines du territoire excepté celle de l'ACI Renault du Mans. En effet, une attention particulière a été portée sur les prélèvements et rejets des plus gros consommateurs d'eau. D'après l'Agence de l'Eau, l'ACI Renault ferme 3 semaines en août alors que LTR tabac fonctionne en continu. Les volumes annuels ont donc été répartis en accord avec ces informations.



CAS PARTICULIER DES PLANS D'EAU

3.1 Préambule

L'analyse qui suit vise à expliciter la méthodologie employée pour la constitution de la base de données « Plans d'eau ». Cette base de données a pour objet la mutualisation de toutes les informations disponibles concernant les plans d'eau recensés sur le territoire du SAGE Sarthe aval.

Cette partie a vocation à préciser :

- L'origine des données utilisées ;
- Les traitements réalisés et extrapolations ;
- Les incertitudes quant à la qualité des données.

3.2 Constitution de la base de données « Plan d'eau »

L'objectif de cette base de données est de disposer d'un inventaire unique et le plus exhaustif possible des plans d'eau sur le territoire d'étude. Il a donc été nécessaire de croiser toutes les informations disponibles dans les différentes sources de données et de les regrouper au sein d'une base unique.

Celle-ci a été constituée à partir des sources suivantes :

- L'inventaire des plans d'eau de la DREAL Pays de la Loire (prélocalisation des zones humides) pour les départements de la Sarthe, de la Mayenne et du Maine-et-Loire ;
- L'inventaire des plans d'eau de la DDT 72 ;
- L'inventaire des plans d'eau de la DDT 53 ;
- L'inventaire des plans d'eau de la DDT 49.

A partir de ces quatre sources d'informations, il s'agissait d'identifier le type de données disponibles dans chacune des bases et d'évaluer les lacunes existantes pour chaque plan d'eau. Un contrôle des données a également été réalisé afin de s'assurer de la cohérence et



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

de la fiabilité des informations disponibles. Les données jugées douteuses (forte présomption d'erreur) ont été écartées.

Compte tenu de l'importance de disposer d'une base homogène à l'échelle du bassin versant de la Sarthe aval, une comparaison et un recoupement des données des quatre inventaires disponibles ont été effectués. L'objectif de cette analyse était d'aboutir à une liste de plans d'eau unique sur le territoire d'étude et qui contienne à minima les informations suivantes :

- La situation géographique (coordonnées XY, communes) ;
- La surface du plan d'eau ;
- Le volume de stockage ;
- La connexion au cours d'eau.

3.2.1 Base de données de la DREAL Pays de la Loire

La base de données mise à disposition par la DREAL recense les zones humides existantes en Pays de Loire. Le code DREAL et la superficie de chaque zone humide sont également indiqués. Seules les zones humides correspondant au code « Plan d'eau » ont été utilisées et extraites de cette base de données.

Au total, pour les trois départements de la Sarthe, du Maine-et-Loire et de la Mayenne, **6 315** plans d'eau ont été identifiés par la DREAL sur le territoire d'étude.

3.2.2 Base de données de la DDT 72

La base de données brute de la DDT 72 répertorie **593** plans d'eau sur le territoire du SAGE. Des informations sont disponibles sur la surface et la profondeur des plans d'eau. Des données sur le mode d'alimentation sont également renseignées.

3.2.3 Base de données de la DDT 53

La base de données brute de la DDT 53 répertorie **304** plans d'eau sur le territoire du SAGE. Elle contient des éléments d'informations sur la catégorie piscicole ou le mode d'alimentation. Des informations sur la profondeur moyenne et la surface du plan d'eau sont également disponibles.

Il a été précisé par la DDT que cette base de données correspond aux plans d'eau connus et est donc incomplète. Il est considéré qu'un tiers des plans d'eau existants y sont recensés.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

3.2.4 Base de données de la DDT 49

La base de données du Maine-et-Loire rassemble **100** plans d'eau sur le territoire du SAGE. Elle contient des éléments d'informations sur l'usage, la catégorie piscicole ou le mode d'alimentation. Des informations sur la profondeur, la surface, le volume et le mode de gestion peuvent également être renseignées.

Il est précisé par la DDT que cette base de données correspond aux plans d'eau connus à l'heure actuelle et en projet

3.2.5 Croisement des sources d'informations

A partir de l'analyse des informations contenues dans chacune des bases de données, il a été retenu de :

- Privilégier l'utilisation de la base de données de la DREAL afin de s'assurer d'une certaine homogénéité sur le territoire.
- Compléter cette couche après confrontation avec les informations contenues (volume, surface, ...) dans les autres bases de données.
- Ajouter les plans d'eau manquants inventoriés dans les bases de données des DDT.

3.3 Base de donnée obtenue

Finalement, la base de données contient 6681 plans d'eau. Pour un certain nombre d'entre eux, la description, la surface ou le volume sont renseignés. Ces informations sont précisées dans le tableau suivant.

Tableau 3-1 : Informations disponibles dans la nouvelle base de données

Informations disponibles	Surface	Volume
Nombre de plans d'eau	6654	96
Pourcentage	99.6%	1.5 %

Néanmoins, il sera aussi nécessaire de déterminer et de compléter les informations suivantes pour tous les plans d'eau afin de mener à bien notre analyse : localisation, surface, volume et éventuelle connexion au cours d'eau.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

3.3.1 Localisation des plans d'eau

Après confrontation de toutes les bases de données, il a été remarqué que les localisations et coordonnées des plans d'eau étaient cohérentes. La localisation indiquée par la base de données de la DREAL a donc été conservée, les coordonnées des plans d'eau des DDT non connus dans la base de données DREAL ont également été ajoutées. Enfin, pour les données manquantes, les coordonnées X et Y des centroïdes des polygones ont été calculées par traitement SIG.

La figure suivante présente ainsi les plans d'eau obtenus ainsi que leur localisation.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

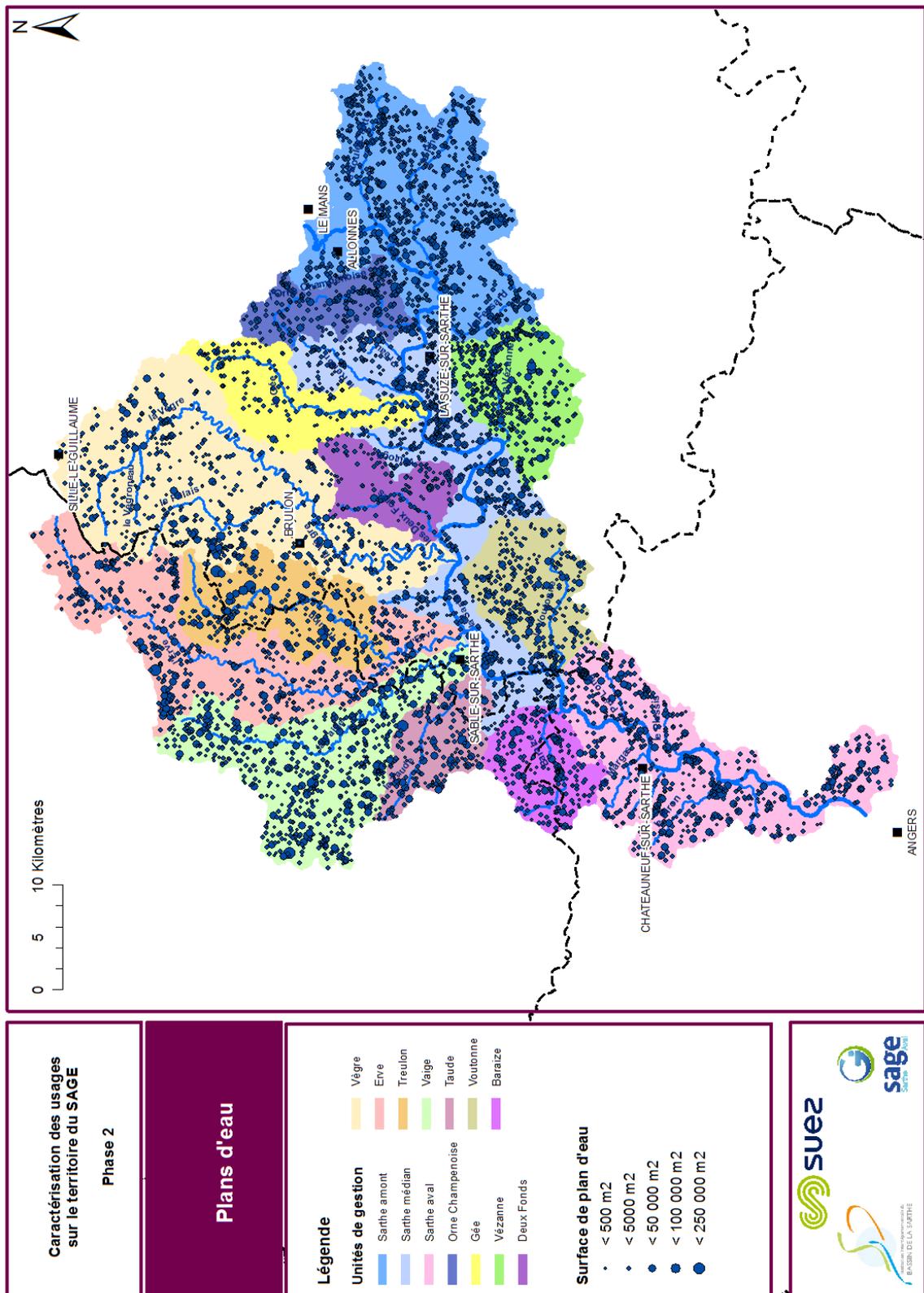


Figure 3-1 : Localisation des plans d'eau de la nouvelle base de données



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

3.3.2 Surface des plans d'eau

La surface privilégiée retenue est celle indiquée dans les bases de données des DDT. Concernant les plans d'eau manquants, elle a été extraite de la base de données DREAL et donc calculée par traitement SIG (c'est le cas pour 5816 plans d'eau). Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus :

Tableau 3-2 : Informations obtenues sur la surface des plans d'eau

Superficie S	Nombre de plans d'eau	Surface totale (en km ²)
S < 250 m ²	1458	0.2
250 < S < 500 m ²	1397	0.5
500 < S < 1000 m ²	1329	0.9
1000 < S < 5000 m ²	1899	4.0
S > 5000 m ²	598	9.6
TOTAL	6 681	15.24

3.3.3 Capacité et profondeur des plans d'eau

La capacité de stockage des plans d'eau a été définie comme le volume maximum disponible. Malheureusement, cette information n'est disponible directement que pour 96 plans d'eau (DDT 49). Lorsqu'aucun volume n'était attribué à un plan d'eau, la capacité de stockage a donc été obtenue de la manière suivante :

- Si une profondeur était renseignée, le volume a été obtenu en multipliant la profondeur moyenne par la surface
- Si aucune donnée de profondeur n'était disponible :
 1. Des ratios Volume / Surface ont été établis par classe de surface pour les plans d'eau disposant de l'information ;
 2. Le ratio a ensuite été multiplié par la surface des plans d'eau pour lesquels le volume n'était pas renseigné en fonction de la classe de surface à laquelle ils appartiennent. Lorsque la surface était disponible via les différents inventaires, celle-ci a été privilégiée. Sinon la surface calculée par traitement SIG a été utilisée.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 3-3 : Informations obtenues sur les volumes des plans d'eau

Volume V	Nombre de plans d'eau	Volume total (en millions de m ³)
V < 500 m ³	1 134	0.25
500 < V < 1000 m ³	50	0.04
1000 < V < 2000 m ³	90	0.13
2000 < S < 5000 m ³	147	0.55
S > 5000 m ³	5260	752.41
Total	6681	753

3.3.4 Connexion des plans d'eau au cours d'eau

La connexion des plans d'eau au cours d'eau n'a été renseignée dans aucune des bases des données à disposition.

Lors de la réunion du comité technique, il a été décidé de définir la connexion au cours d'eau en fonction de l'emprise de la nappe alluviale lorsqu'elle était disponible. Il a été établi que les plans d'eau inclus dans cette frange sont connectés. Lorsque la donnée n'était pas disponible une bande tampon a été définie à 30m pour les cours d'eau d'une largeur supérieure à 7m et à 10m pour les cours d'eau inférieurs à 7m. Les plans d'eau inclus dans la bande tampon sont connectés. La connexion a ainsi été reconstituée par analyse cartographique sous SIG et le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus.

Tableau 3-4 : Synthèse des données sur la connexion/déconnexion des plans d'eau

	Plan d'eau connecté au cours d'eau	Plan d'eau déconnecté du cours d'eau
Nombre de plans d'eau	594 (9%)	6 087 (91%)
Superficie de plans d'eau (millions de m ²)	2 059 (14%)	13 180 (86%)

La figure suivante présente les plans d'eau ainsi que l'étendue de la nappe alluviale et de la bande tampon considérée.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

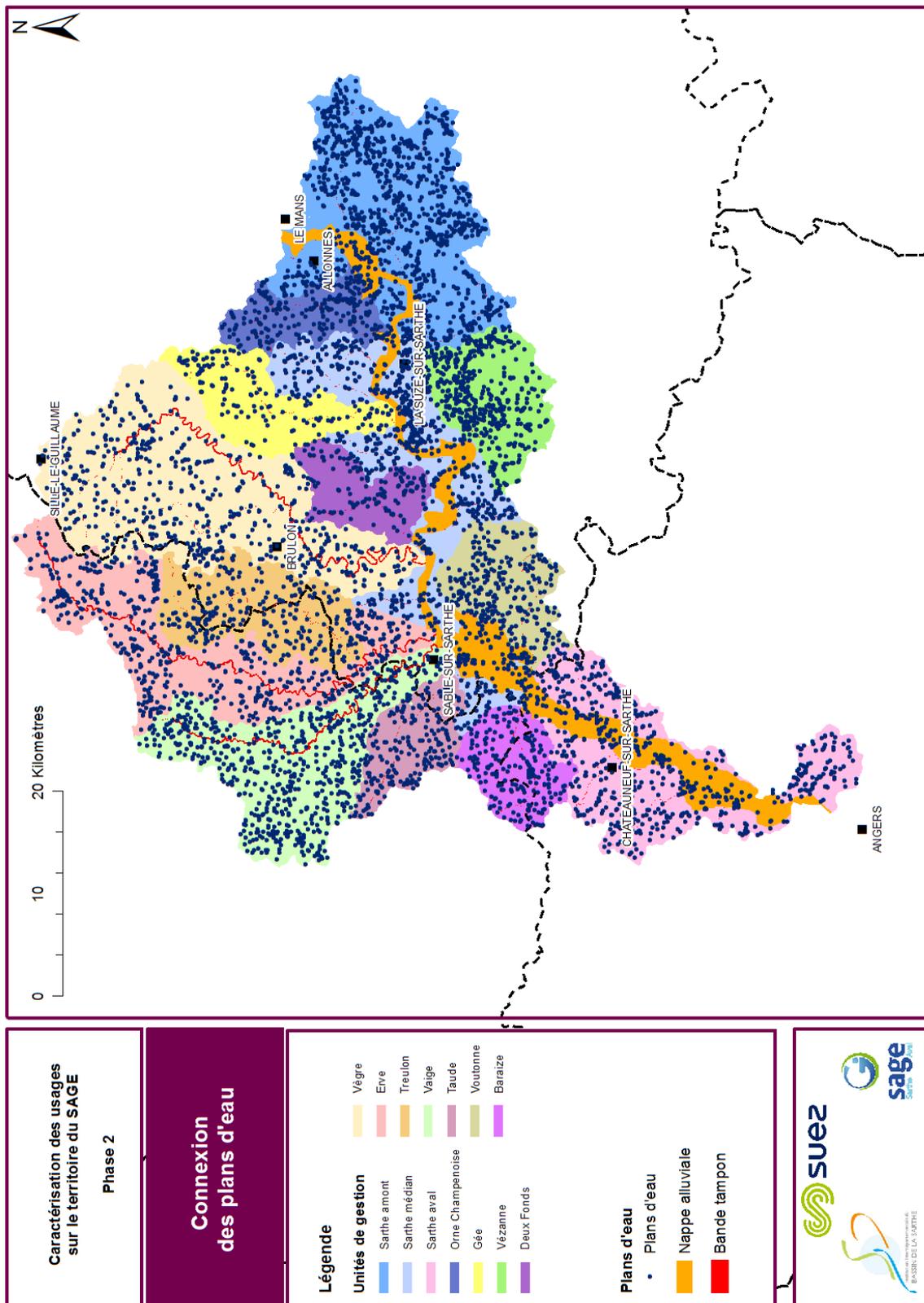


Figure 3-2 : Localisation des plans d'eau et étendue de la nappe alluviale et des bandes tampons



3.3.5 Évaluation des incertitudes

Les incertitudes sur la base de données ainsi constituée sont de plusieurs types :

- Les volumes des plans d'eau ont été, pour un grand nombre d'entre eux, reconstitués à partir d'un ratio volume / surface et grâce à une approche simplifiée ;
- Les informations sur les usages et le mode d'alimentation sont considérées fiables, bien que très incomplètes.
- La connexion des plans d'eau au cours d'eau a été déterminée par une approche cartographique. Cette méthode génère des incertitudes en connectant automatiquement au cours d'eau tous les plans d'eau situés dans la frange alluviale ou la bande tampon autour du réseau hydrographique, et inversement.

3.4 Calcul de l'évaporation sur plans d'eau

Une fois toutes ces informations connues, le calcul des pertes par surévaporation liée aux plans d'eau a été effectué selon la méthode suivante. Ensuite, la répartition dans l'année des volumes ainsi obtenus sera expliquée.

Pour rappel, l'analyse présentée ici s'attache à quantifier l'impact des plans d'eau sur l'hydrologie du bassin versant. Le bilan hydrique complet d'un plan d'eau consiste à évaluer les termes :

- **D'apports** : pluie, ruissellement
- **De sortie** : Évaporation, Évaporation de la zone humide associée, percolation, infiltration, débit réservé, surverse...

L'approche retenue ici s'est focalisée sur les deux termes prépondérants du bilan, à savoir la **pluviométrie et l'évaporation** (en réalité le delta entre le volume évaporé et celui évapotranspiré sur un couvert végétal équivalent). Les autres termes du bilan hydrique n'ont pas été intégrés à l'analyse en raison d'une absence quasi-totale de données pour les quantifier.

3.4.1 Volumes annuels perdus par évaporation

Les **pertes par évaporation des plans d'eau** peuvent être particulièrement importantes sur le territoire d'étude vu le nombre de plans d'eau existants. Afin de quantifier l'impact de l'évaporation des plans d'eau sur les écoulements, il convient de considérer non pas le volume absolu évaporé sur les surfaces en eau mais bien la différence entre ce volume et celui qu'aurait évapotranspiré une surface non couverte par un plan d'eau à surface libre. Il a été retenu pour le besoin de l'analyse de considérer les surfaces équivalentes de plan d'eau avec un couvert végétal de type prairie.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Afin de comparer le volume de l'évaporation dû aux plans d'eau à celui d'une évapotranspiration équivalente pour un couvert de prairie, les éléments suivants ont été considérés :

- Pour l'évaporation sur les plans d'eau : une évaporation potentielle (ETP Penman) complète. Cette donnée est celle acquise auprès de Météo France à la station du Mans;
- Pour l'évapotranspiration sur une surface équivalente à celle des plans d'eau en prairie, une évapotranspiration réelle (ETR) calculée, à partir d'une réserve utilisable du sol uniforme de 80 mm. Les données pluviométriques utilisées pour le calcul de la réserve du sol ont été calculées sur chaque sous-bassin à partir des trois pluviomètres suivants (Tennié, Sablé-sur-Sarthe, Chateaufort-sur-Sarthe).

La figure ci-dessous présente la différence entre le volume évaporé par les plans d'eau et celui évapotranspiré sur couvert végétal entre 2000 et 2014.

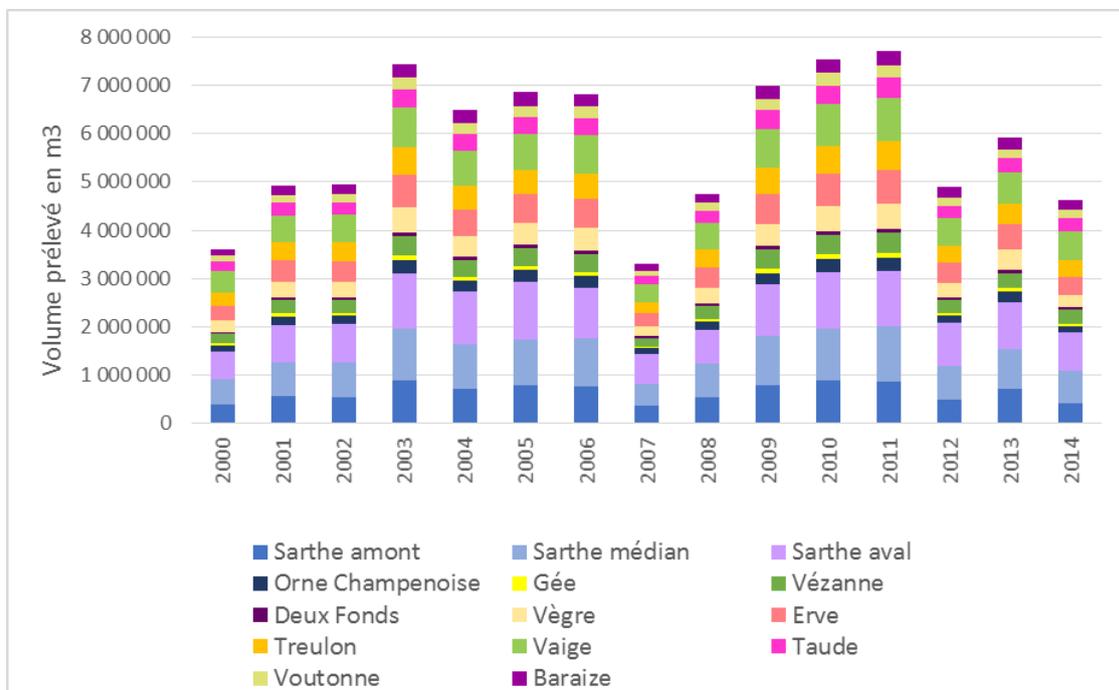


Figure 3-3 : Différence entre le volume évaporé par les plans d'eau et le volume évapotranspiré sur un couvert végétal par an et par unité de gestion

A partir du graphique précédent, plusieurs constats peuvent être faits :

- Pour les années les plus humides (début des années 2000 et 2007 par exemple), les pertes peuvent varier entre 3 et 5 millions de m³/an environ (entre 2000 et 3300 m³/ha de plan d'eau /an).
- Pour les années avec des étés très secs (2003 à 2006 et 2009 à 2011), on observe des pertes importantes s'élevant entre 6,5 millions de m³/an et 7.5 millions de m³/an (soit



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

entre 4300 m³/ha/an et 4900 m³/ha/an). Les pics d'évaporation apparaissent en général en juillet et en août.

Compte tenu des volumes mis en jeu, il est attendu que l'impact des plans d'eau puisse être significatif et perturbe les écoulements en période d'étiage.

Les pertes par évaporation (volume total évaporé – volume évapotranspiré sur surface équivalente en prairie) réparties par masse d'eau sont présentées dans le tableau suivant. Les volumes annuels totaux sont aussi indiqués dans le tableau. Les pertes par évaporation sont relativement bien réparties entre les unités de gestion. Les plus importantes se situent sur les sous-bassins unités de gestion situées le long de la Sarthe.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 3-5 : Pertes par évaporation par unité de gestion (en m³/an)

Unité de gestion	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Moyenne
Sarthe amont	387354	564356	540522	892797	716200	781410	772903	358562	531829	788672	876750	874347	497457	714690	417590	647696
Sarthe médian	524771	707996	713899	1058287	917868	957513	986309	447226	694157	1014662	1085740	1124392	692510	828438	672419	828412
Sarthe aval	574361	763975	800063	1156876	1088960	1191126	1051422	631898	719348	1067780	1160021	1154422	887164	959325	800551	933820
Orne Champenoise	120004	177060	167591	282634	223495	246032	241463	113841	165306	245792	275283	272470	152817	227239	128901	202662
Gée	42859	62577	59842	99114	79358	86686	85654	39821	58899	87374	97227	96864	55002	79388	46138	71787
Vézanne	203896	269229	274126	391173	350435	357322	375332	173436	266283	387118	408257	428839	269991	303124	281395	315997
Deux Fonds	41014	54578	55388	80350	70947	73010	76155	34850	53860	78438	83258	86959	54143	62510	54853	64021
Vègre	231011	332749	321337	523047	423876	459567	457171	209626	315625	467188	516658	517971	297776	417392	251011	382800
Erve	316777	437430	433914	666606	562603	595249	606617	273986	423834	622394	674174	690042	413173	525471	383572	508389
Treulon	275574	374073	375470	562337	483258	505849	520813	233646	365875	535461	574797	593672	361525	440727	344910	436532
Vaige	427084	563931	574189	819357	734026	748452	786176	363283	557759	810862	855140	898252	565528	634928	589415	661892
Taude	197748	261120	265902	379448	339965	346715	364039	168291	258250	375456	395984	415898	261963	294081	272938	306520
Voutonne	126320	166810	169895	242453	217257	221634	232567	107582	164965	239849	252987	265664	167444	187946	174376	195850
Baraize	145674	193571	202649	292730	274224	298953	267130	157486	183276	271594	294403	293749	222798	240965	203157	236157
Total	3 614 447	4 929 454	4 954 788	7 447 210	6 482 474	6 869 518	6 823 750	3 313 533	4 759 268	6 992 640	7 550 679	7 713 543	4 899 290	5 916 223	4 621 225	



3.4.2 Répartition des pertes par sur-évaporation des plans d'eau

Il est attendu que l'impact du volume évaporé par un plan d'eau sur les écoulements ne sera pas le même suivant que le plan est connecté ou pas au réseau hydrographique. En effet, dans le cas d'une connexion directe du plan d'eau au réseau hydrographique, le volume évaporé est quasi-immédiatement compensé par un prélèvement direct au milieu naturel.

Dans le cas d'un plan d'eau déconnecté du réseau hydrographique, les pertes par évaporation seront compensées par un prélèvement au milieu naturel a priori hors de la période d'étiage. Il convient donc de bien appréhender le mode de connexion du plan d'eau au réseau hydrographique pour ventiler les volumes « perdus » par évaporation sur l'ensemble du cycle hydrologique.

Une fois l'analyse cartographique effectuée, il apparaît que :

- 9% des plans d'eau sont connectés directement au cours d'eau : sur ces plans d'eau, le volume prélevé au milieu naturel pour compenser les pertes par évaporation se répartit donc suivant l'évaporation réelle, c'est-à-dire en fonction des paramètres hydro-climatiques. Les pertes ainsi obtenues à l'échelle du bassin versant sont présentées dans la figure ci-après. L'impact sur les écoulements s'observe ainsi essentiellement en période d'étiage.

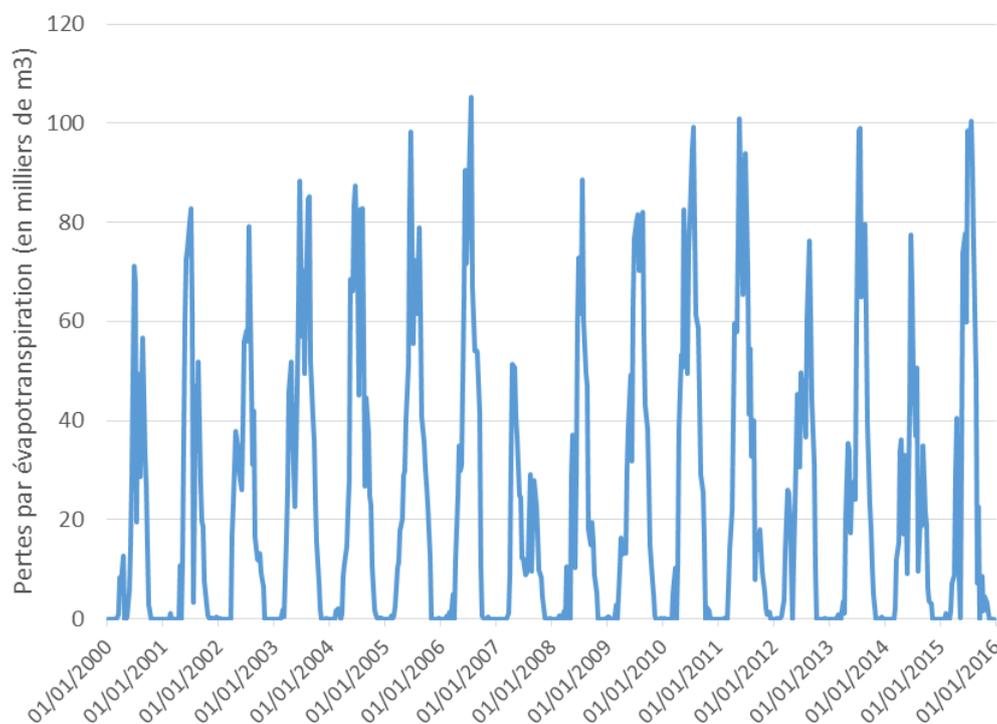


Figure 3-4 : Pertes par sur évaporation des plans d'eau sur l'ensemble du bassin par décennie (en milliers de m³)



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

- 91% des plans d'eau ne sont pas connectés au réseau hydrographique : sur ces plans d'eau, le volume prélevé au milieu naturel pour compenser les pertes par évaporation se répartit donc essentiellement hors des périodes les plus sèches (compensé par pompage hors des périodes de tension). Afin de définir cette période de remplissage, la lame d'eau ruisselée a été estimée pour chaque station hydrométrique du territoire. De manière générale, l'évolution du débit ruisselé est identique sur l'ensemble des unités de gestion. Ainsi, il est proposé de retenir un ratio moyen afin de ventiler les volumes sur l'année. L'impact sur les écoulements s'observe essentiellement des mois de décembre à mars.

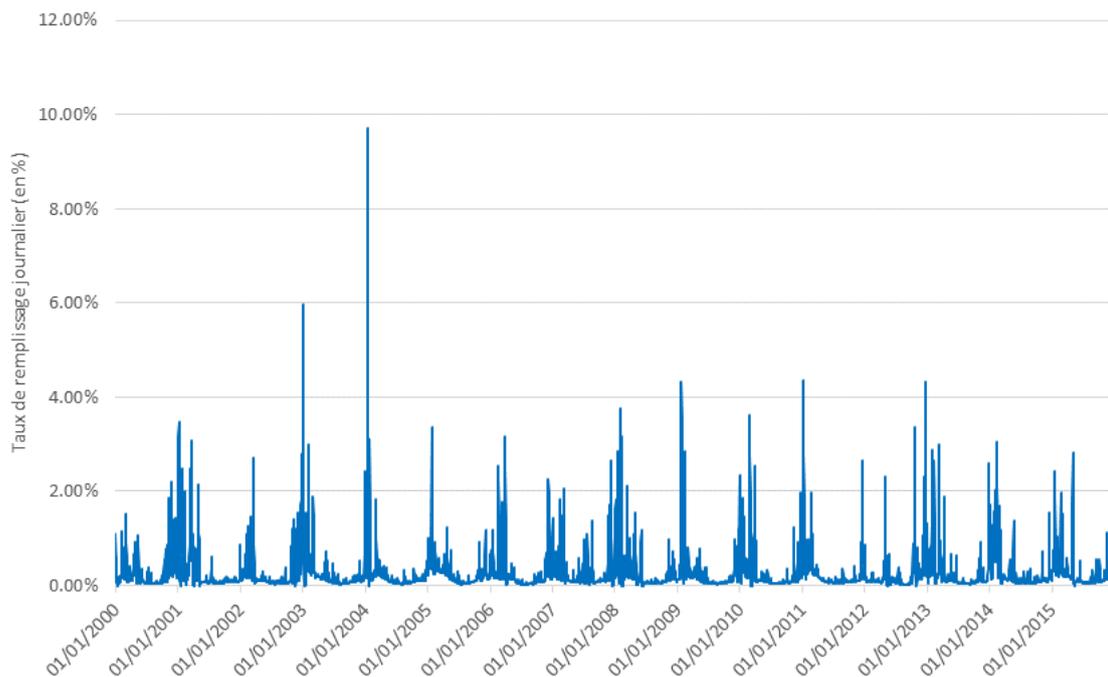


Figure 3-5: Taux de remplissage journalier en fonction du temps

3.5 Calcul de l'évaporation de la Sarthe

Lors du comité technique, il a été décidé de calculer l'évaporation de la Sarthe afin de déterminer l'impact des remaniements effectués sur le cours d'eau. Il a été décidé de considérer que la surface actuelle de la Sarthe est cinq fois supérieure à sa surface naturelle. C'est uniquement cette surface supplémentaire qui est prise en compte dans le calcul de l'évaporation de la Sarthe soit environ 730ha.

3.5.1 Volumes annuels perdus par évaporation

De la même manière que pour les plans d'eau, afin de quantifier l'impact de l'évaporation de la Sarthe sur les écoulements, il convient de considérer non pas le volume absolu évaporé sur les



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

surfaces en eau mais bien la différence entre ce volume et celui qu'aurait évapotranspiré une surface non couverte par une surface en eau.

La méthode de calcul utilisée ci-après est la même que celle utilisée pour les plans d'eau.

La figure ci-dessous présente la différence entre le volume évaporé par la Sarthe et celui évapotranspiré sur couvert végétal entre 2000 et 2014.

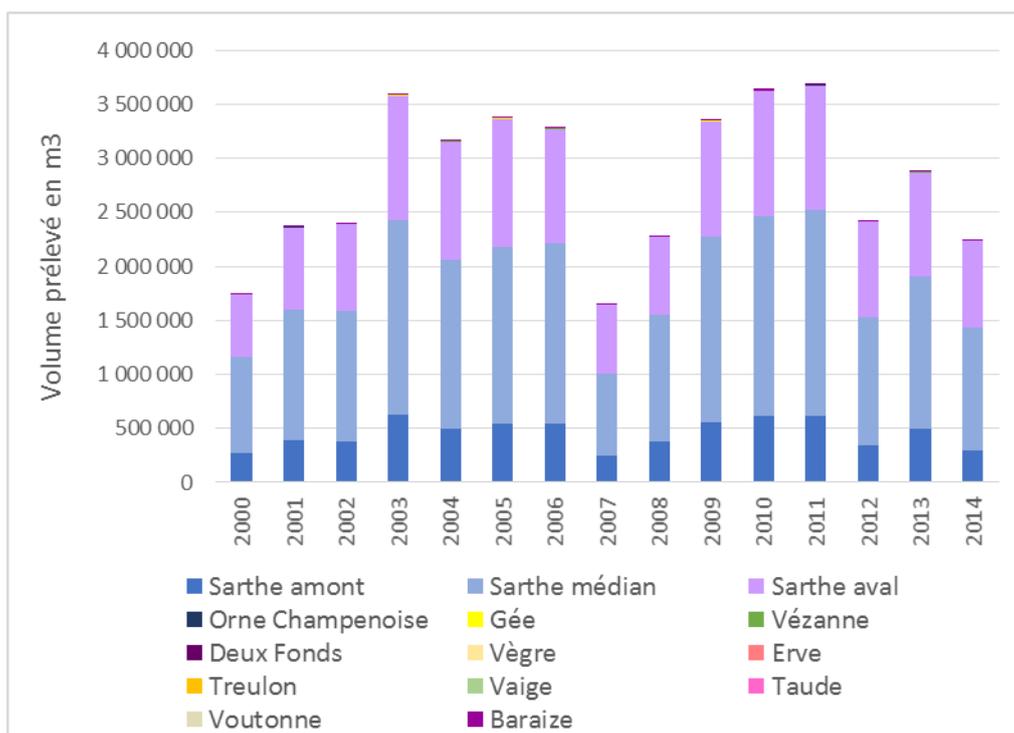


Figure 3-6 : Différence entre le volume évaporé par la Sarthe et le volume évapotranspiré sur un couvert végétal par an et par unité de gestion

A partir du graphique précédent, plusieurs constats peuvent être faits :

- Pour les années les plus humides (début des années 2000 par exemple), les pertes peuvent varier entre 1.6 et 2.4 millions de m³/an environ (entre 2200 et 3300 m³/ha/an).
- Pour les années avec des étés très secs (2003 à 2006 et 2009 à 2011), on observe des pertes importantes s'élevant entre 3.1 millions de m³/an et 3.7 millions de m³/an (soit entre 4200 et 5000 m³/ha/an).

Les pertes par évaporation (volume total évaporé – volume évapotranspiré sur surface équivalente en prairie) réparties par masse d'eau sont présentées dans le tableau suivant. Les volumes annuels totaux sont aussi indiqués dans le tableau. Les pertes par évaporation sont réparties entre les unités de gestion de la Sarthe. Les plus importantes se situent sur les unités ayant le linéaire le plus important c'est-à-dire la Sarthe médian et la Sarthe aval.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 3-6 : Pertes par évaporation par unité de gestion (en m³/an)

Unité de gestion	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	271517	395586	378880	625808	502022	547731	541768	251335	372787	552822	614560	612876	348694	500964	292711
Sarthe médian	890763	1201775	1211795	1796370	1558018	1625313	1674192	759135	1178284	1722319	1842970	1908579	1175488	1406217	1141386
Sarthe aval	573663	763046	799091	1155470	1087637	1189678	1050144	631130	718474	1066482	1158612	1153019	886086	958159	799578
Orne															
Champenoise	715	1055	999	1685	1332	1467	1439	679	985	1465	1641	1624	911	1355	768
Gée	1442	2106	2014	3336	2671	2917	2883	1340	1982	2940	3272	3260	1851	2672	1553
Vézanne	1320	1743	1775	2533	2269	2314	2430	1123	1724	2507	2644	2777	1748	1963	1822
Deux Fonds	74	98	100	145	128	131	137	63	97	141	150	157	97	113	99
Vègre	225	325	313	510	413	448	446	204	308	456	504	505	290	407	245
Erve	95	130	130	196	168	176	181	81	127	186	200	206	125	153	118
Treulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taude	209	276	281	401	359	366	385	178	273	397	419	440	277	311	288
Voutonne	16	22	22	32	28	29	30	14	22	31	33	35	22	24	23
Baraize	7268	9658	10110	14605	13681	14915	13327	7857	9144	13550	14688	14656	11116	12022	10136
Total	1 747 308	2 375 820	2 405 510	3 601 090	3 168 726	3 385 486	3 287 363	1 653 139	2 284 206	3 363 296	3 639 691	3 698 132	2 426 705	2 884 359	2 248 726



BILAN DES RESTITUTIONS AU MILIEU NATUREL

4.1 Pertes liées à l'alimentation en eau potable

4.1.1 Structures compétentes

Afin de calculer les volumes restitués au milieu naturel liés aux pertes des réseaux d'alimentation en eau potable, les collectivités compétentes ont été identifiées pour chaque commune ainsi que la population totale alimentée par chacune d'entre elles.

Les DDT de chaque département ont été contactées afin d'obtenir des données sur les rendements des réseaux et les volumes mis en distribution par les structures compétentes.

Avec l'aide des informations transmises par les différentes DDT concernant les rendements des réseaux, ces données ont permis d'estimer pour chaque commune un volume de perte annuel. Concernant les communes limitrophes au bassin versant et celles à cheval sur plusieurs sous unités, un ratio par rapport à leurs surfaces a ensuite été calculé et appliqué aux volumes de perte. Les résultats obtenus et leur répartition par sous unité sont donc présentés ci-dessous.

Les pertes AEP les plus importantes sont enregistrées sur les sous-bassins situés le long de la Sarthe, la Vègre et la Vaige ce qui correspond aux secteurs les plus urbanisés. Les variations des volumes perdus semblent suivre la même tendance que les volumes de prélèvements destinés à l'eau potable. La diminution des pertes peut être mise en lien avec la diminution des prélèvements pour l'alimentation en eau potable et par l'augmentation des rendements des réseaux.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

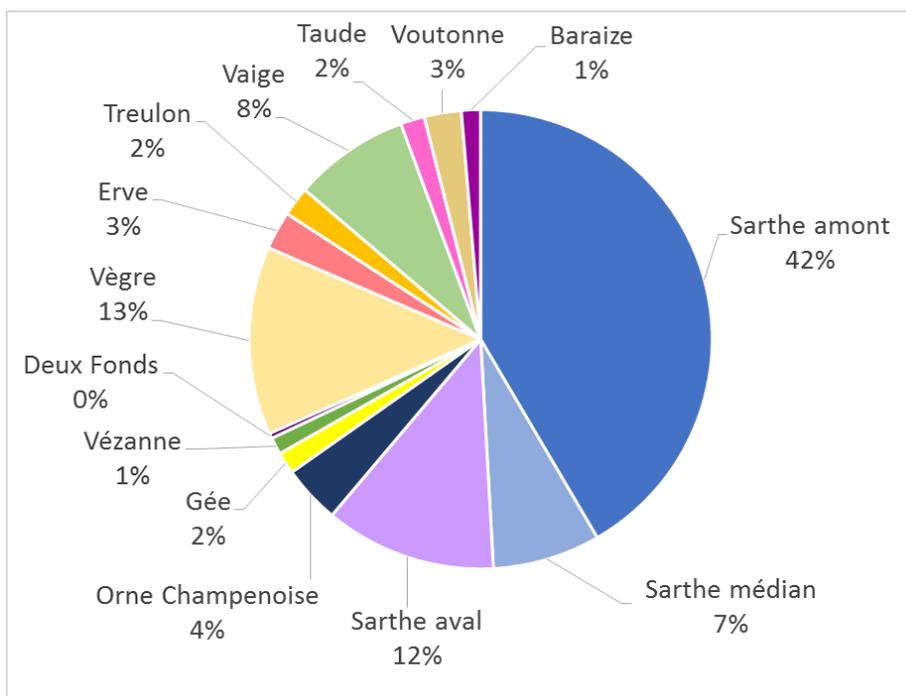


Figure 4-1 : Répartition des pertes AEP en 2014 sur les unités de gestion du bassin versant de la Sarthe aval

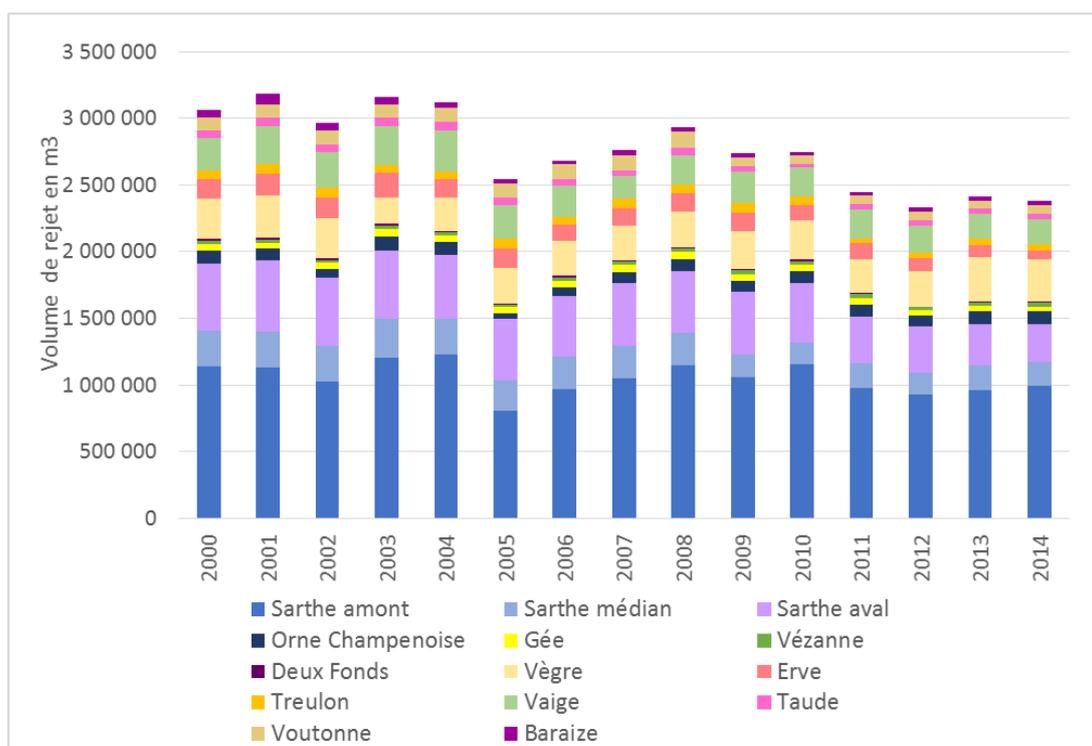


Figure 4-2 : Rejets annuels par unité de gestion sur le bassin de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

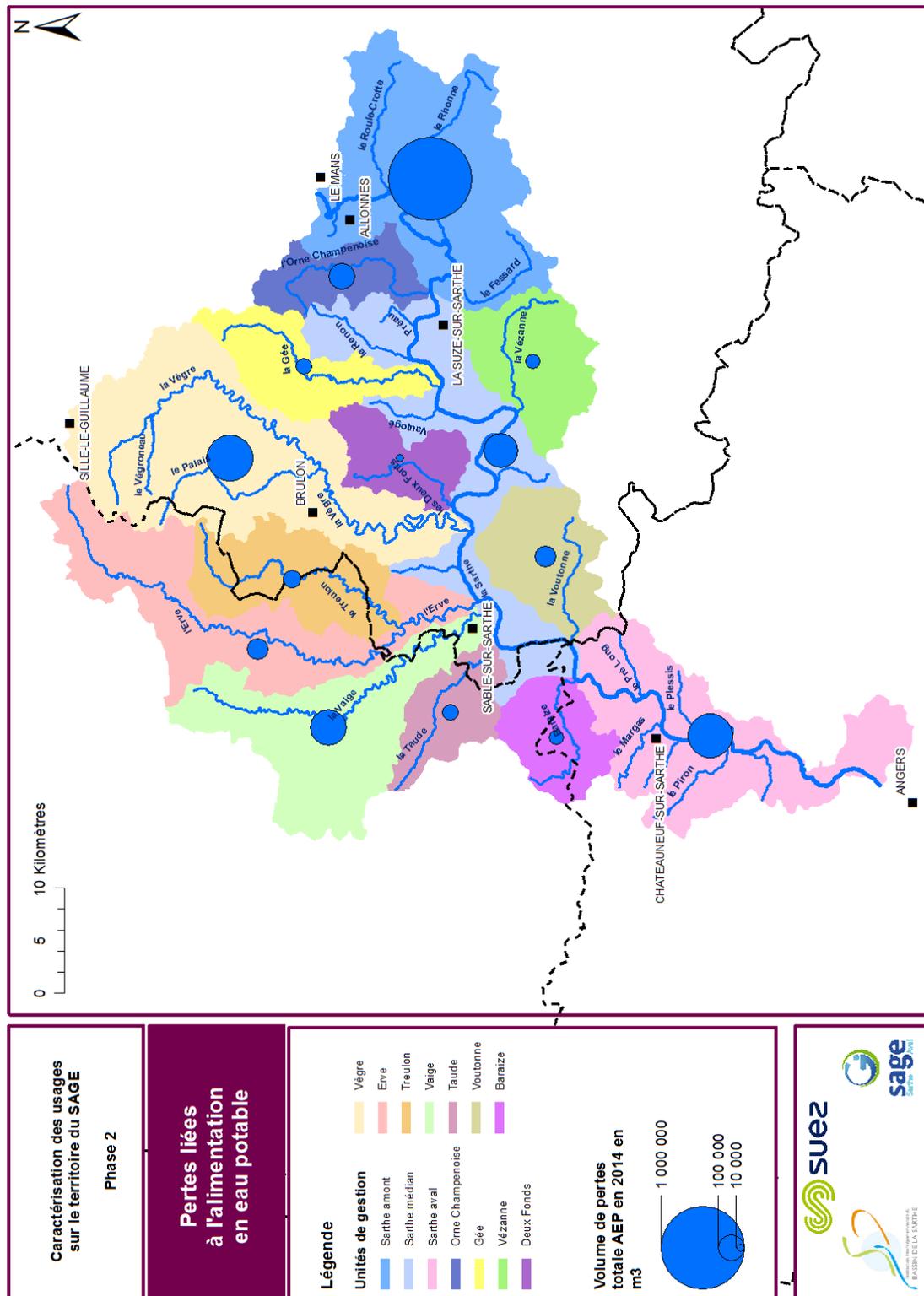


Figure 4-3 : Volumes de pertes totales liées à l'alimentation en eau potable par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval

RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 4-1 : Tableau récapitulatif des pertes annuelles liées à l'alimentation en eau potable par unité de gestion (en m³)

Sous unité	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	1141289	1130459	1024639	1206240	1226803	806960	967077	1049791	1145993	1054630	1157132	977023	930674	964195	989636
Sarthe médian	266808	267144	267088	286819	270760	224829	244648	242283	242491	178057	164604	187245	159141	180380	179020
Sarthe aval	505425	538417	511526	514159	474123	468864	454716	472144	462976	466486	445444	345939	348130	312121	285151
Orne Champenoise	91108	87139	68912	107045	104724	36893	65500	82150	95288	78327	89518	93961	82758	99459	96919
Gée	52347	44492	47352	55657	41802	50289	50375	55423	53345	53612	42098	48829	40072	39723	36543
Vézanne	27227	21509	16782	28136	26904	14008	25593	21141	24173	26576	30917	29217	21556	24518	28327
Deux Fonds	9851	11997	17240	13813	10801	11688	11493	10112	11591	11170	9402	6526	7212	7542	8758
Vègre	300765	319938	294225	194265	245753	263007	264245	264758	263275	282629	292493	257125	261067	331076	315501
Erve	146726	159963	160997	184789	145103	150733	122298	128450	136348	137363	116007	121120	98868	89913	64044
Treulon	68173	75124	70684	55080	56579	72890	52127	68038	68362	75499	64482	29486	40956	49907	48899
Vaige	241138	288681	266354	298932	302389	248681	236865	175903	221949	234329	217745	219009	206594	185513	193178
Taude	60304	63742	60774	58164	69758	53617	47524	40342	49013	41971	30675	37692	36112	38618	39914
Voutonne	94654	94522	98723	96924	104579	108948	112674	111338	121934	68091	63670	69294	68571	60043	61699
Baraize	60082	78588	63841	62951	39474	33133	29117	40326	32999	29810	25438	21656	29419	26506	31622
Total	3 065 897	3 181 716	2 969 136	3 162 974	3 119 552	2 544 541	2 684 253	2 762 199	2 929 737	2 738 549	2 749 623	2 444 123	2 331 132	2 409 515	2 379 212



4.1.2 Méthode de décomposition

De la même manière que l'AEP, les pertes seront réparties suivant un ratio mensuel. De plus, le taux de retour au milieu a été fixé à 50 % entre le 1^{er} juillet et le 30 septembre et à 100 % le reste de l'année.

4.2 Assainissement collectif

4.2.1 Les stations d'épuration du territoire

Les données sur l'assainissement collectif ont été collectées auprès de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB) et les SATESE 72, 53 et 49.

Tous les acteurs sollicités ont répondu favorablement à notre demande et les données disponibles ont pu être collectées sur la période 2005-2014. Toutefois, il est à noter que les informations transmises restent hétérogènes selon les services et que peu d'éléments sont disponibles avant 2005.

Afin d'estimer les rejets sur la période 2000-2004, les volumes de rejet de chaque station ont ainsi été utilisés en fonction de la date de mise en service.

La figure suivante présente l'intégralité des stations d'épuration sur le territoire. 155 stations ont été identifiées en 2014 sur le territoire. Plus de la moitié d'entre elles affichent une capacité nominale inférieure à 500 équivalents habitants (EH). En revanche, les stations d'épuration du Mans rejettent dans la Sarthe, elles représentent une capacité nominale cumulée de près de 400 000 EH.

4.2.2 Les volumes de rejets

Les figures suivantes présentent les volumes de rejets obtenus. Près de 75% des rejets se situent dans l'unité de gestion de la Sarthe amont. Ces rejets très importants correspondent aux rejets des deux stations du Mans (Les Etangs et la Chauvinière) qui représentent à elles seules 64% des rejets du bassin versant en 2014. Les rejets d'assainissement collectifs représentent entre 20 et 26 millions de m³ par an.

Une croissance de ces rejets peut être remarquée qui s'explique notamment par le raccordement progressif de plus en plus de communes et d'habitations. Cette augmentation concorde avec la diminution des rejets d'assainissement non collectif observée plus loin.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

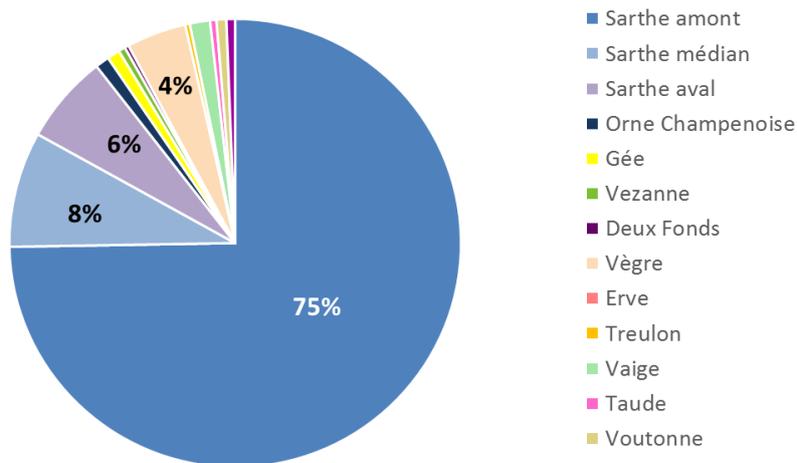


Figure 4-4 : Répartition des rejets d'assainissement collectif sur les unités de gestion du bassin de la Sarthe aval

La figure suivante montre des volumes de rejets avoisinant les 26 millions de m³ ces dernières années. Or, les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont de l'ordre de 11 millions de m³ sur le bassin versant. Le bassin versant bénéficie donc d'un apport important d'eau extérieure.

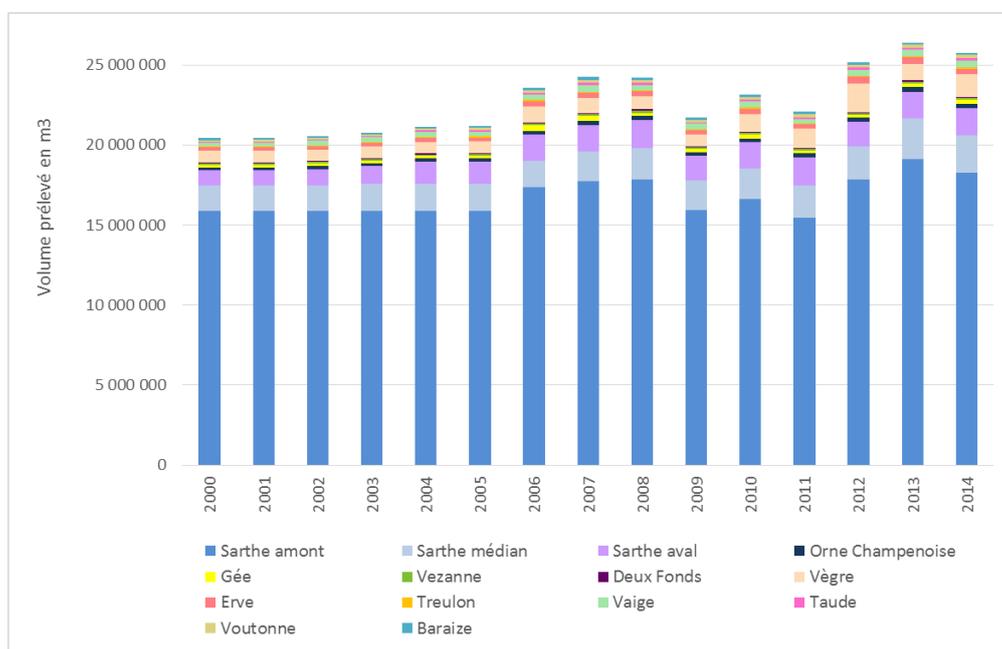


Figure 4-5 : Rejets annuels par unité de gestion sur le bassin de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

4.2.3 Méthode de décomposition

Pour les rejets de STEP, le taux de retour au milieu naturel sera établi en fonction du mois et du milieu récepteur. Lors d'une étude précédente, ces ratios mensuels de rejets ont été établis à partir de données disponibles sur un certain nombre de stations d'épuration. Les volumes de rejets ont été répartis sur l'année en appliquant pour chaque type de traitement des eaux (boues activées, lagune, filtres plantés, disques biologiques, lit bactérien et filtres à sable) le ratio moyen mensuel correspondant.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus lors de cette étude qui ont été utilisés dans notre étude.

Tableau 4-2 : Taux de restitution au milieu naturel en fonction du traitement

Mois	Boues activées	Lagunes	Filtres plantés	Disques biologiques
Janvier	11 %	12 %	9 %	12 %
Février	10 %	10 %	8 %	8 %
Mars	9 %	10 %	8 %	7 %
Avril	8 %	12 %	8 %	7 %
Mai	8 %	3 %	8 %	6 %
Juin	7 %	4 %	7 %	7 %
Juillet	6 %	0 %	8 %	8 %
Août	6 %	0 %	7 %	7 %
Septembre	6 %	0 %	8 %	7 %
Octobre	8 %	10 %	10 %	10 %
Novembre	9 %	12 %	9 %	9 %
Décembre	12 %	16 %	11 %	12 %



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

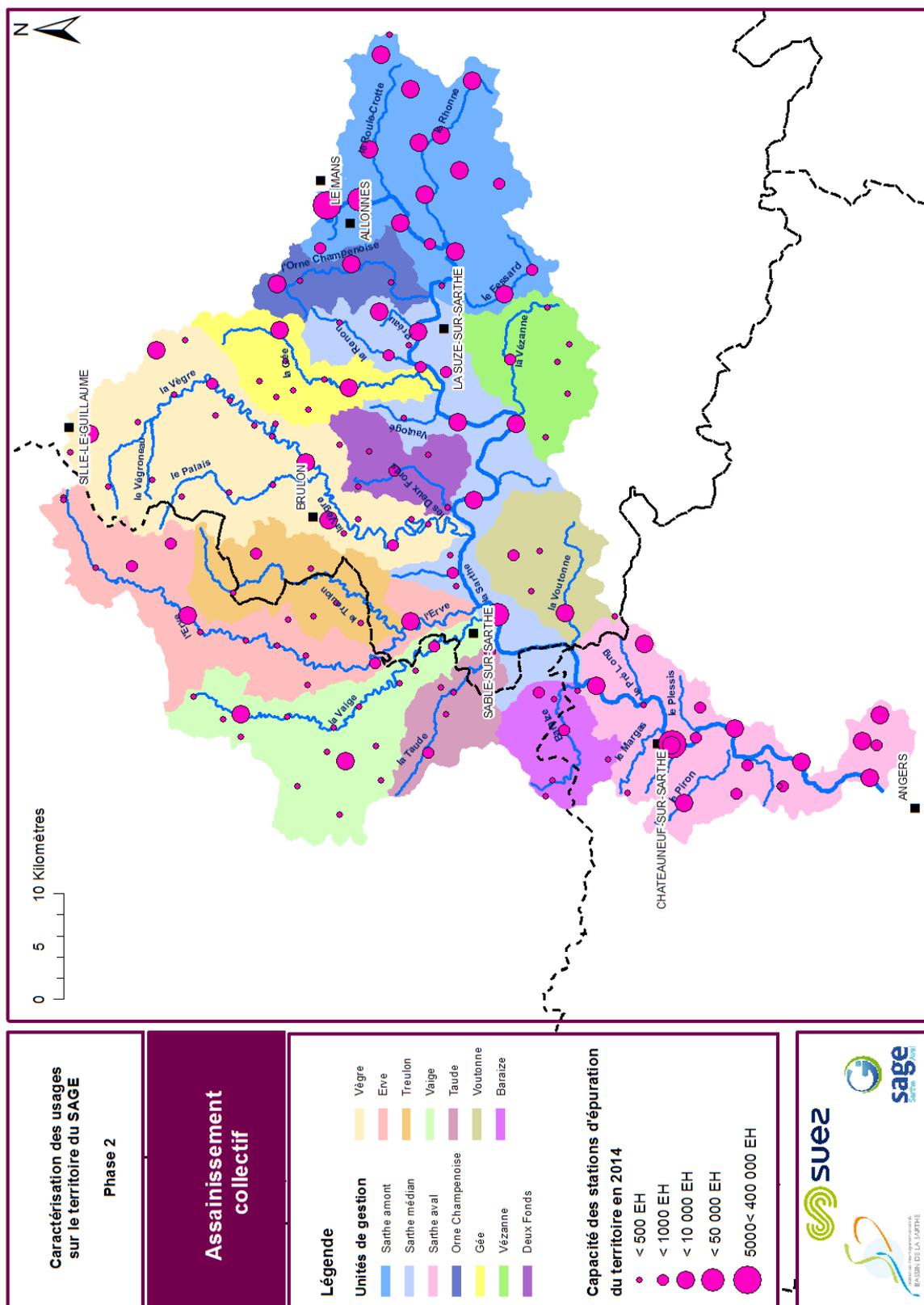


Figure 4-6 : Rejets par assainissement collectif en 2014 sur le bassin versant de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 4-3 : Répartition des rejets par station d'épuration par sous bassin sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m³)

Sous unité	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	15879738	15879738	15879738	15888756	15888756	15888756	17372532	17730934	17839933	15904513	16611662	15461647	17854561	19131999	18286834
Sarthe médian	1608597	1608597	1608597	1684936	1684936	1684936	1620985	1856068	1985217	1896098	1901504	2002788	2072966	2521549	2299117
Sarthe aval	919534	919534	1012669	1124440	1396857	1396857	1669672	1651726	1737475	1513215	1645555	1731126	1530853	1628331	1688030
Orne Champenoise	172929	172929	172929	172929	172929	172929	218524	236343	249697	239703	243492	265714	249973	334869	291824
Gée	160857	160857	160857	160857	164239	175512	353180	346202	178749	186417	235131	174049	175853	206654	249900
Vezeanne	95541	95541	95541	95541	95541	95541	114514	114248	152193	128157	103618	109023	116807	123360	95912
Deux Fonds	54770	54770	54770	54770	61984	61984	70474	56825	91980	60156	72640	61006	47034	95630	89973
Vègre	726874	726874	726874	733638	733638	733638	983393	918605	782078	708075	1097599	1240480	1798469	1023012	1444540
Erve	221975	221975	223102	223102	255326	255326	302569	341510	323798	273358	358716	223723	395537	394181	273886
Treulon	45371	45371	45371	45371	63407	63407	99654	79443	81053	82074	81918	50153	98769	91952	146163
Vaige	234049	257632	275668	286490	293705	304978	344739	415031	333100	325841	368069	295208	361943	392374	379540
Taude	56055	56055	56055	56055	81757	81757	95550	125395	144540	84343	120732	108105	139497	111303	206988
Voutonne	127183	127183	127183	127183	127183	140323	169486	201842	167909	147947	157216	204695	180710	206462	163861
Baraize	119812	119812	119812	119812	119812	119812	178528	164364	125650	141162	168032	170419	161489	127951	125259
Total	20 423 284	20 446 867	20 559 165	20 773 879	21 140 071	21 175 757	23 593 800	24 238 537	24 193 371	21 691 059	23 165 884	22 098 137	25 184 461	26 389 626	25 741 824



4.3 Assainissement non collectif

4.3.1 Structures compétentes

La compétence assainissement non collectif est généralement assurée par les communautés de communes. Sur le bassin versant la compétence est assurée par 21 intercommunalités (Communautés de commune, communauté d'agglomération et communauté urbaine) ainsi que par 2 syndicats intercommunaux.

L'ensemble des SPANC a été contacté afin d'obtenir des données sur le nombre d'installations non collectives par communes. Les estimations réalisées dans le cadre du SAGE à partir des données de l'Agence de l'eau ont également été utilisées lorsqu'aucune donnée n'était disponible.

4.3.2 Méthode de calcul

Plusieurs lacunes ont été identifiées concernant l'assainissement individuel. Elles sont de deux ordres. Premièrement, les données obtenues durant nos recherches ne concernant pour la plupart qu'une année (2010). De plus, le nombre d'installations est inconnu pour un grand nombre de communes.

La méthode suivante a donc été appliquée afin de combler ces lacunes :

1. Concernant le manque d'information sur le nombre d'installations, lorsque l'information était connue pour le SPANC un ratio a permis de calculer le nombre d'installations par commune en fonction du nombre d'habitants. Dans le cas où aucune donnée n'était disponible un ratio moyen a été établi à partir des communes pour lesquelles la donnée était disponible.
2. Un volume moyen de 230 litres par jour sera attribué à chaque installation en considérant que chaque installation prend en charge 2.3 personnes en moyenne pour un rejet de 100 L par jour/personne.
3. Une comparaison du nombre d'installations non collectives par SPANC pour les années 2010 et 2014 a été menée. La tendance d'évolution obtenue a ensuite été appliquée à l'ensemble de la période.

Finalement, une diminution relativement importante peut être remarquée. Elle pourrait s'expliquer à la fois par une population globalement stable associée à l'augmentation progressive du taux de raccordement au réseau d'assainissement collectif.

4.3.3 Volumes restitués au milieu naturel

Les figures et le tableau suivants présentent et récapitulent les résultats obtenus.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

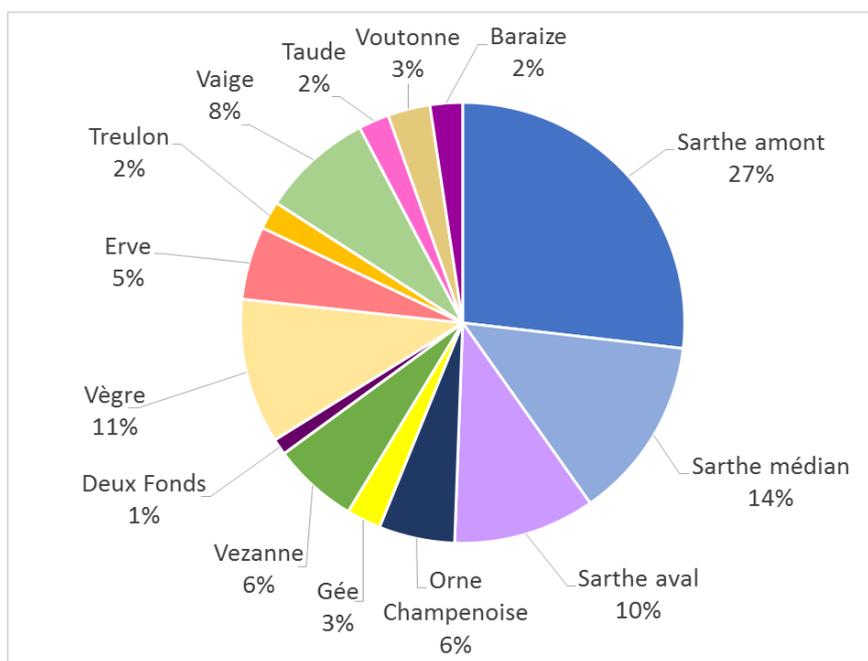


Figure 4-7 : Répartition des rejets par assainissement non collectif sur les unités de gestion de la Sarthe aval en 2014

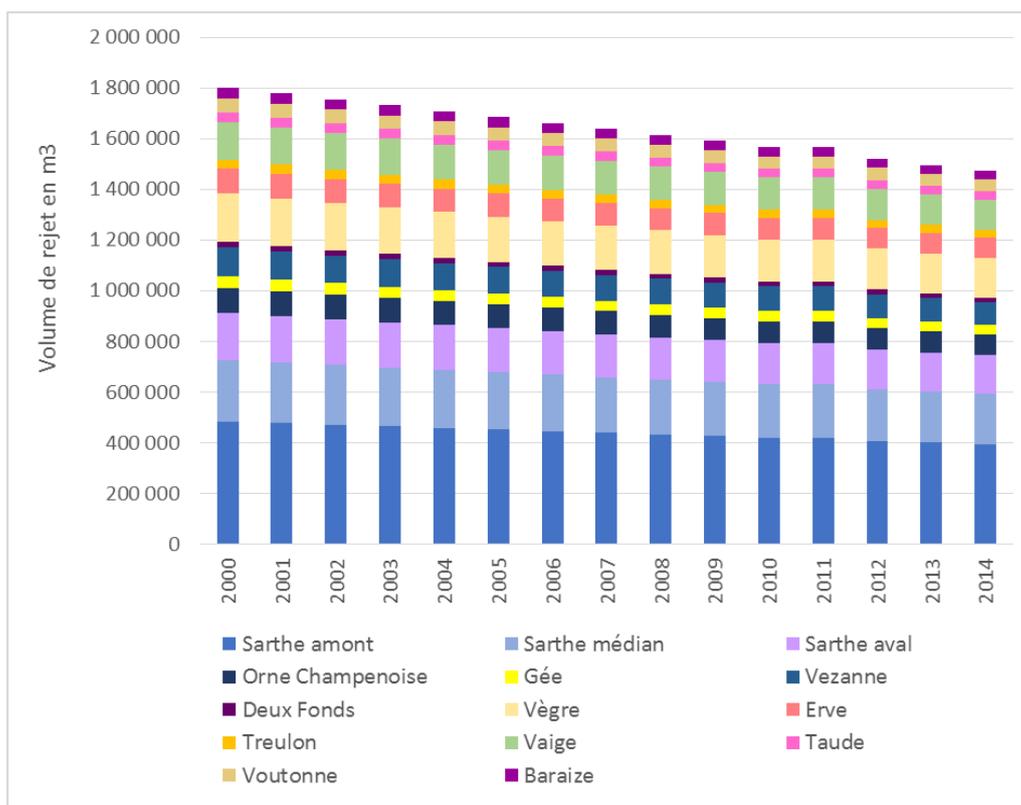


Figure 4-8 : Rejets annuels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

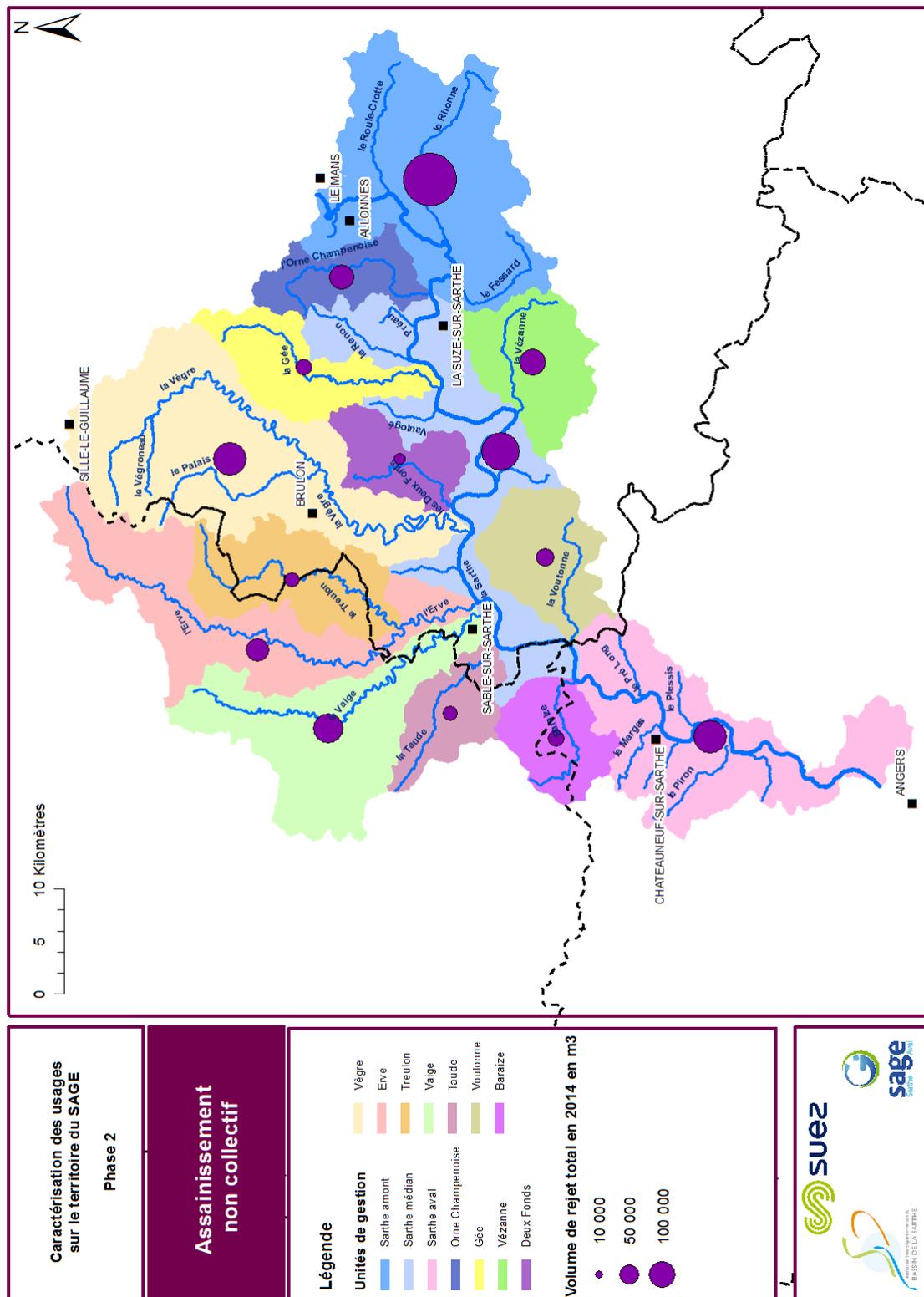


Figure 4-9 : Rejets totaux d'assainissement non collectif en 2014 par unités de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 4-4 : Répartition des rejets par assainissement individuel par sous bassin sur le bassin versant de la Sarthe aval(en m³)

Sous unité	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	483993	477670	471346	465023	458699	452376	446052	439729	433406	427082	420759	420759	408112	401788	395465
Sarthe médian	241594	238438	235281	232125	228968	225812	222655	219499	216342	213186	210030	210030	203717	200560	197404
Sarthe aval	185987	183557	181127	178698	176268	173838	171408	168978	166548	164118	161688	161688	156828	154398	151968
Orne Champenoise	99837	98532	97228	95924	94619	93315	92010	90706	89402	88097	86793	86793	84184	82880	81575
Gée	45399	44806	44213	43620	43027	42434	41840	41247	40654	40061	39468	39468	38281	37688	37095
Vezeanne	112723	111251	109778	108305	106832	105360	103887	102414	100941	99469	97996	97996	95050	93578	92105
Deux Fonds	21326	21047	20769	20490	20211	19933	19654	19375	19097	18818	18540	18540	17982	17704	17425
Vègre	191912	189404	186897	184390	181882	179375	176867	174360	171853	169345	166838	166838	161823	159316	156808
Erve	96879	95613	94348	93082	91816	90550	89285	88019	86753	85487	84222	84222	81690	80424	79159
Treulon	37239	36753	36266	35780	35293	34807	34320	33834	33347	32860	32374	32374	31401	30914	30428
Vaige	146928	145008	143088	141169	139249	137330	135410	133490	131571	129651	127731	127731	123892	121972	120053
Taude	40258	39732	39206	38680	38154	37628	37102	36576	36050	35524	34998	34998	33946	33420	32894
Voutonne	55668	54941	54213	53486	52759	52031	51304	50577	49849	49122	48395	48395	46940	46213	45485
Baraize	42568	42012	41456	40900	40344	39787	39231	38675	38119	37563	37007	37007	35894	35338	34782
Total	1 802 312	1 778 764	1 755 217	1 731 669	1 708 121	1 684 574	1 661 026	1 637 479	1 613 931	1 590 383	1 566 836	1 566 836	1 519 741	1 496 193	1 472 646



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

4.3.4 Méthode de décomposition

Les rejets d'assainissement non collectif seront répartis de manière homogène sur les 12 mois de l'année. De même que pour les pertes AEP, le taux de retour sera de 50 % entre le 1^{er} juillet et le 30 septembre et de 100 % le reste de l'année.

4.4 Rejets industriels

4.4.1 Volumes restitués au milieu

Concernant les rejets industriels, les informations nous ont été transmises par la DREAL Pays-de-la-Loire principalement.

Une vingtaine d'entreprises non reliées au réseau d'assainissement non collectif ont été identifiées. En analysant la figure suivante qui présente l'évolution des rejets annuels par sous bassin, il peut être remarqué que les rejets industriels se concentrent principalement sur l'unité de gestion de la Sarthe amont. Des rejets significatifs sont également identifiés sur l'unité de gestion de la Sarthe médian.

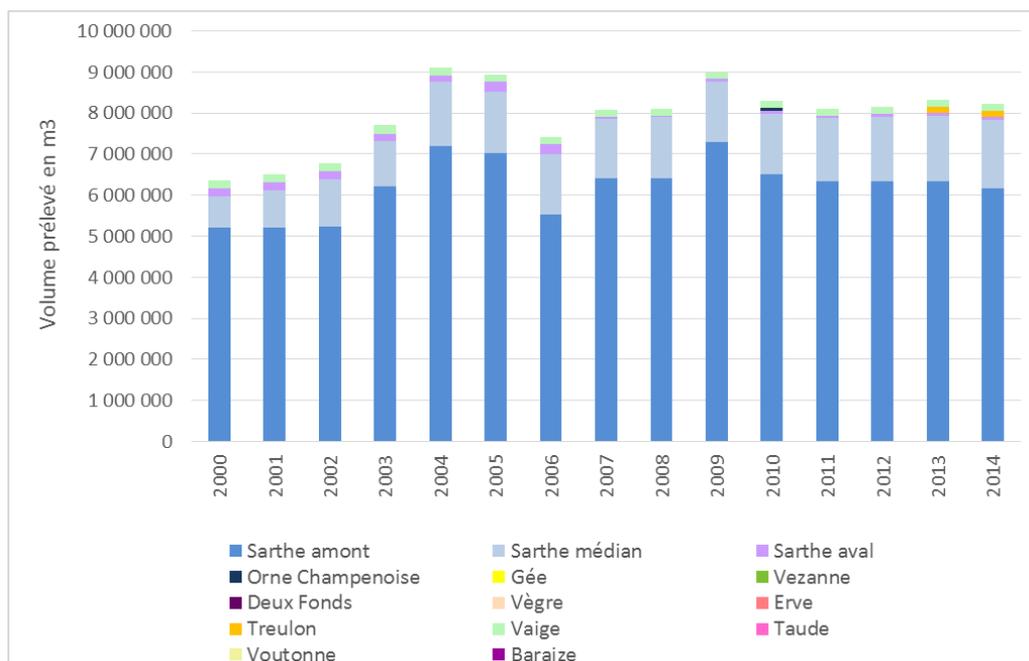


Figure 4-10 : Rejets annuels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval

De la même manière que pour les prélèvements, ce résultat s'explique par le non raccordement au réseau communal des usines ACI Renault et LTR qui rejettent directement dans le milieu après traitement. De plus, une stabilisation des volumes de rejet peut être notée depuis 2007 après une augmentation des volumes entre 2000 et 2005. Le tableau Tableau 4-5 récapitule ces



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

résultats. L'augmentation des prélèvements entre 2000 et 2005 est susceptible d'être biaisée par la disponibilité de la donnée.

4.4.2 Méthode de décomposition

La méthode de décomposition des volumes de rejets est la même que la méthode utilisée pour les prélèvements. Ainsi, mis à part l'usine de l'ACI Renault, tous les rejets ont été répartis de manière homogène.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

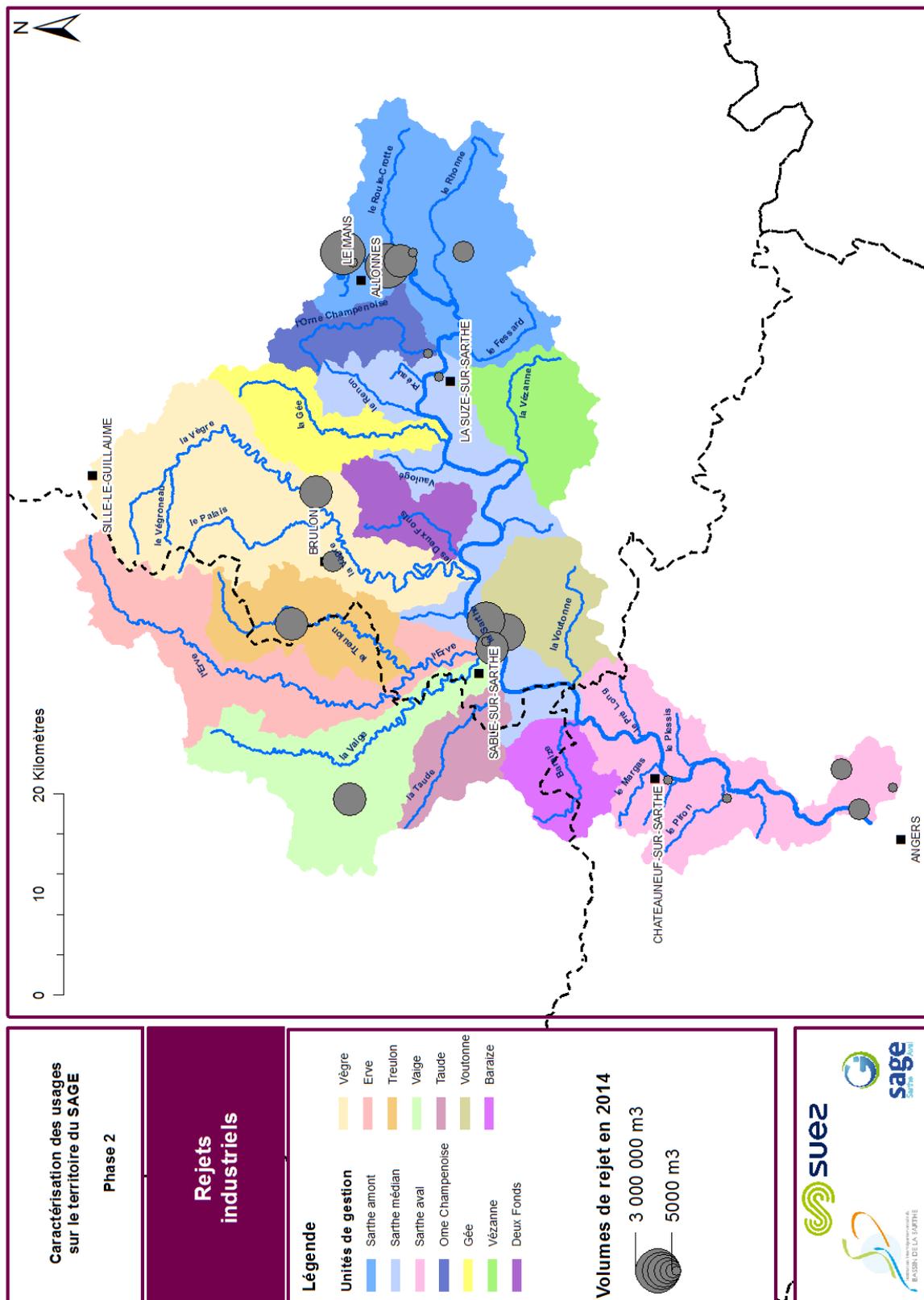


Figure 4-11 : Rejets industriels en 2014 sur le bassin versant de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 4-5: Répartition des volumes restitués au milieu naturel par sous unité sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m3)

Sous unité	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	5202603	5213038	5223473	6210105	7196736	7012476	5531304	6407349	6407349	7285619	6505570	6334773	6334773	6334773	6176875
Sarthe médian	758273	906427	1153581	1113390	1571994	1501429	1457454	1454497	1490315	1487357	1478814	1537133	1572950	1608768	1667767
Sarthe aval	193129	198434	204077	176256	148436	241473	246797	35100	35100	59451	70900	68272	68272	68272	65643
Orne Champenoise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75069	0	0	0	242
Gée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vezeanne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deux Fonds	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vègre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Treulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150000	150000
Vaige	199190	199190	199190	199190	199190	193190	181641	170852	170852	160062	175672	167395	167395	167395	159118
Taude	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voutonne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baraize	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	6 353 196	6 517 089	6 780 321	7 698 941	9 116 356	8 948 568	7 417 196	8 067 797	8 103 615	8 992 489	8 306 025	8 107 572	8 143 389	8 329 207	8 219 645



BILAN DES USAGES PAR SOUS BASSIN VERSANT

Les données relatives aux usages décrites ci-dessous ont été ventilées sur l'ensemble du cycle hydrologique sur la période d'analyse (2000-2014) et réparties par sous-bassins versants. Les usages ont été classés suivant les thématiques suivantes :

- L'Alimentation en eau potable ;
- L'irrigation : cet item regroupe les prélèvements directs au milieu et ceux réalisés dans des retenues ;
- Le besoin en eau du bétail ;
- Les pertes par évaporation des plans d'eau : cet item concerne la compensation par prélèvement au milieu des volumes « perdus » du fait de l'évaporation des plans d'eau. Le volume évaporé est compensé par un prélèvement estival ou hivernal ;
- Les pertes par évaporation sur la Sarthe ;
- L'usage industriel.

Les volumes restitués au milieu naturel ont également été synthétisés par sous bassin suivant les items :

- Les pertes AEP : il s'agit des volumes retournant au milieu du fait des pertes sur les réseaux d'alimentation en eau potable et les pertes liées à la production ;
- L'assainissement collectif : il s'agit des volumes retournant au milieu par les dispositifs d'assainissement collectif (station d'épuration) ;
- L'assainissement non-collectif : il s'agit des volumes retournant au milieu par les dispositifs d'assainissement non-collectif ;
- Les rejets industriels : il s'agit des rejets liés aux industries dites isolées qui ne sont pas raccordées au réseau d'assainissement communal.

Dans les pages suivantes sont présentés, par sous-bassins versants :

- La chronique des volumes annuels prélevés sur 2000-2014 telle qu'intégrée dans le modèle hydrologique ;



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

- La chronique des volumes annuels restitués au milieu sur 2000-2014.
- La chronique des volumes mensuels prélevés sur 2000-2014.

5.1 Unité de gestion de la Sarthe amont

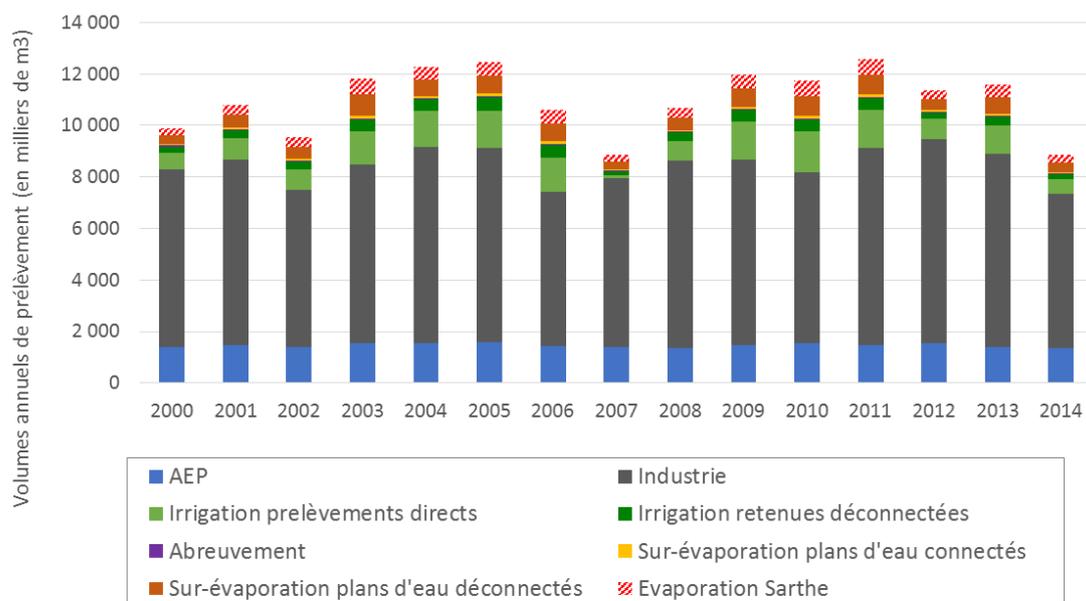


Figure 5-1 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Sarthe amont

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 15%
- Industrie : 68%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 7%
- Irrigation par retenues déconnectées : 2%
- Abreuvement : 0%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 1%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 4%
- Evaporation de la Sarthe : 3%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

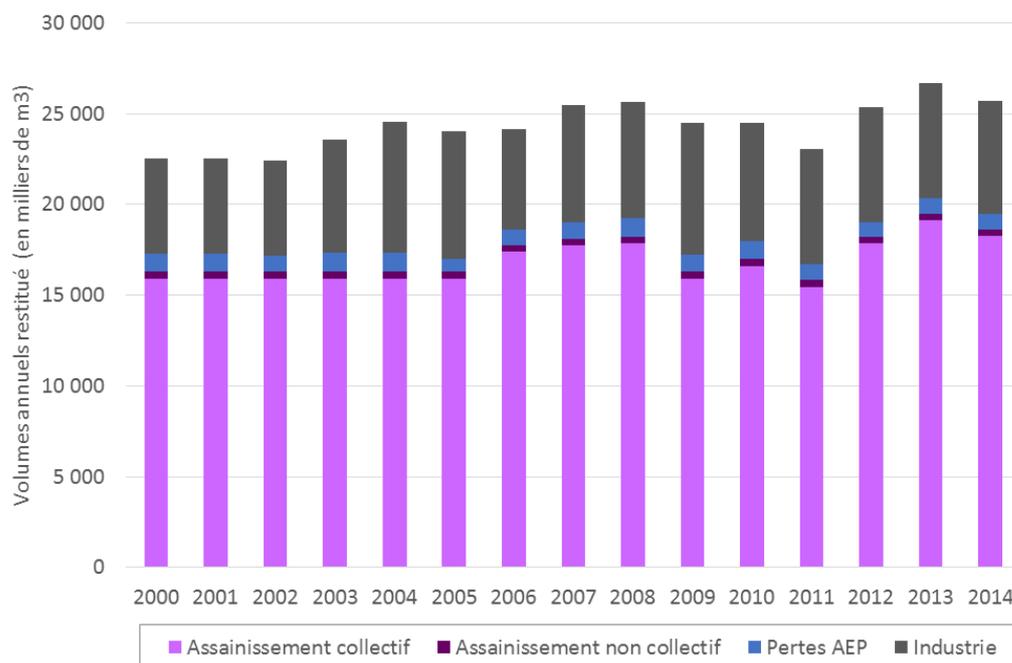


Figure 5-2 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Sarthe amont

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 71%
- Assainissement non collectif : 1%
- Pertes AEP : 3%
- Industrie : 24%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

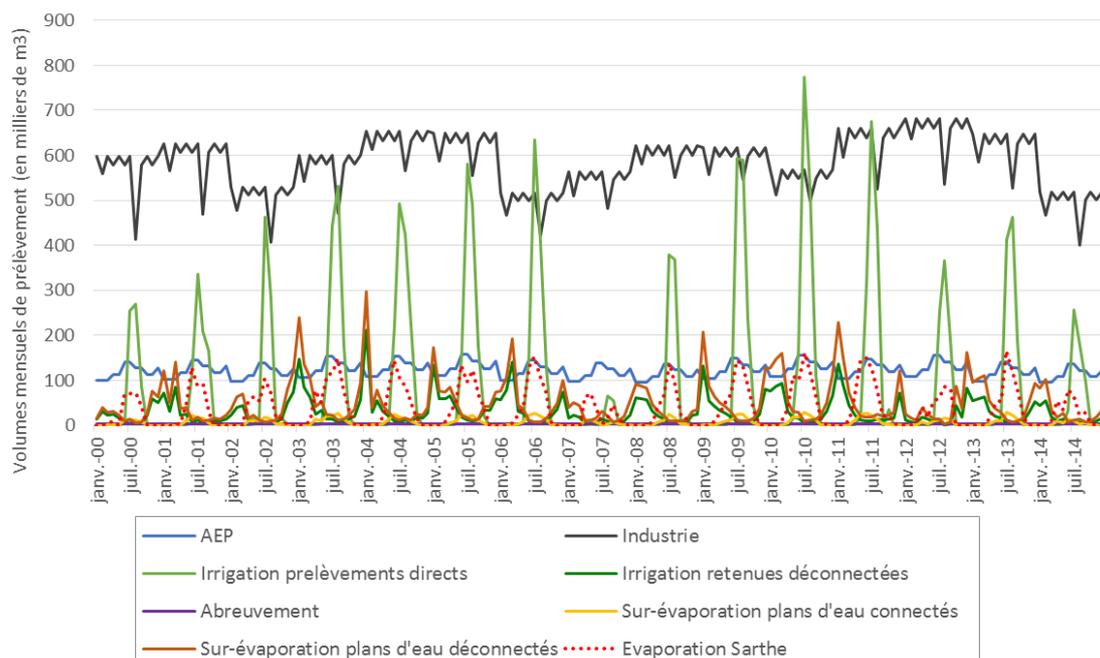


Figure 5-3 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Sarthe amont

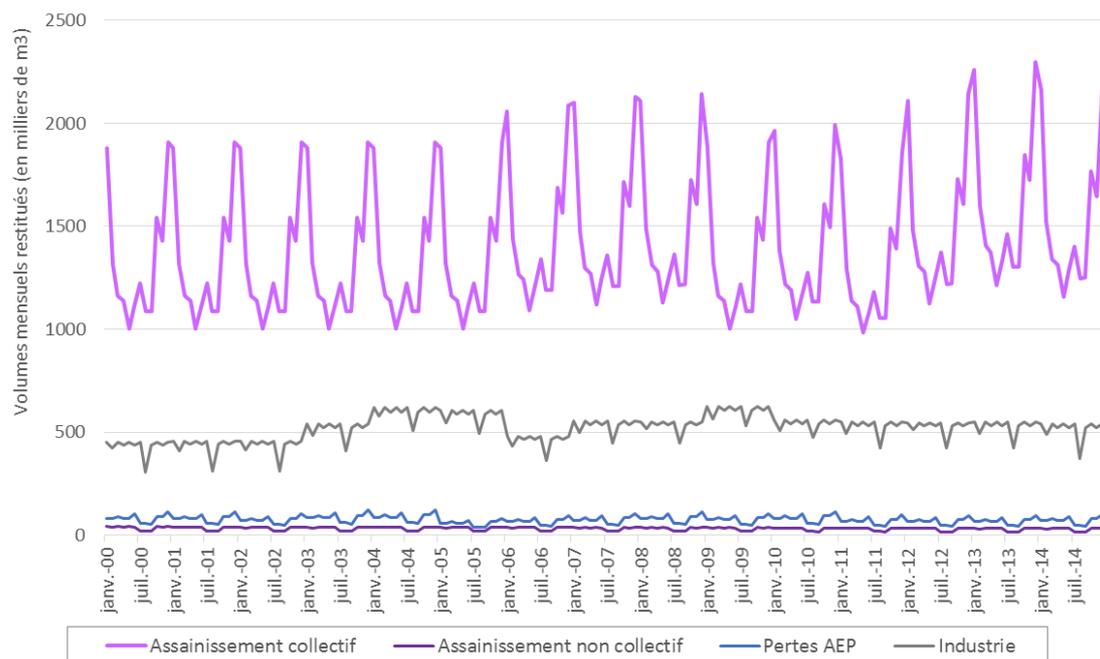


Figure 5-4 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Sarthe amont



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.2 Unité de gestion de la Sarthe médian

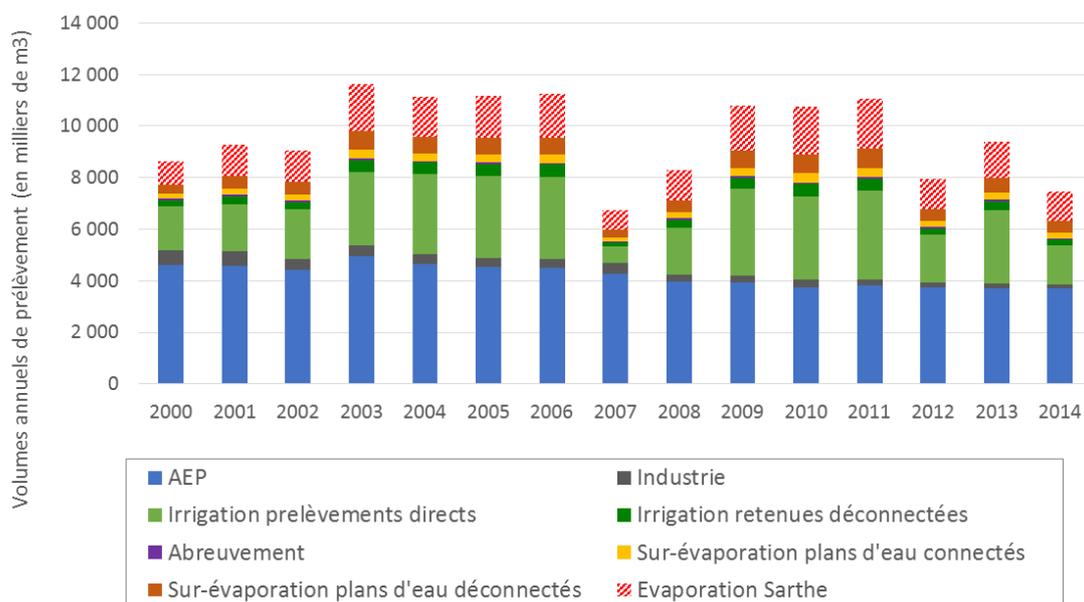


Figure 5-5 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Sarthe médian

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 50%
- Industrie : 2%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 21%
- Irrigation par retenues déconnectées : 3%
- Abreuvement : 1%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 3%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 6%
- Evaporation de la Sarthe : 15%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

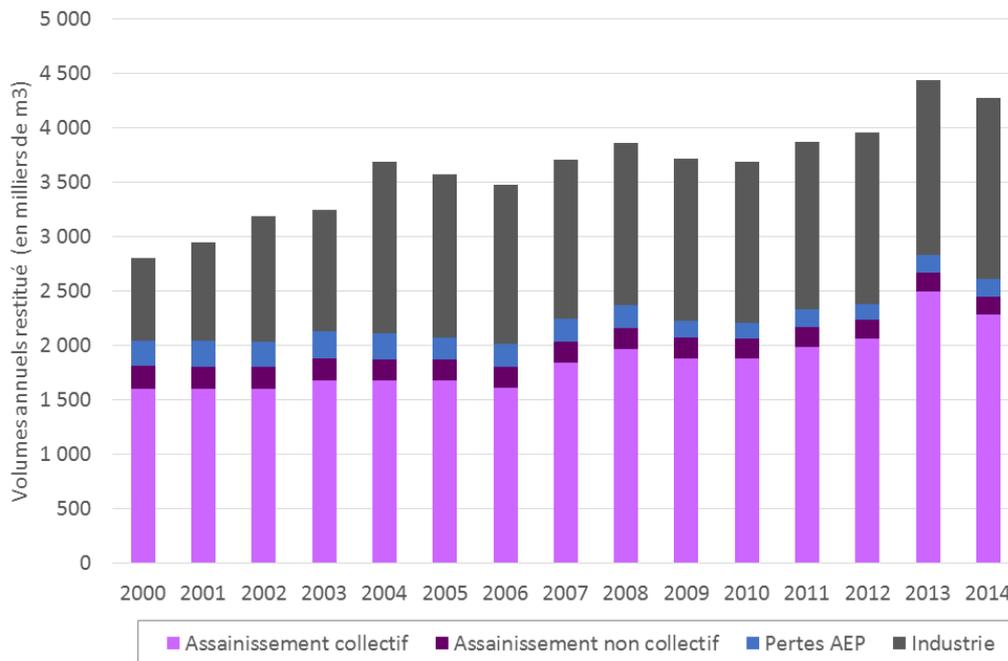


Figure 5-6 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Sarthe médian

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 53%
- Assainissement non collectif : 4%
- Pertes AEP : 4%
- Industrie : 39%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

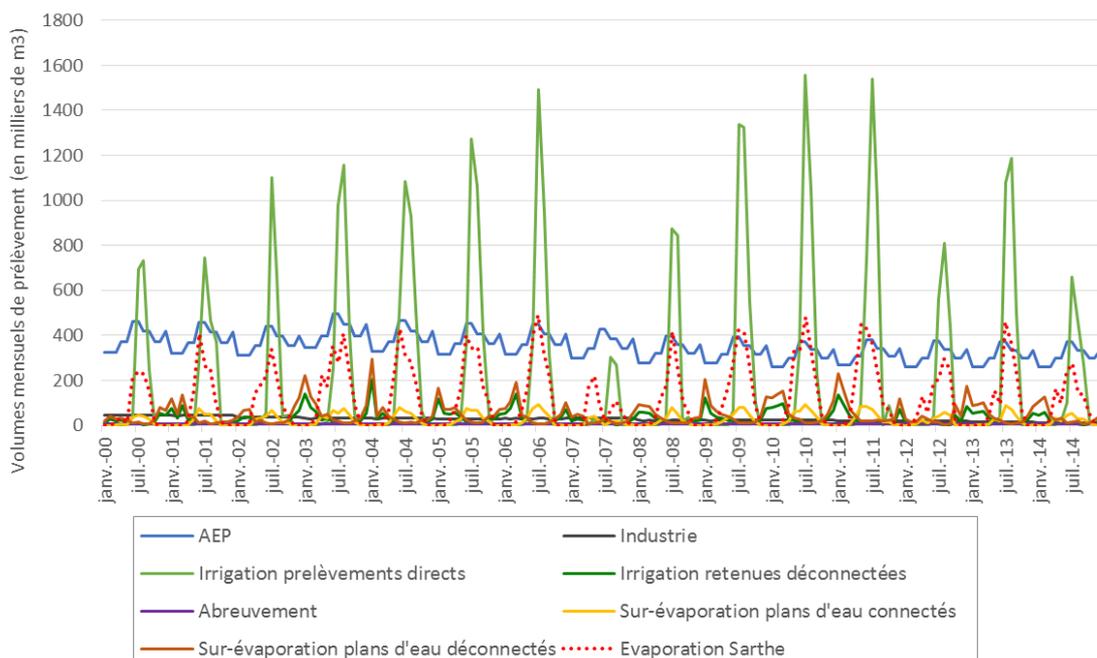


Figure 5-7 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Sarthe médian

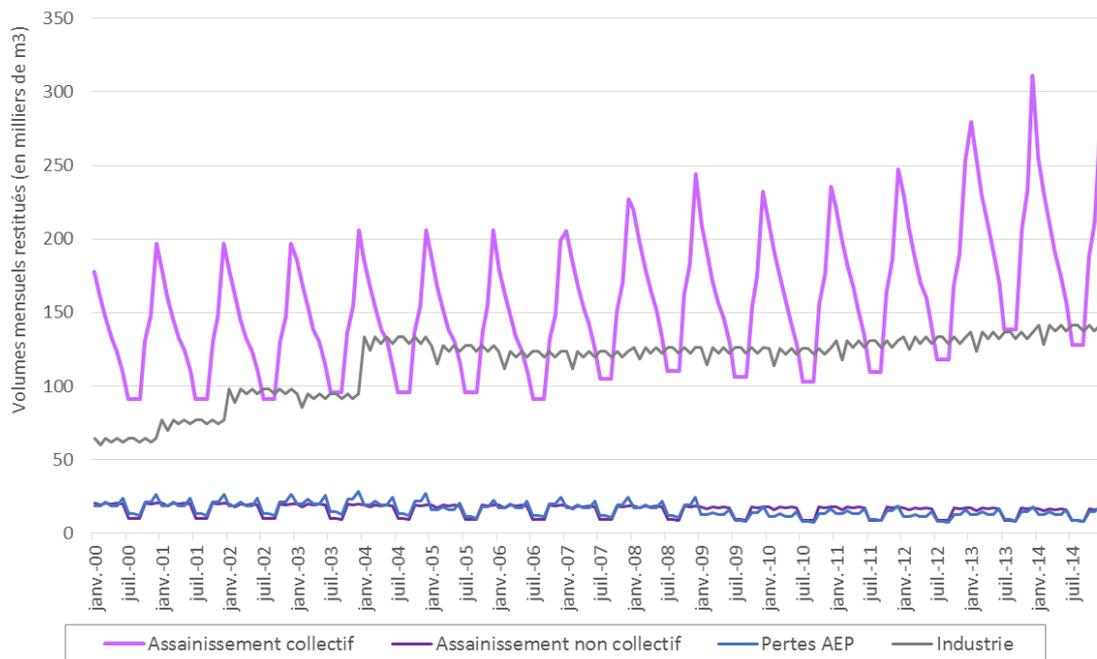


Figure 5-8 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Sarthe médian



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.3 Unité de gestion de la Sarthe aval

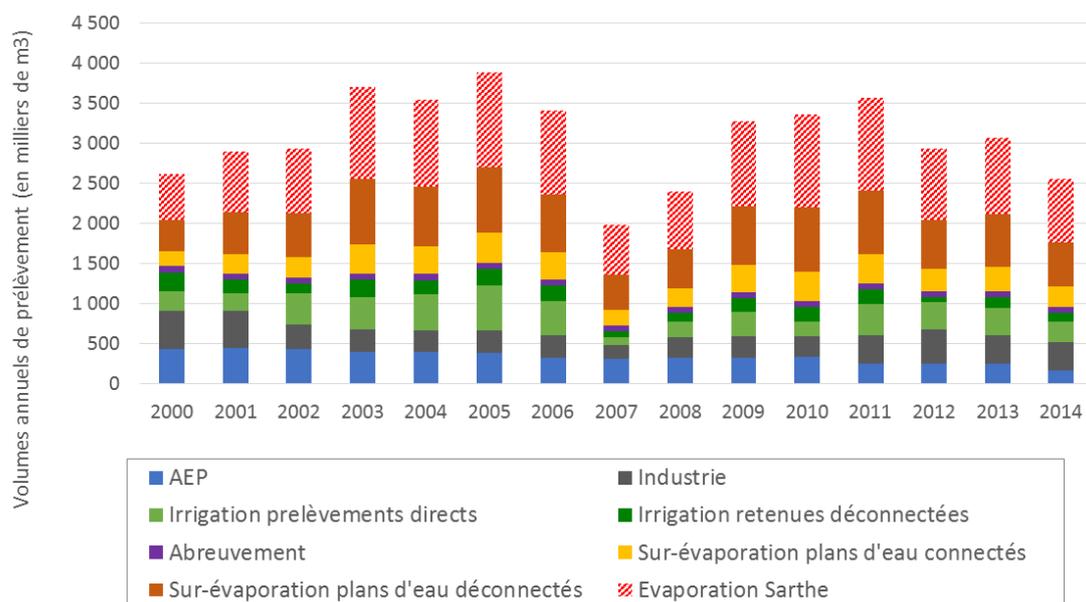


Figure 5-9 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Sarthe aval

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 7%
- Industrie : 14%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 10%
- Irrigation par retenues déconnectées : 4%
- Abreuvement : 3%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 10%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 21%
- Evaporation de la Sarthe : 31%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

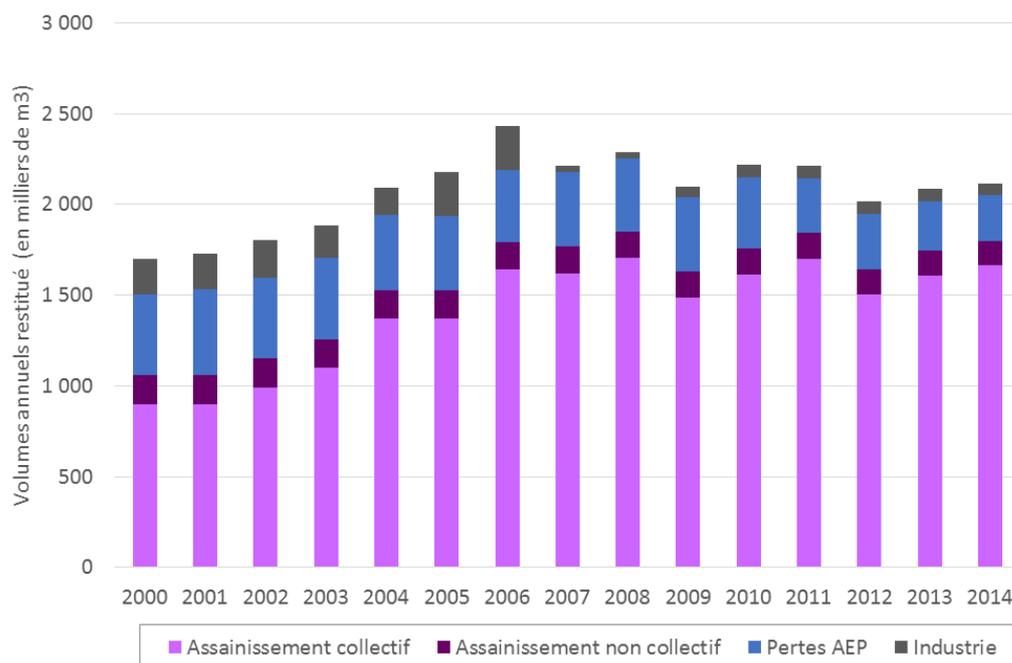


Figure 5-10 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Sarthe aval

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 79%
- Assainissement non collectif : 6%
- Pertes AEP : 12%
- Industrie : 3%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

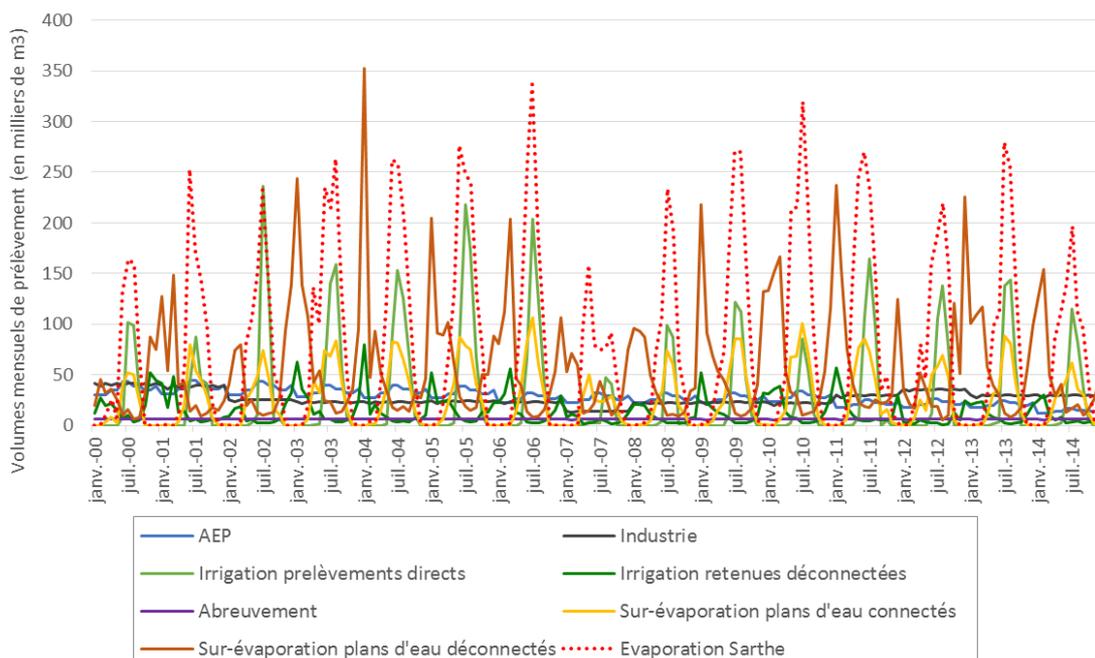


Figure 5-11 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Sarthe aval

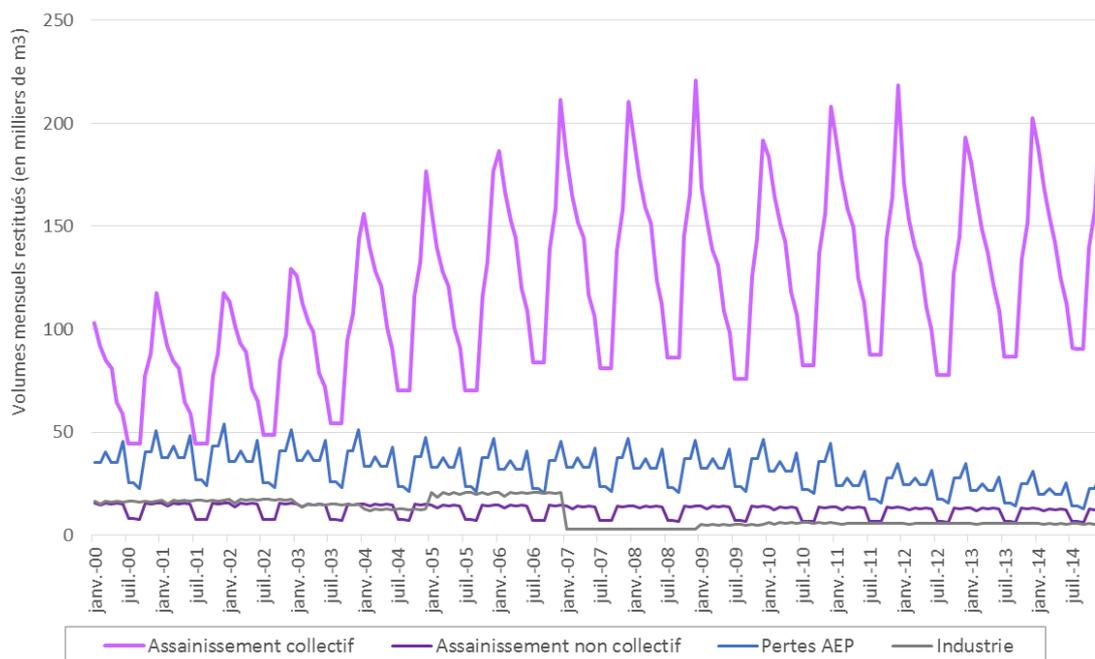


Figure 5-12 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Sarthe aval



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.4 Unité de gestion de l'Orne Champenoise

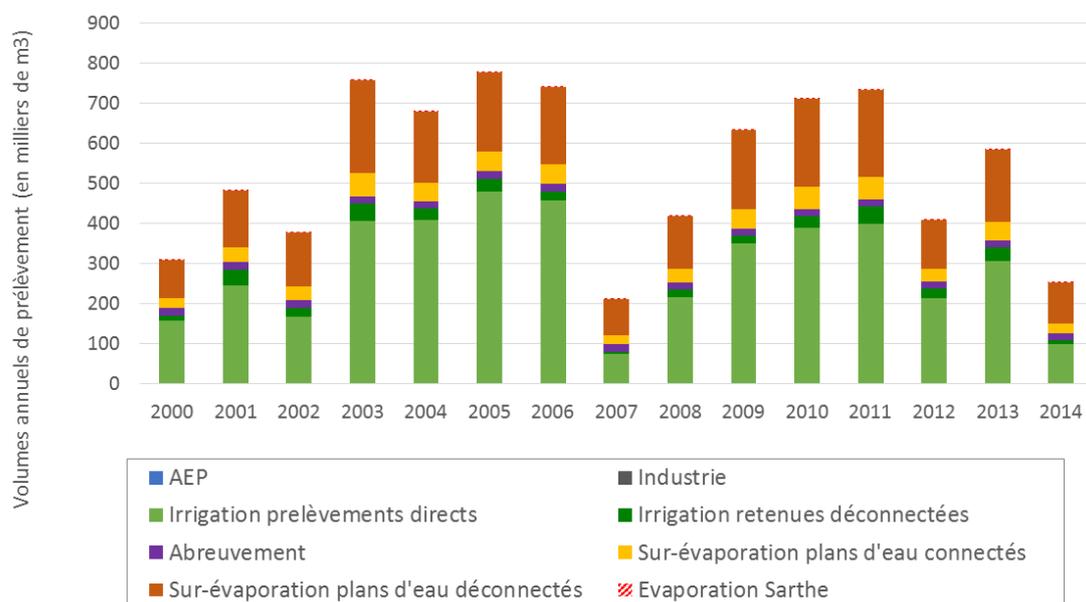


Figure 5-13 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de l'Orne Champenoise

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 0%
- Industrie : 0%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 39%
- Irrigation par retenues déconnectées : 4%
- Abreuvement : 6%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 10%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 40%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

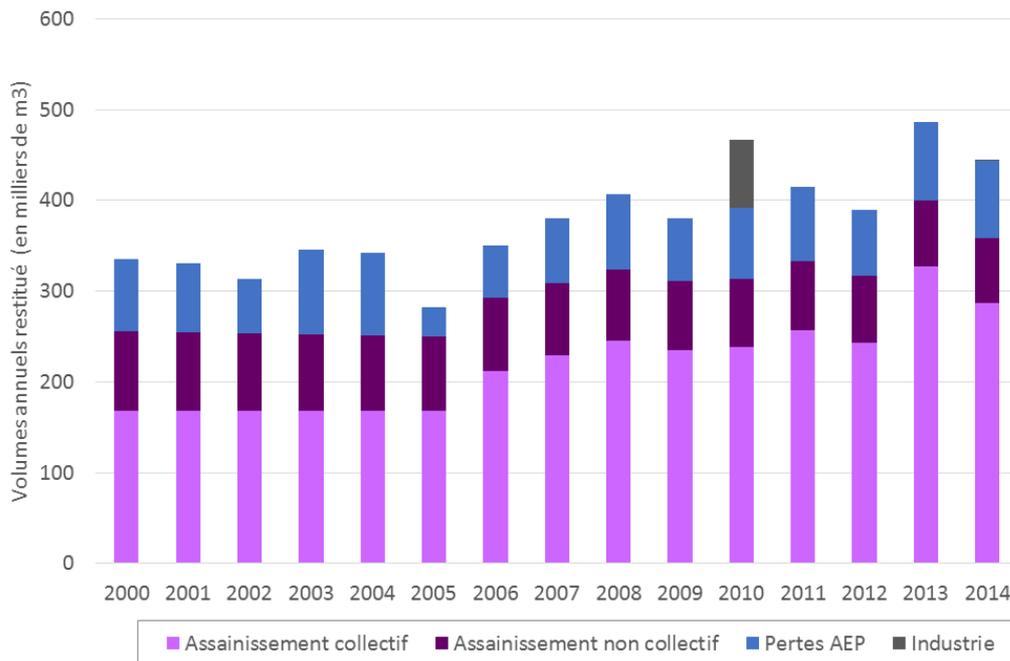


Figure 5-14 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de l'Orne Champenoise

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 65%
- Assainissement non collectif : 16%
- Pertes AEP : 19%
- Industrie : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

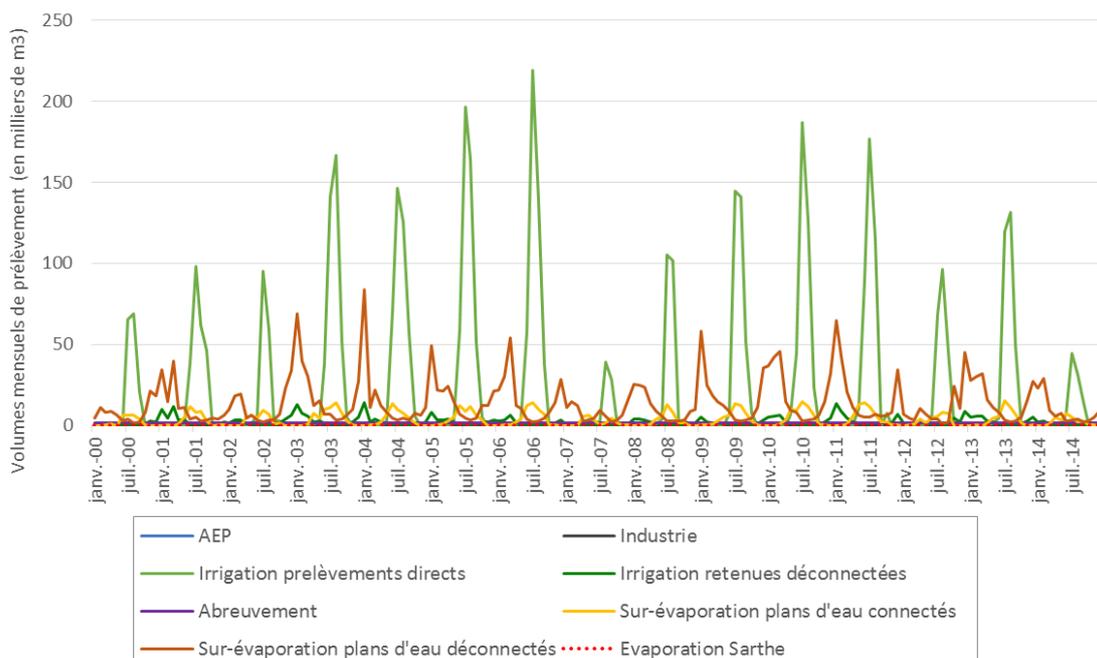


Figure 5-15 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de l'Orne Champenoise

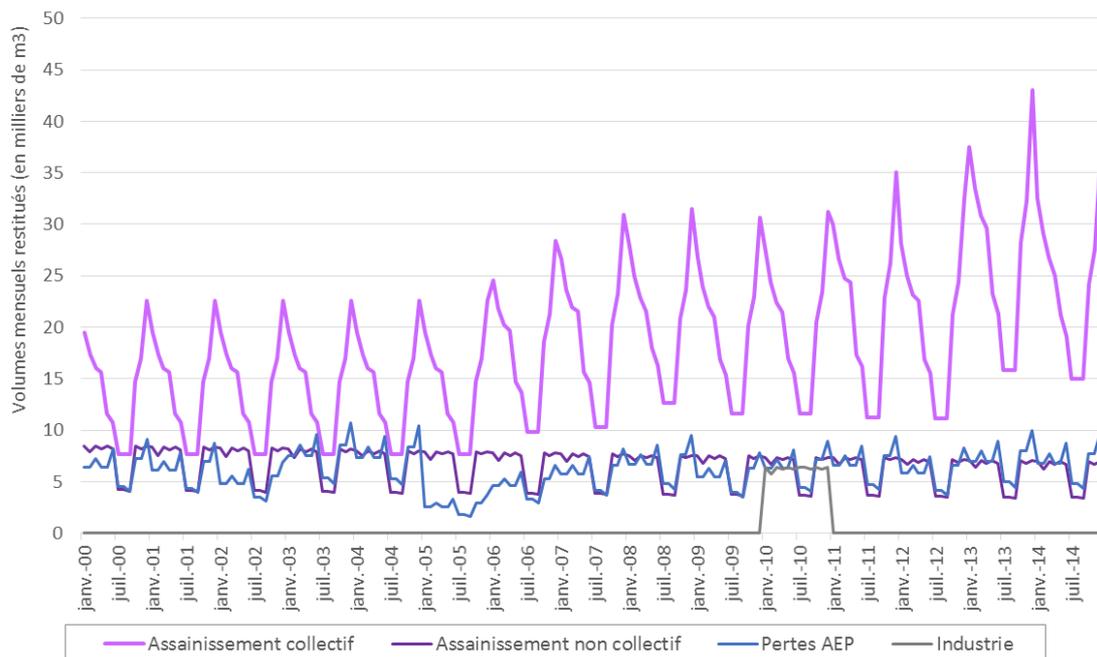


Figure 5-16 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de l'Orne Champenoise



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.5 Unité de gestion de la Gée

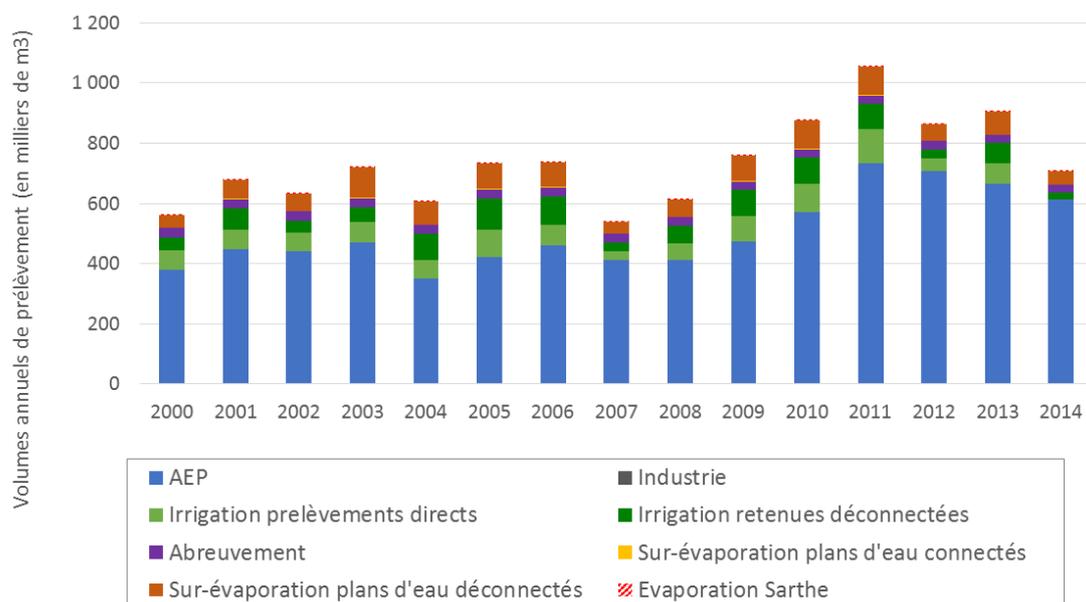


Figure 5-17 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Gée

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 87%
- Industrie : 0%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 0%
- Irrigation par retenues déconnectées : 3%
- Abreuvement : 4%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 0%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 6%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

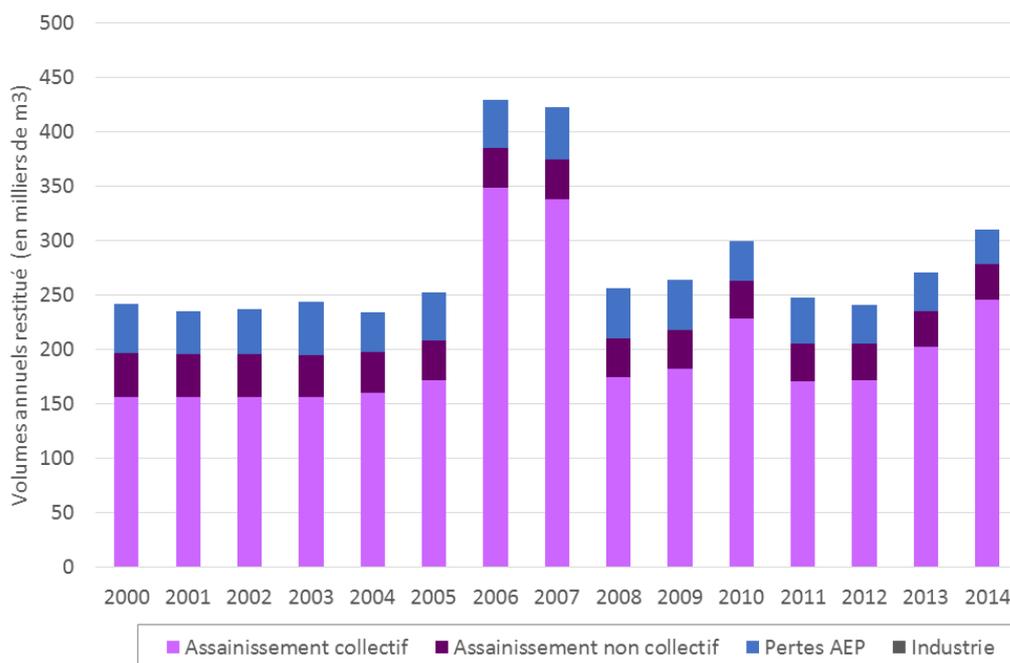


Figure 5-18 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Gée

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 79%
- Assainissement non collectif : 10%
- Pertes AEP : 10%
- Industrie : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

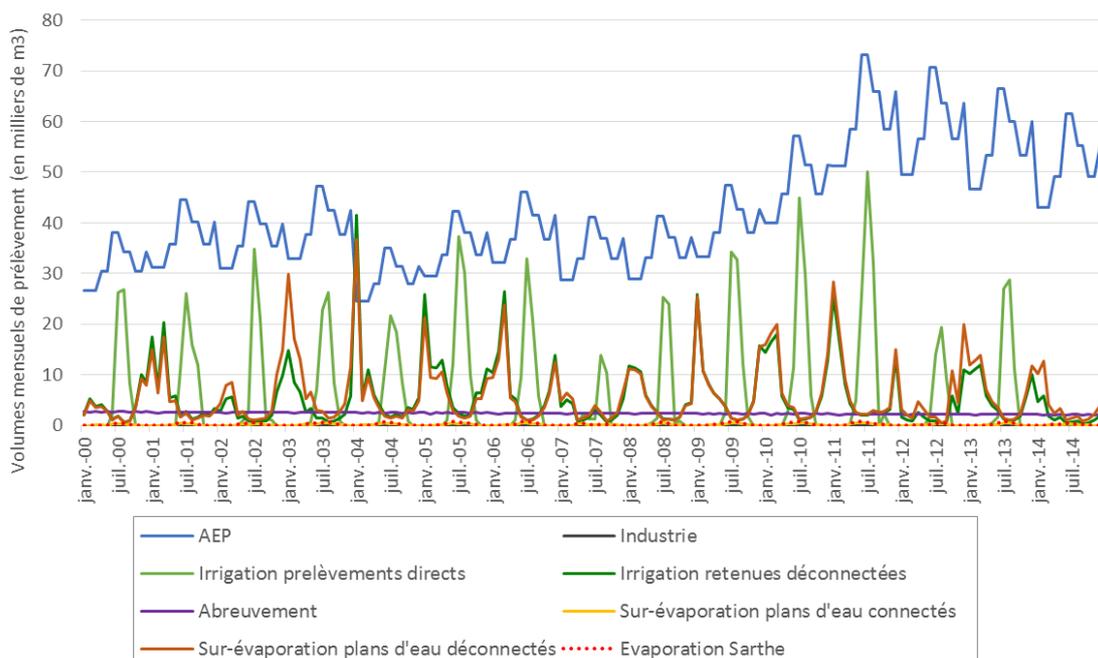


Figure 5-19 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Gée

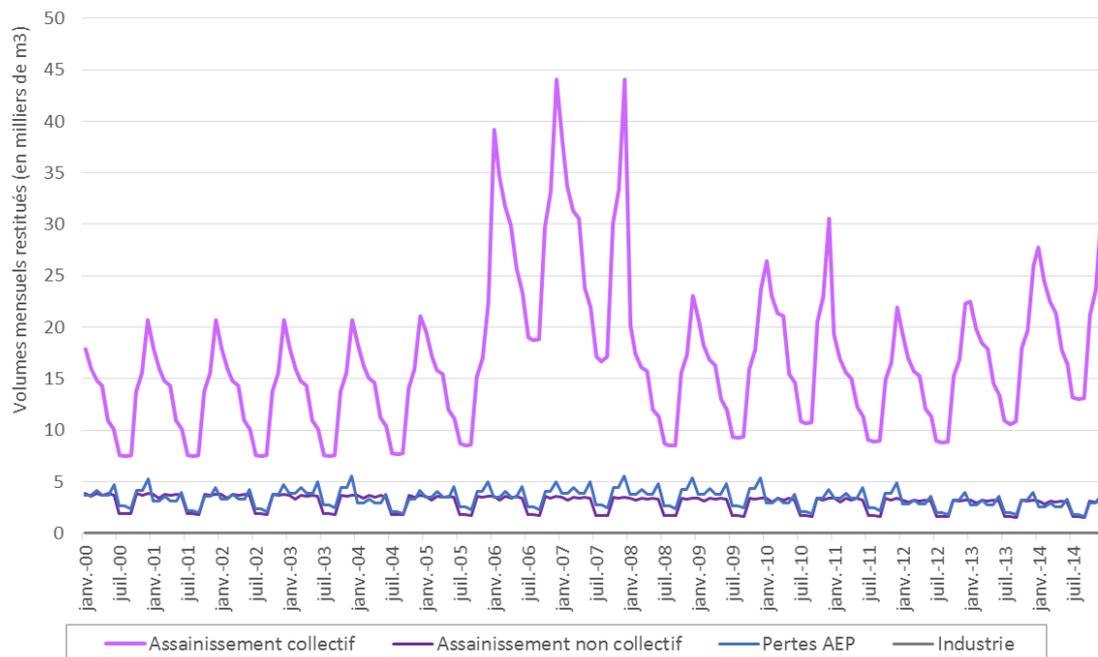


Figure 5-20 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Gée



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.6 Unité de gestion de la Vézanne

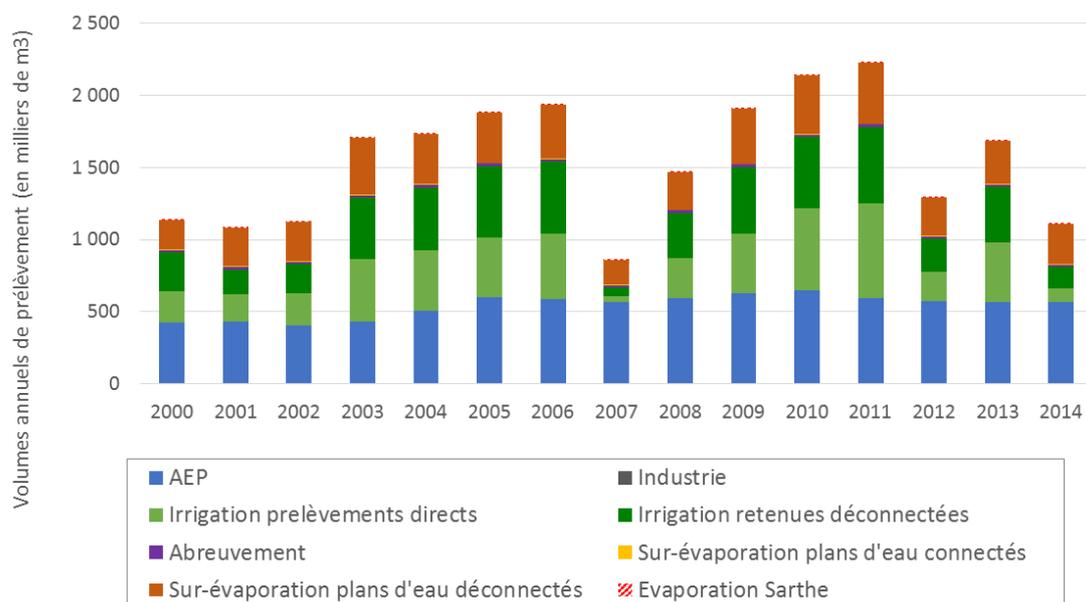


Figure 5-21 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Vézanne

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 51%
- Industrie : 0%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 9%
- Irrigation par retenues déconnectées : 14%
- Abreuvement : 1%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 0%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 25%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

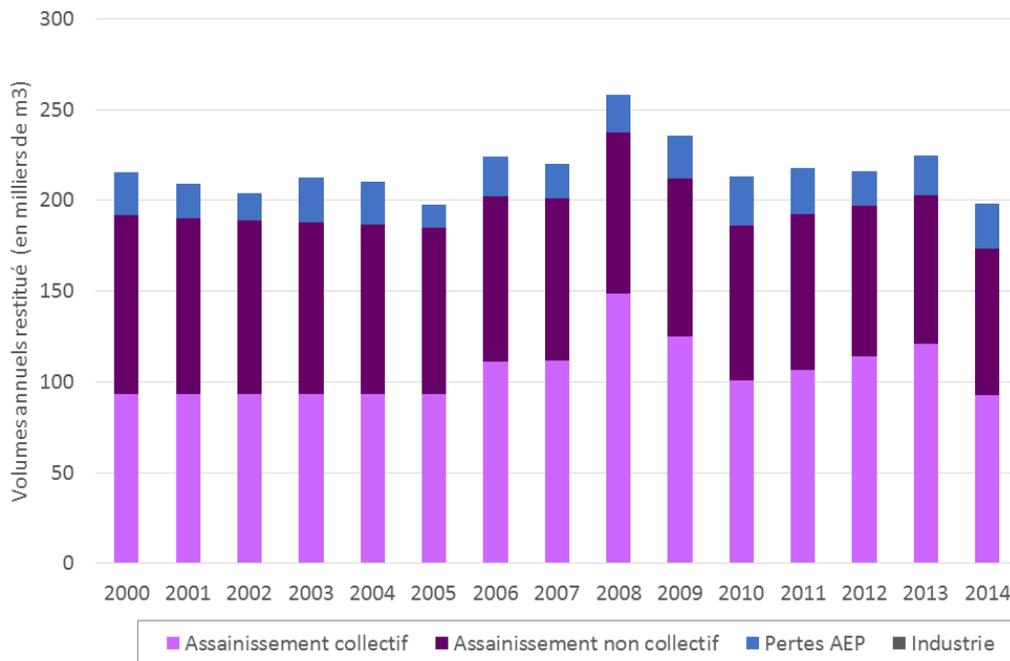


Figure 5-22 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Vézanne

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 47%
- Assainissement non collectif : 41%
- Pertes AEP : 12%
- Industrie : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

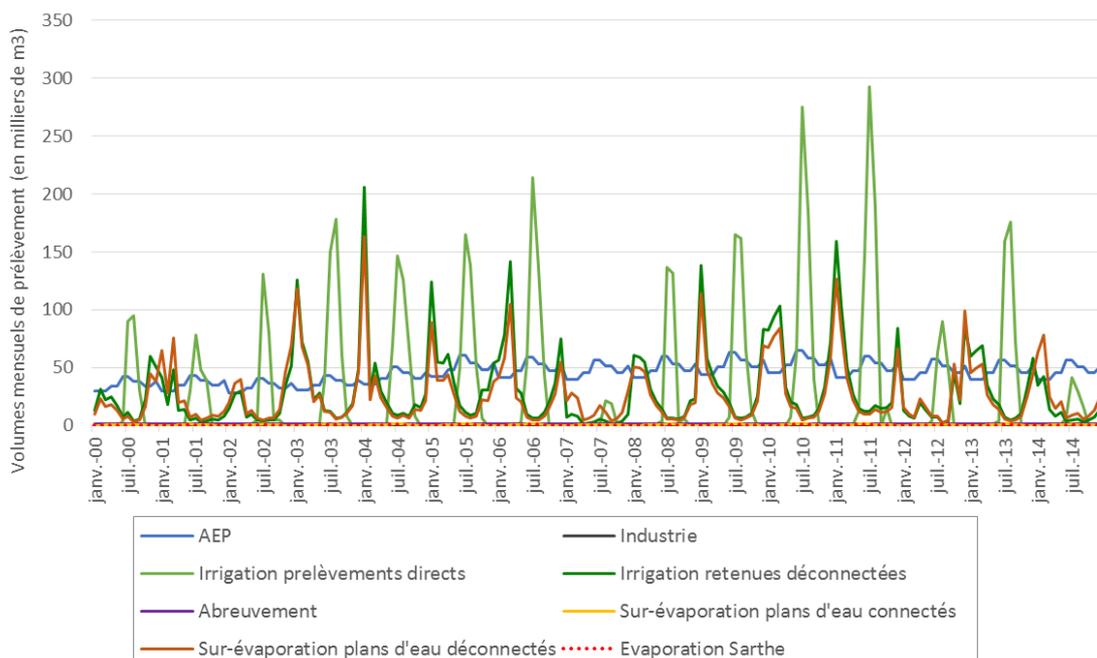


Figure 5-23 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Vézanne

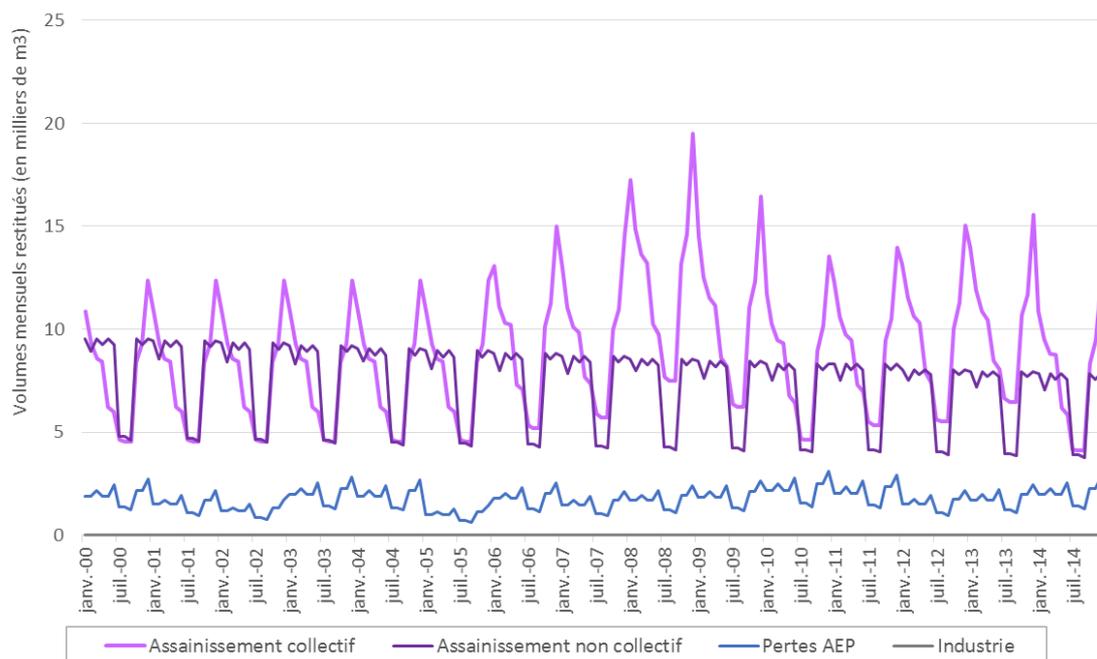


Figure 5-24 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Vézanne



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.7 Unité de gestion des Deux Fonds

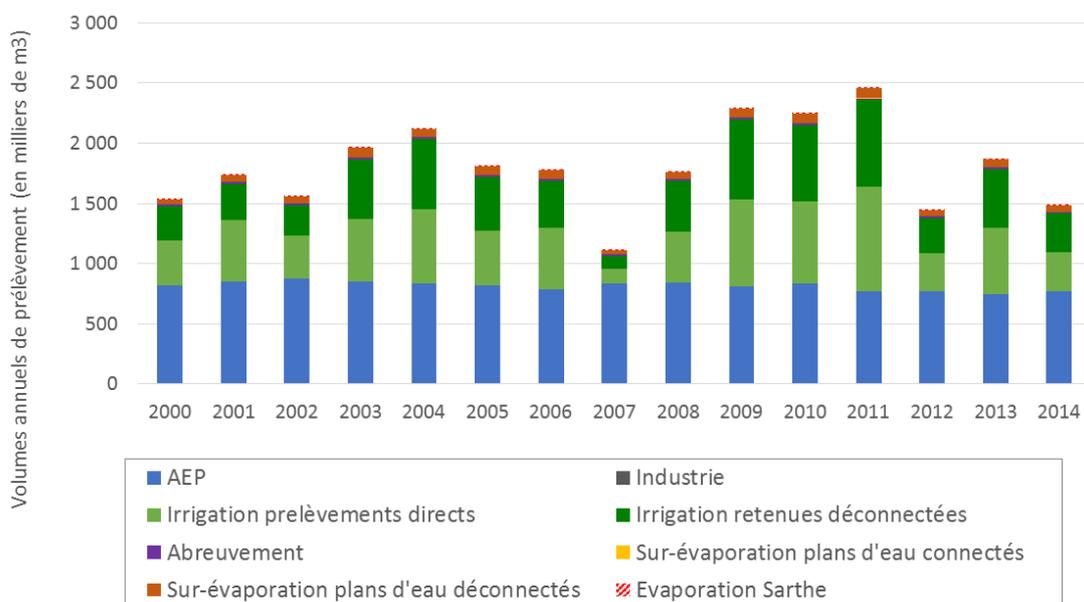


Figure 5-25 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion des Deux Fonds

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 52%
- Industrie : 0 %
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 22%
- Irrigation par retenues déconnectées : 22%
- Abreuvement : 1%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 0%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 4%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

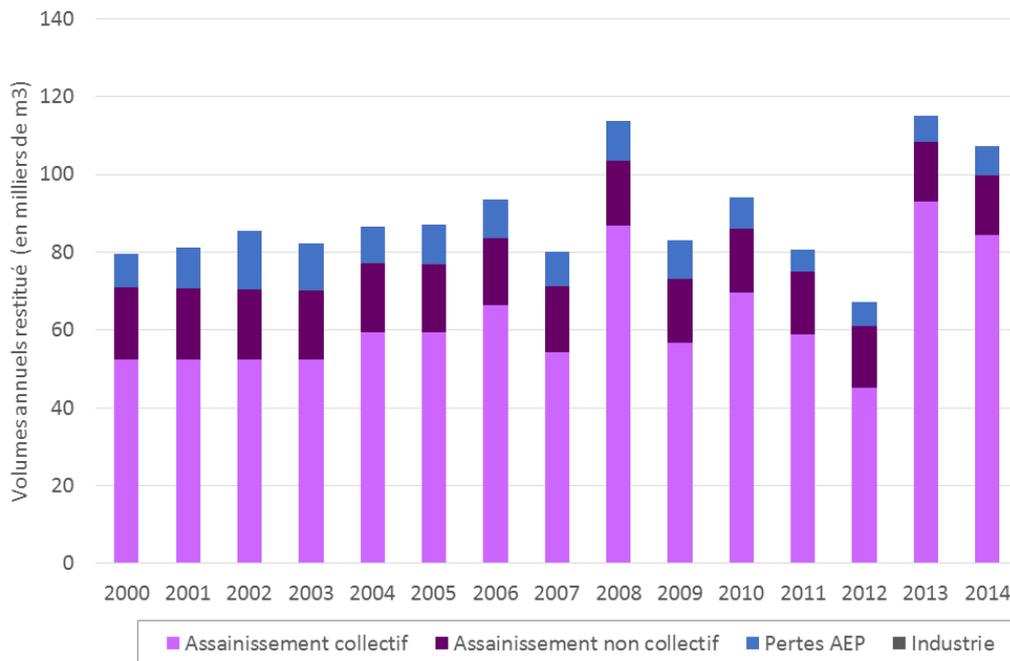


Figure 5-26 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion des Deux Fonds

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 79%
- Assainissement non collectif : 14%
- Pertes AEP : 7%
- Industrie : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

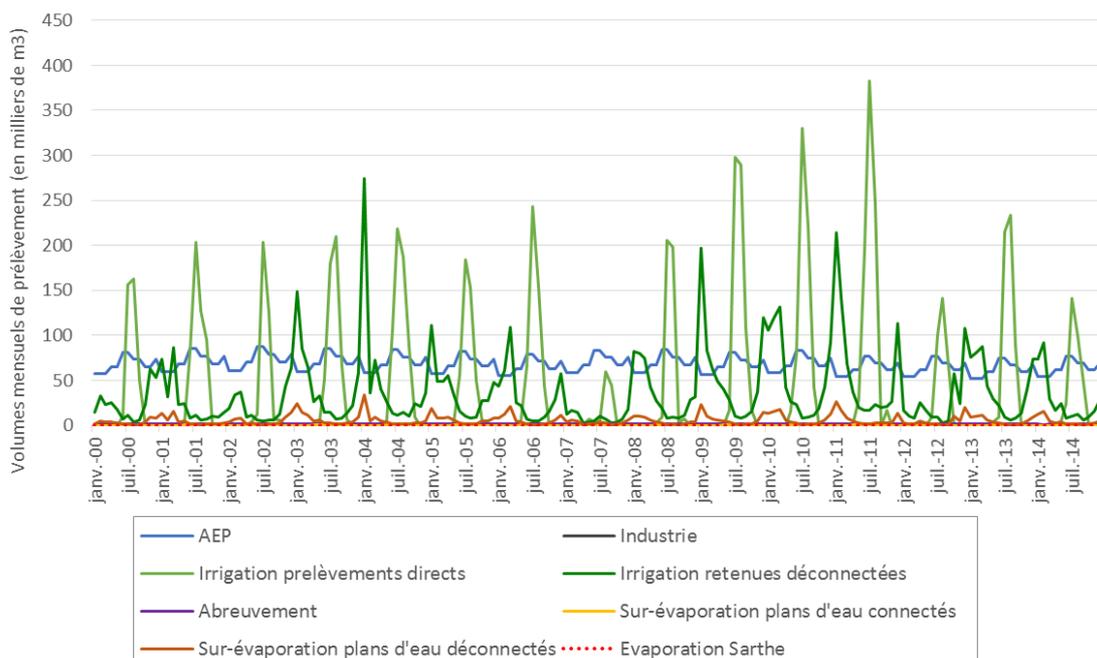


Figure 5-27 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion des Deux Fonds

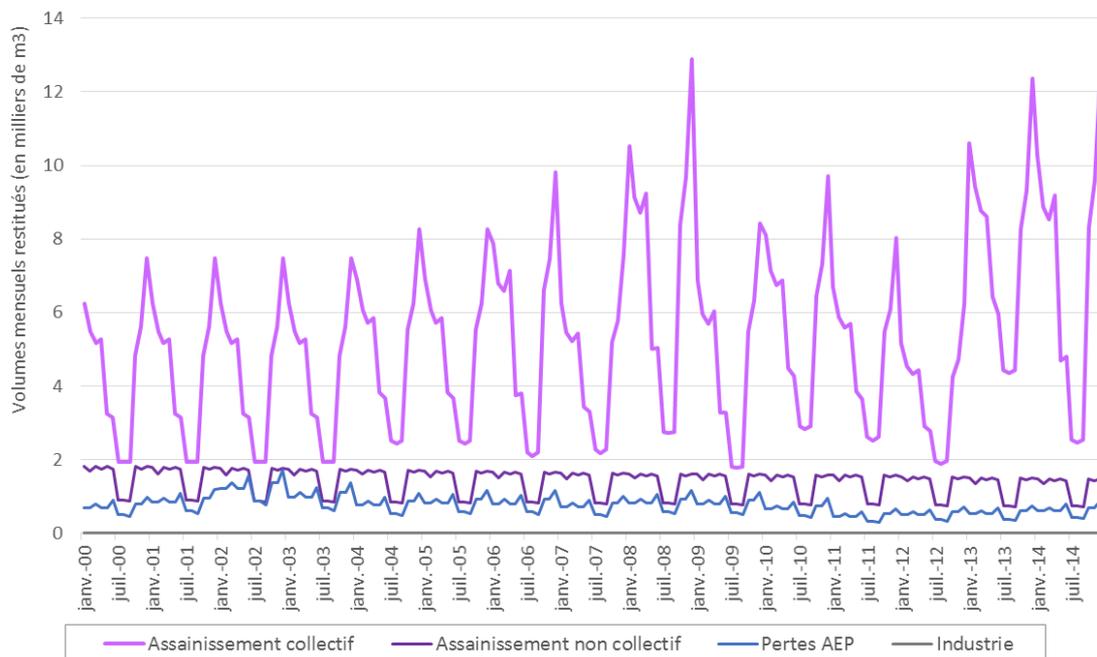


Figure 5-28 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion des Deux Fonds



5.8 Unité de gestion de la Vègre

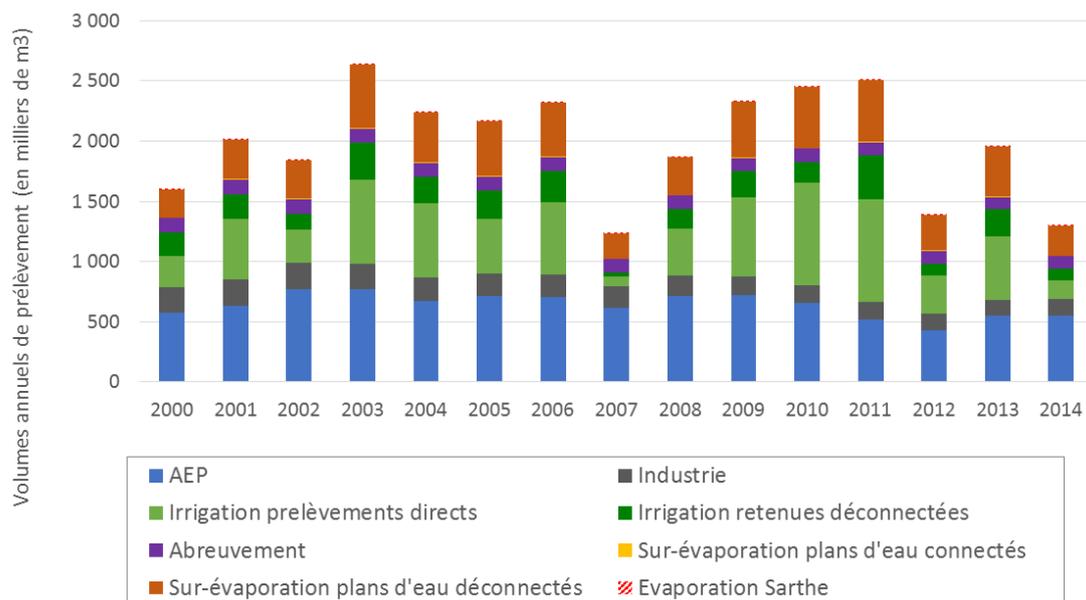


Figure 5-29 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Vègre

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 43%
- Industrie : 10%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 12%
- Irrigation par retenues déconnectées : 8%
- Abreuvement : 8%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 0%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 19%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

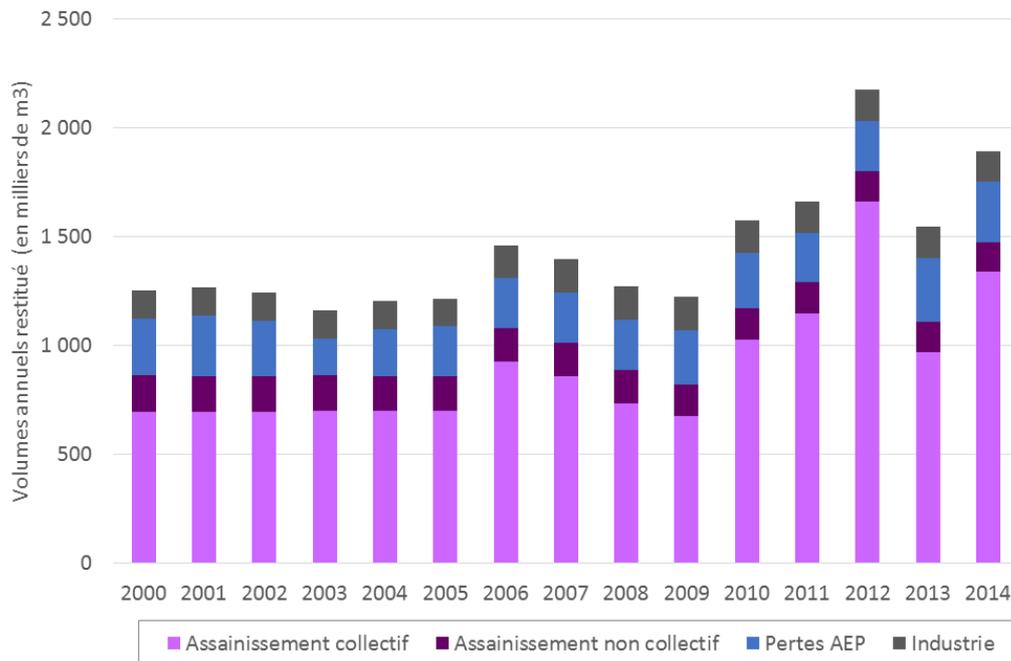


Figure 5-30 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Vègre

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 71%
- Assainissement non collectif : 7%
- Pertes AEP : 14%
- Industrie : 8%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

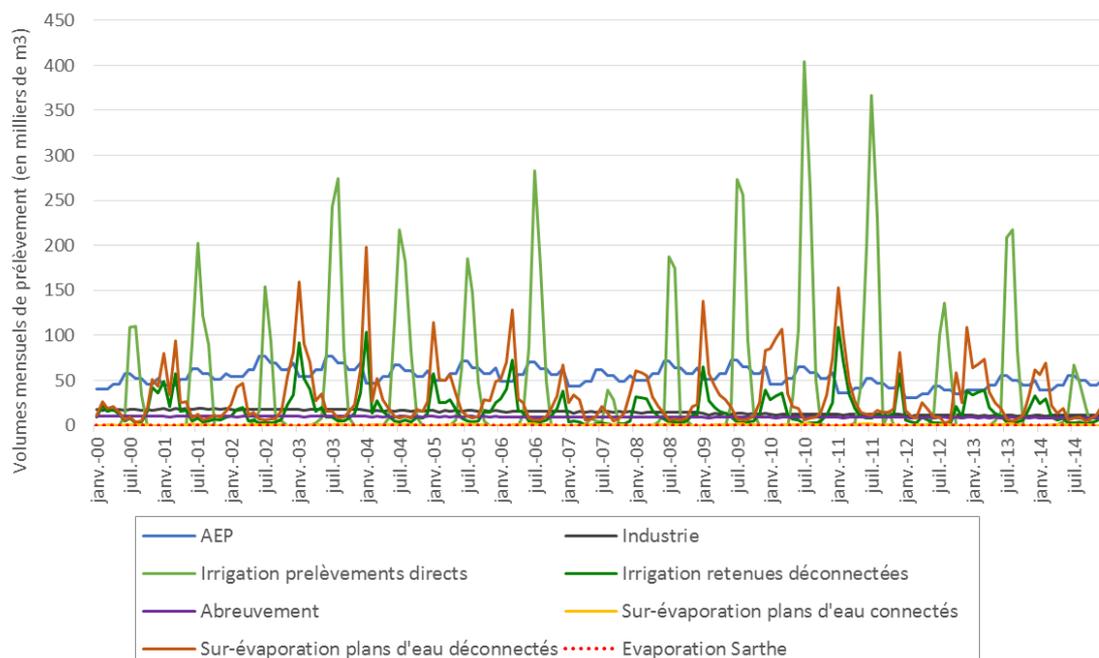


Figure 5-31 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Vègre

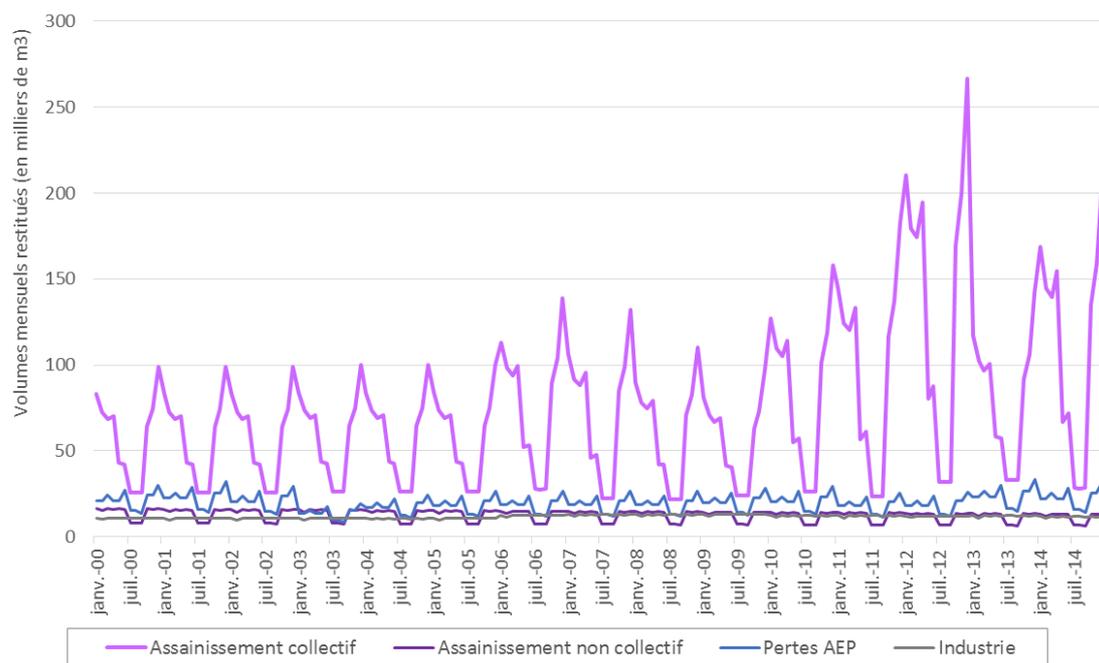


Figure 5-32 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Vègre



5.9 Unité de gestion de l'Erve

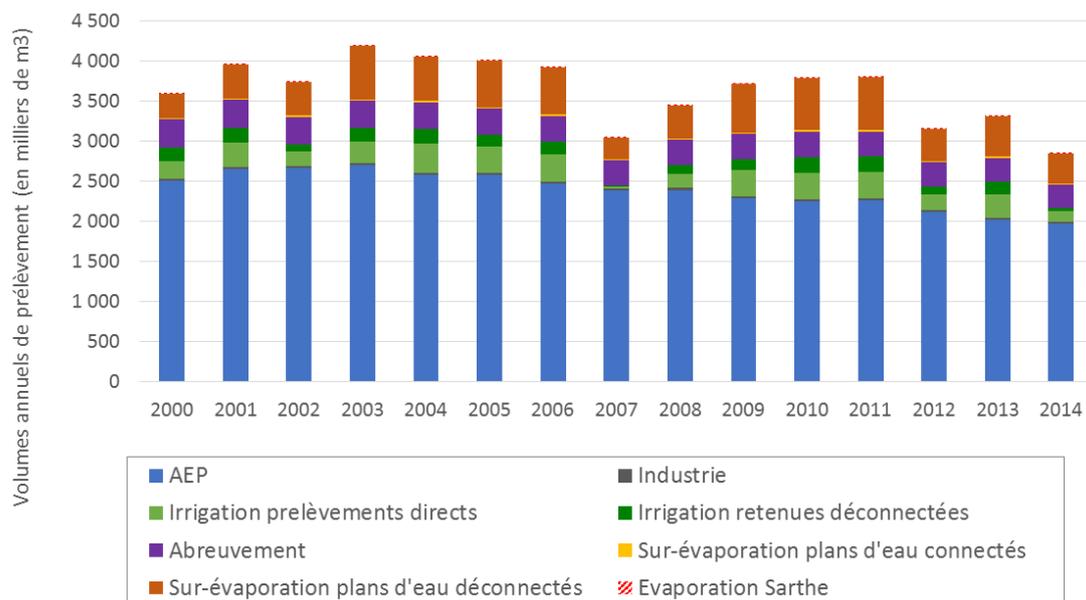


Figure 5-33 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de l'Erve

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 69%
- Industrie : 1%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 5%
- Irrigation par retenues déconnectées : 1%
- Abreuvement : 10%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 0%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 13%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

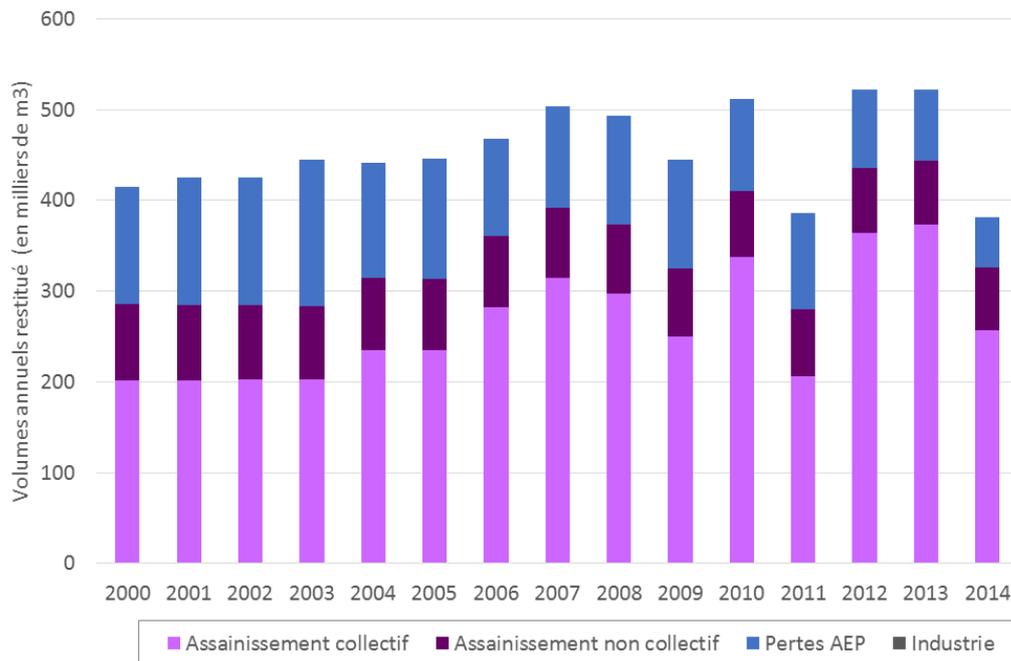


Figure 5-34 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de l'Erve

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 67%
- Assainissement non collectif : 18%
- Pertes AEP : 14%
- Industrie : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

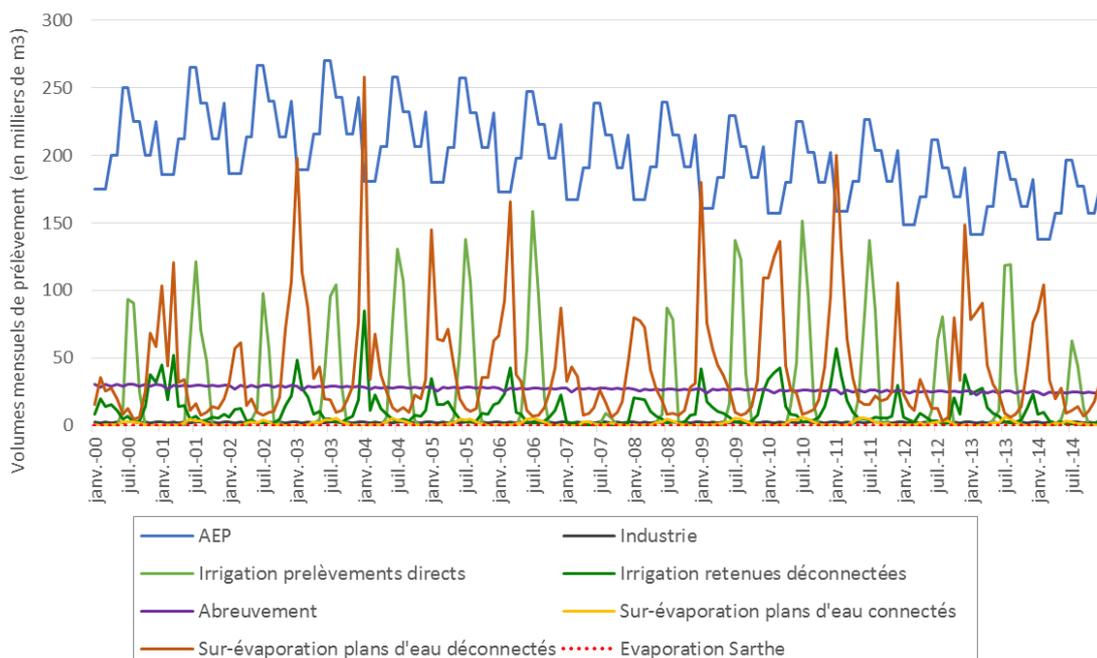


Figure 5-35 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de l'Erve

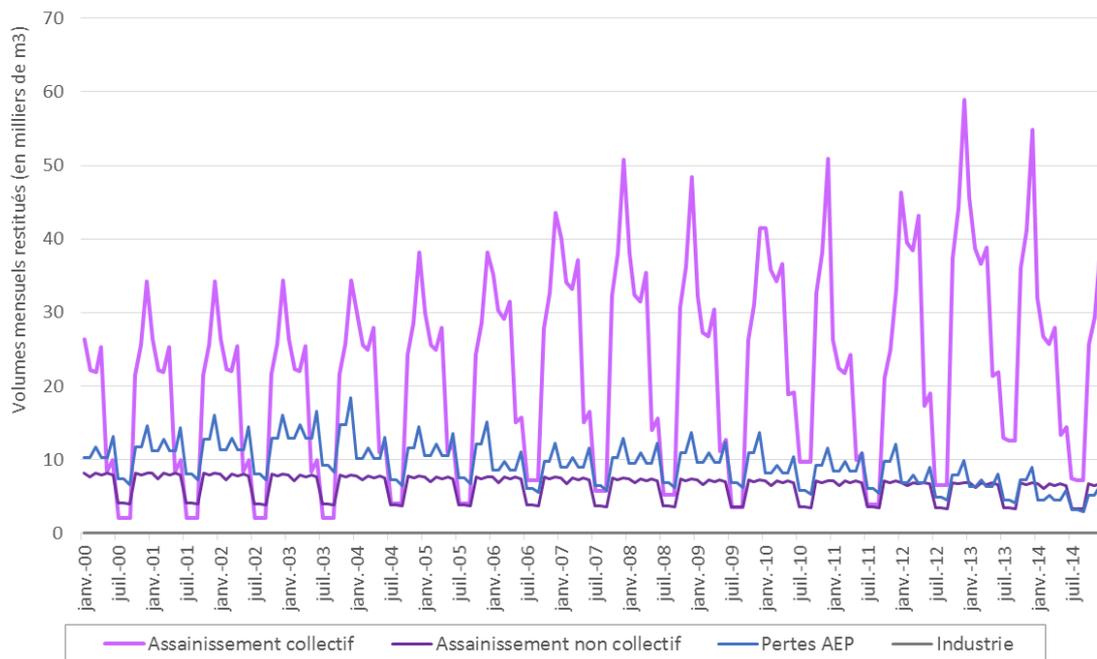


Figure 5-36 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de l'Erve



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.10 Unité de gestion du Treulon

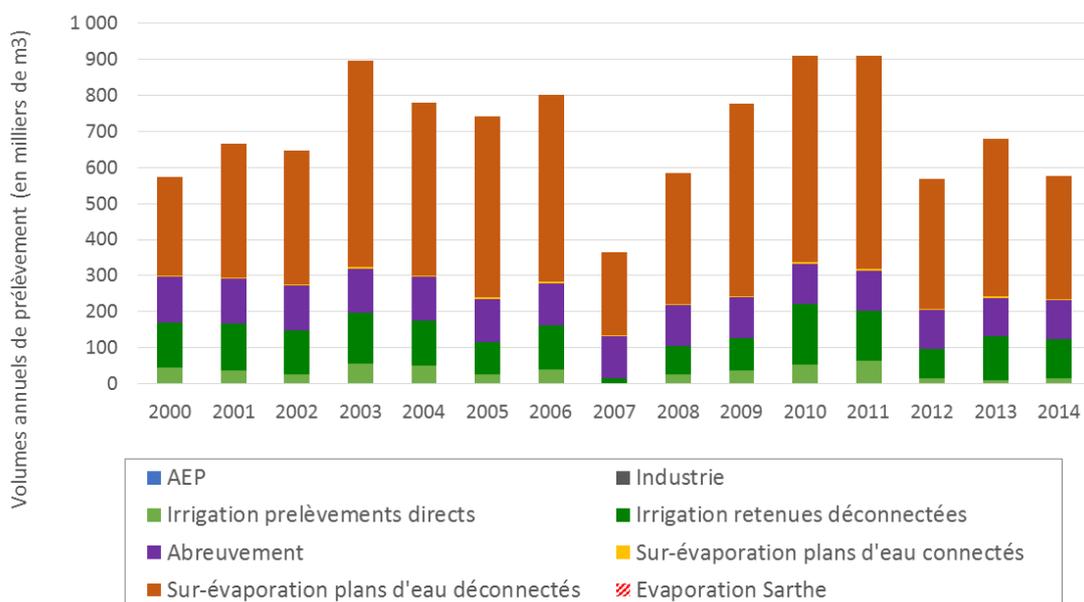


Figure 5-37 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion du Treulon

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 0%
- Industrie : 0%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 3%
- Irrigation par retenues déconnectées : 19%
- Abreuvement : 18%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 0%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 59%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

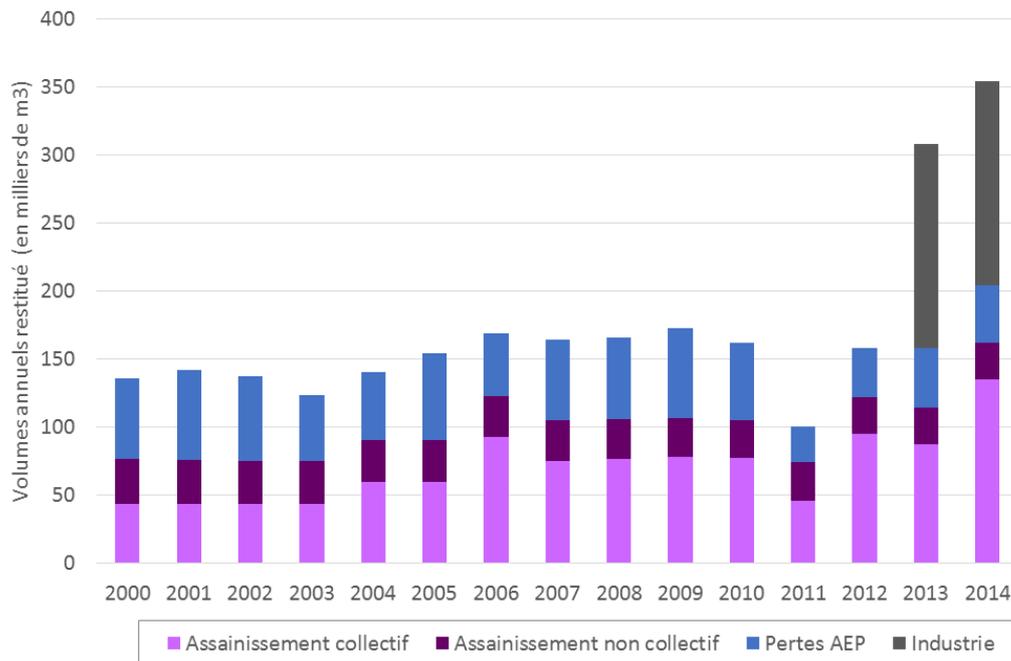


Figure 5-38 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion du Treulon

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 38%
- Assainissement non collectif : 8%
- Pertes AEP : 12%
- Industrie : 42%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

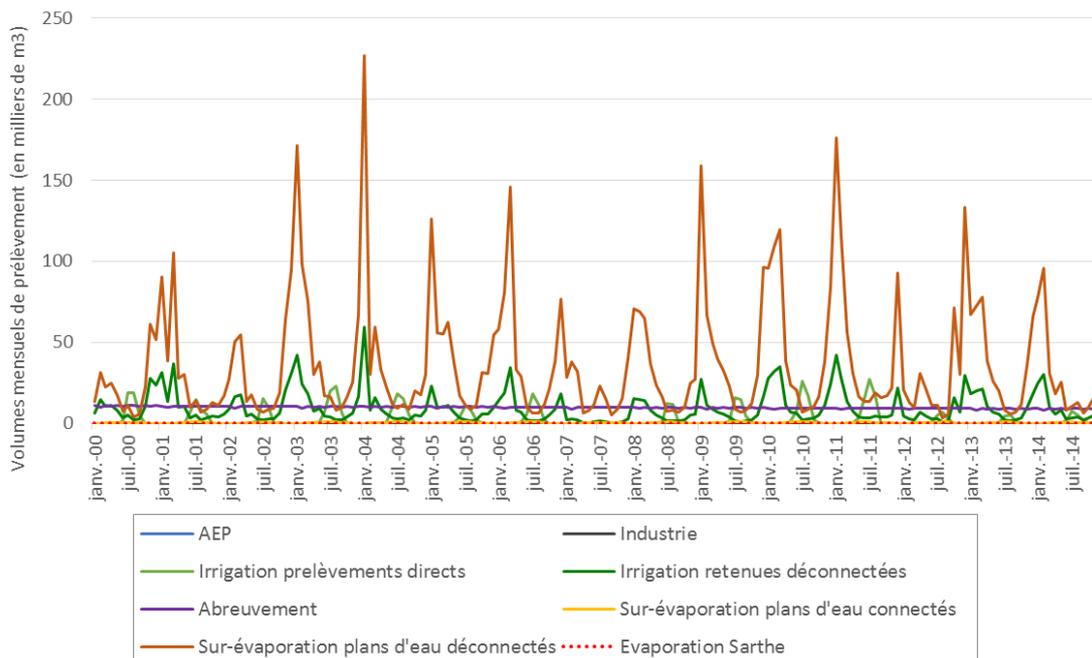


Figure 5-39 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion du Treulon

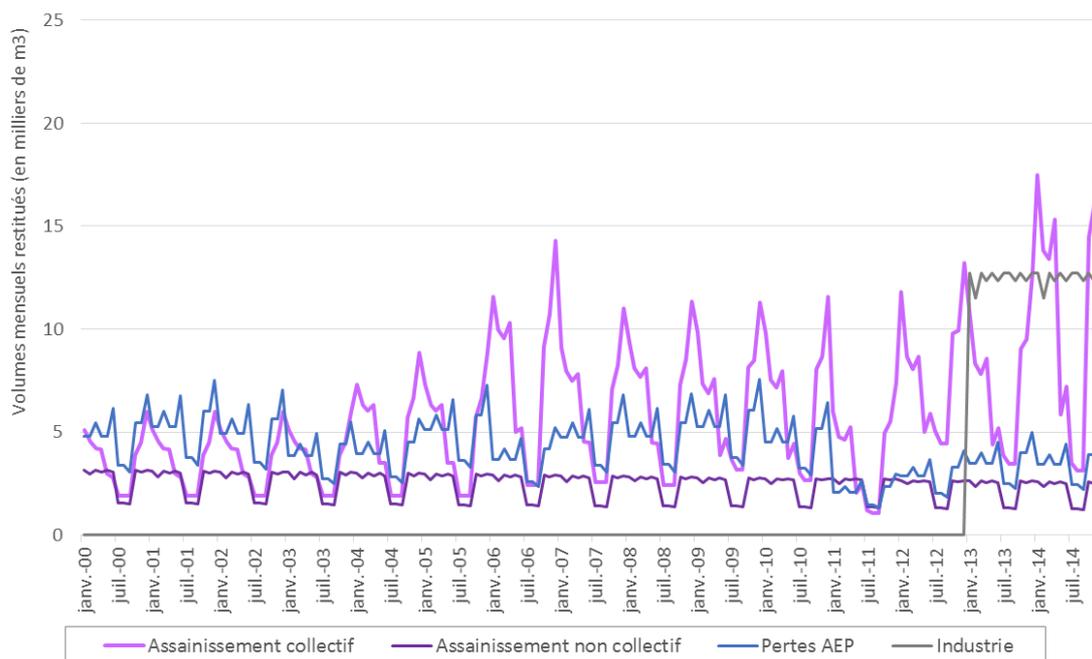


Figure 5-40 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion du Treulon



5.11 Unité de gestion de la Vaige

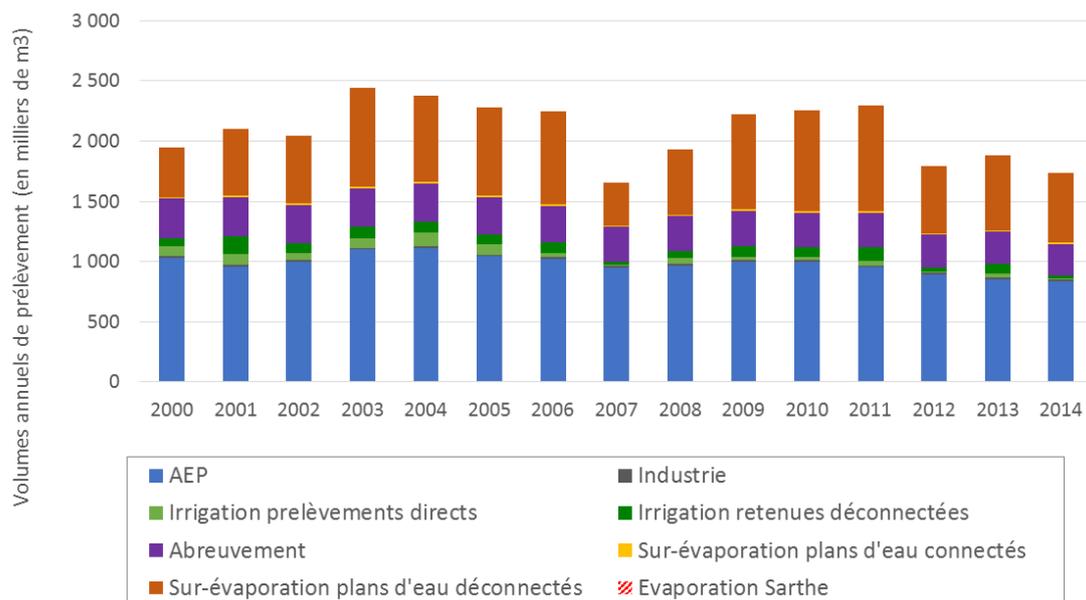


Figure 5-41 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Vaige

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 48%
- Industrie : 1%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 0%
- Irrigation par retenues déconnectées : 1%
- Abreuvement : 15%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 1%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 33%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

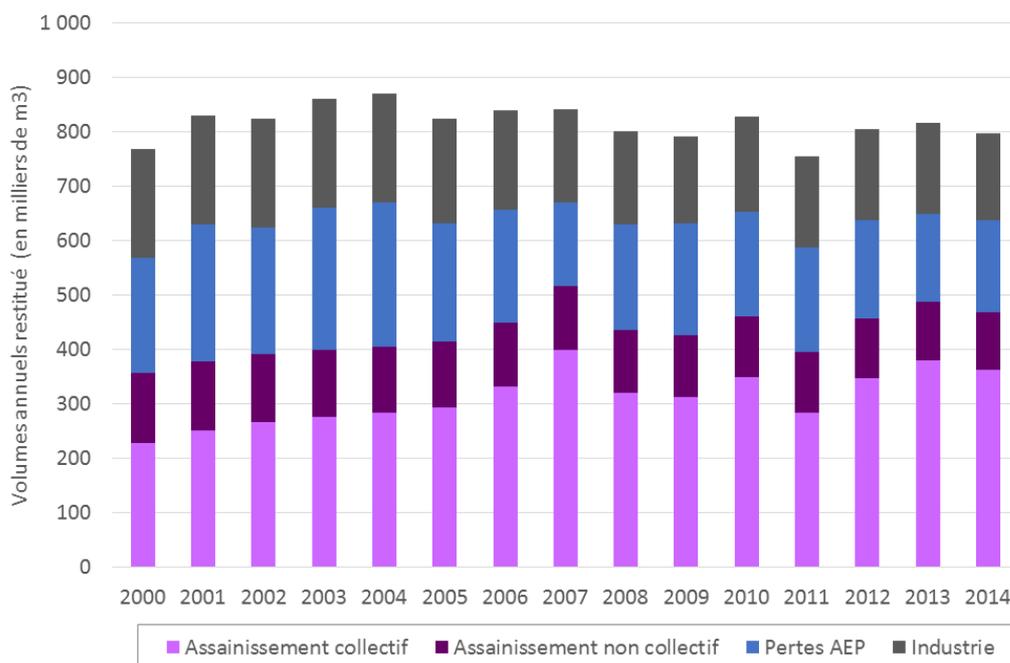


Figure 5-42 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Vaige

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 46%
- Assainissement non collectif : 13%
- Pertes AEP : 21%
- Industrie : 20%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

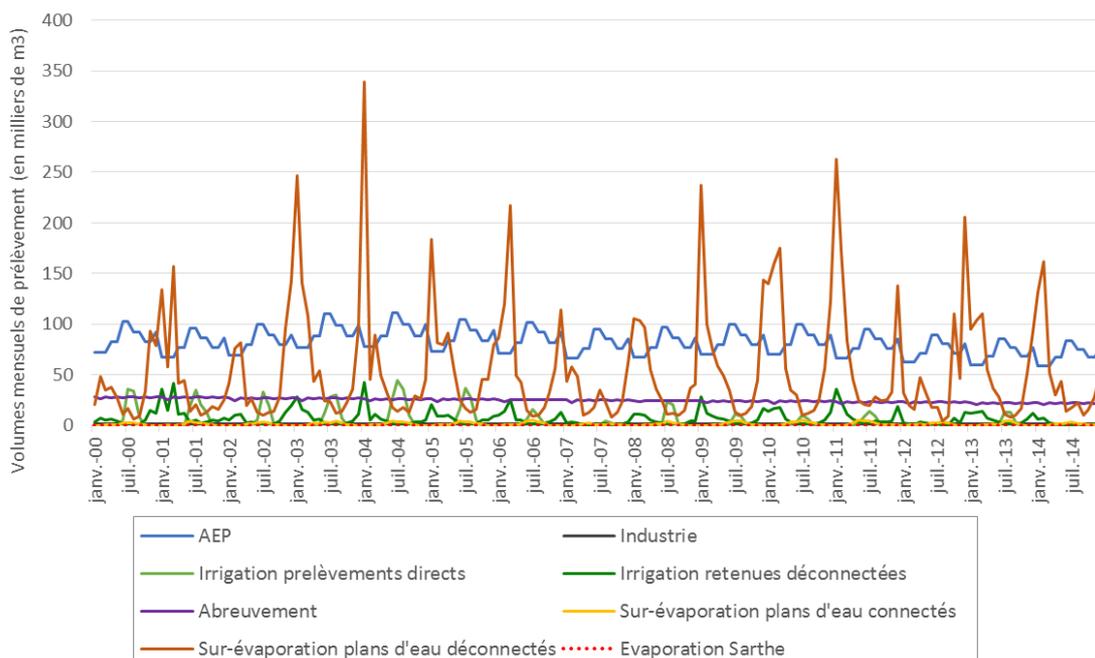


Figure 5-43 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Vaige

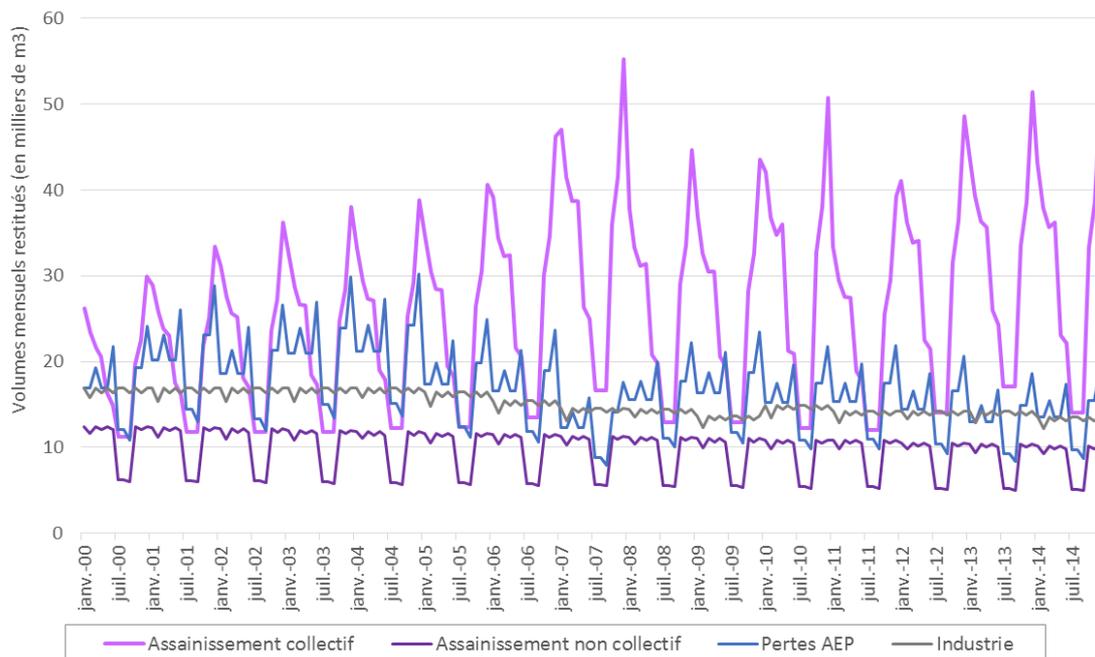


Figure 5-44 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Vaige



5.12 Unité de gestion de la Taude

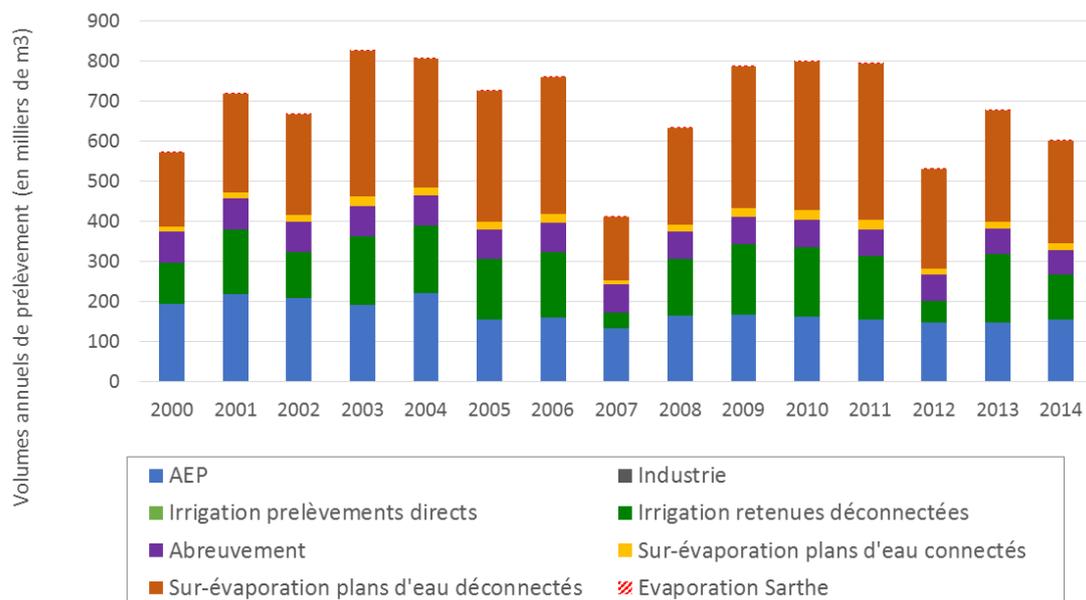


Figure 5-45 : Chronique des prélèvements annuels l'unité de gestion de la Taude

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 26%
- Industrie : 0%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 0%
- Irrigation par retenues déconnectées : 18%
- Abreuvement : 10%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 3%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 43%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

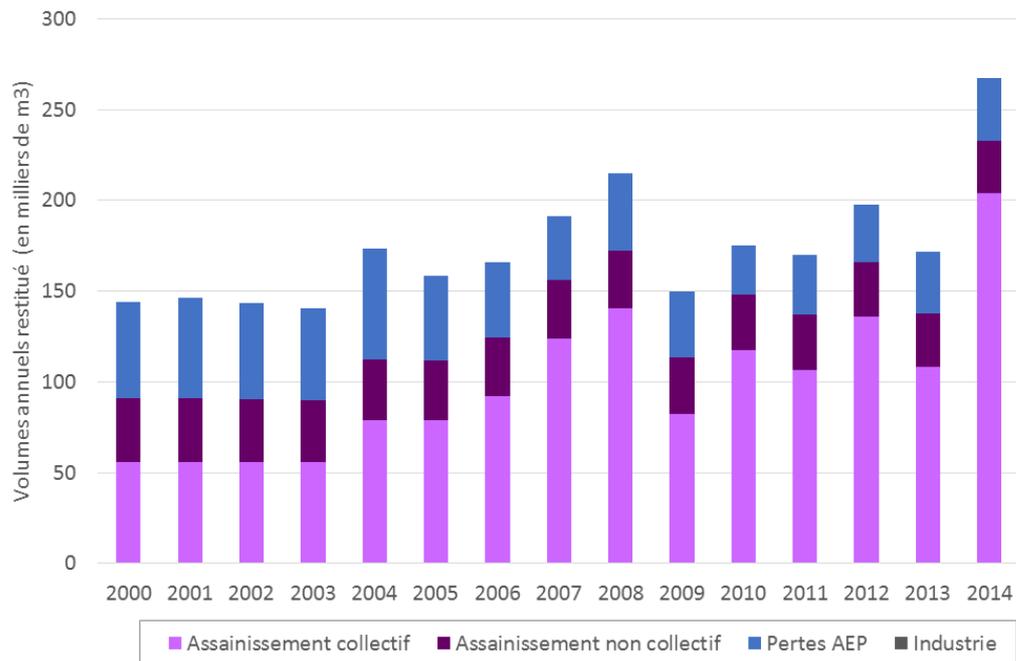


Figure 5-46 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Taude

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 76%
- Assainissement non collectif : 11%
- Pertes AEP : 13%
- Industrie : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

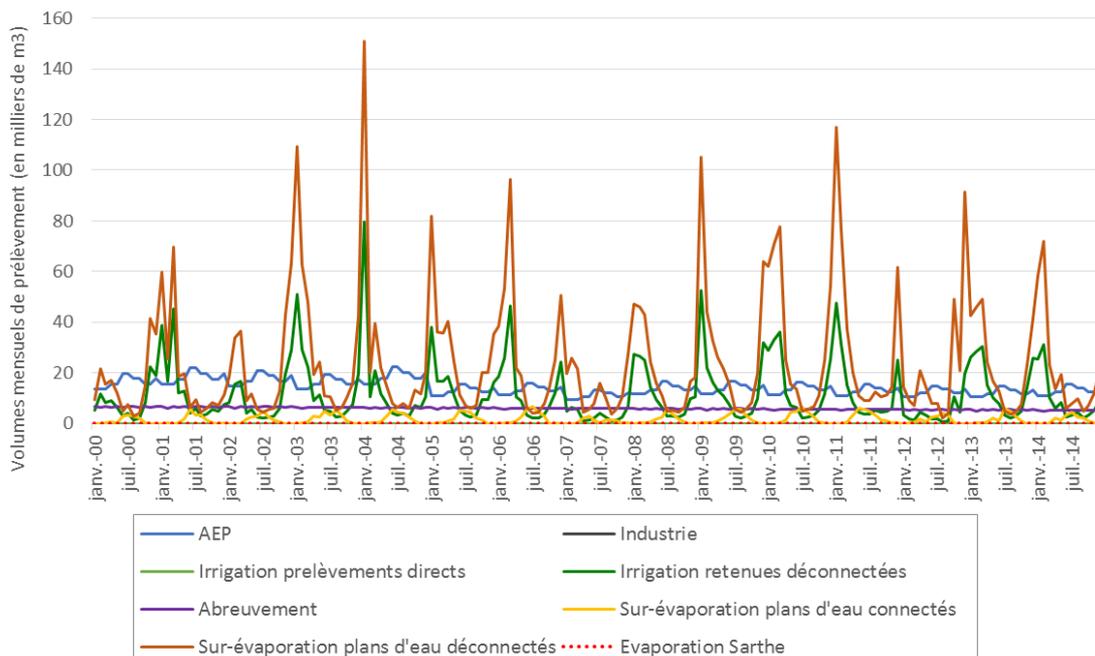


Figure 5-47 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Taude

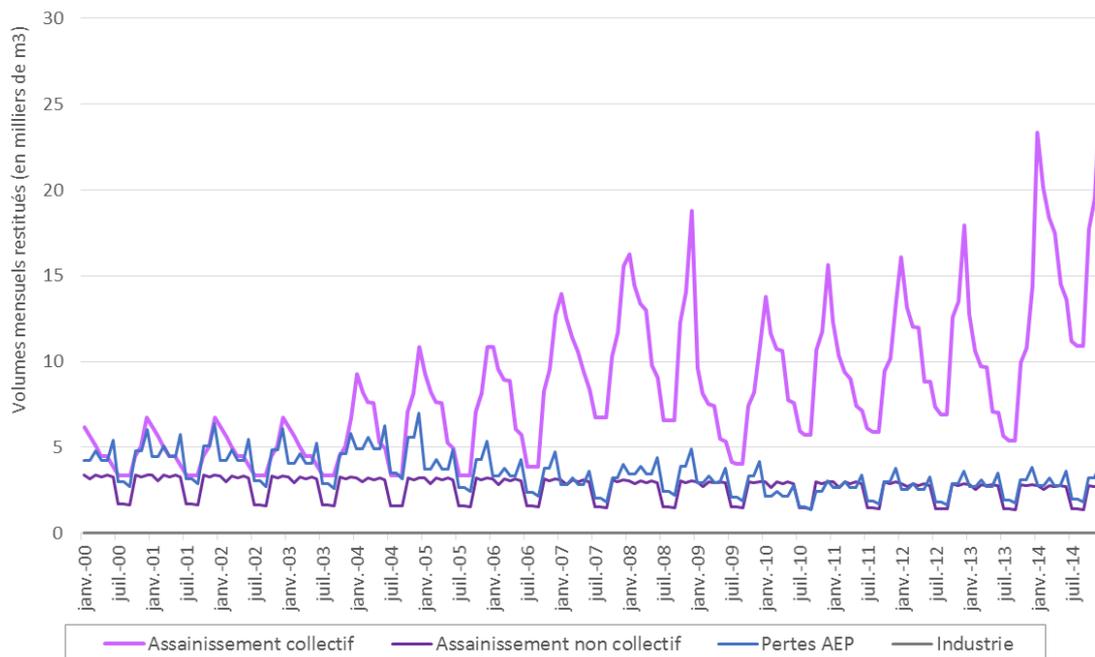


Figure 5-48 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Taude



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.13 Unité de gestion de la Voutonne

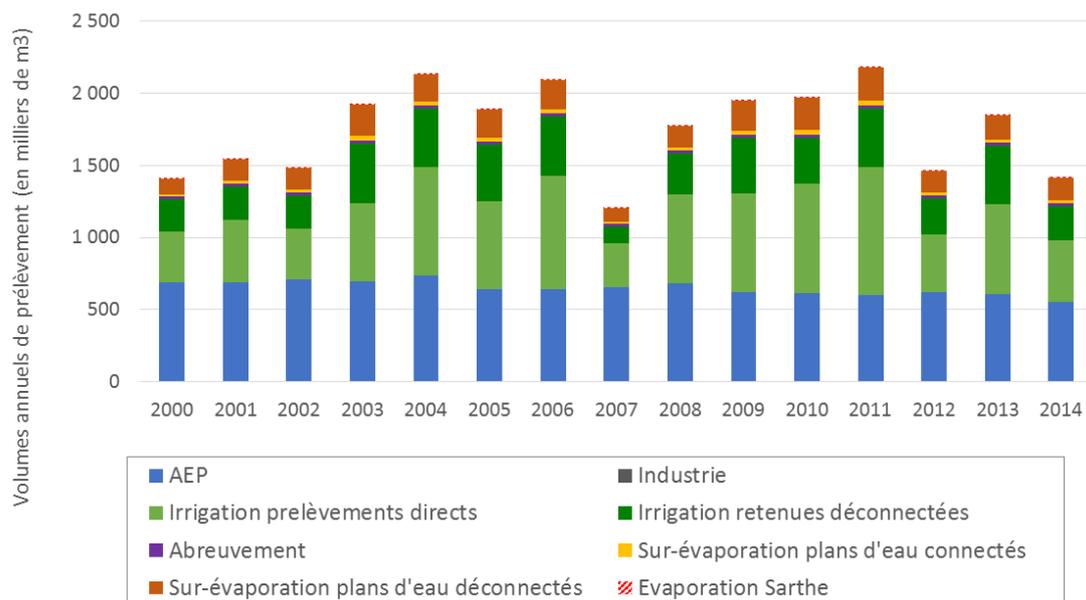


Figure 5-49 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Voutonne

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 39%
- Industrie : 0%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 30%
- Irrigation par retenues déconnectées : 17%
- Abreuvement : 1%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 1%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 11%
- Evaporation de la Sarthe : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

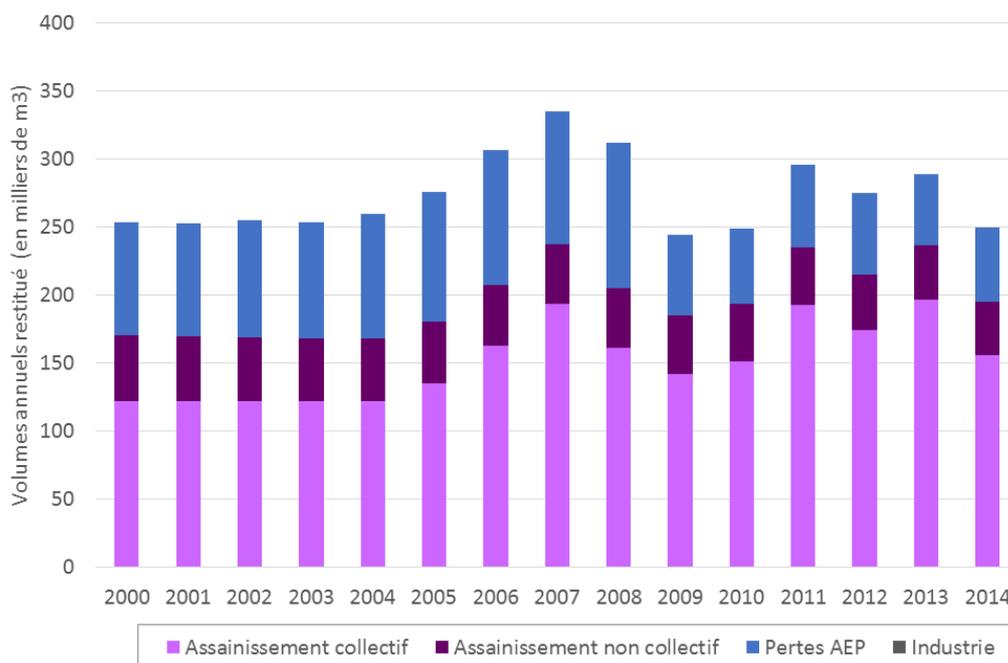


Figure 5-50 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Voutonne

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 63%
- Assainissement non collectif : 16%
- Pertes AEP : 21%
- Industrie : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

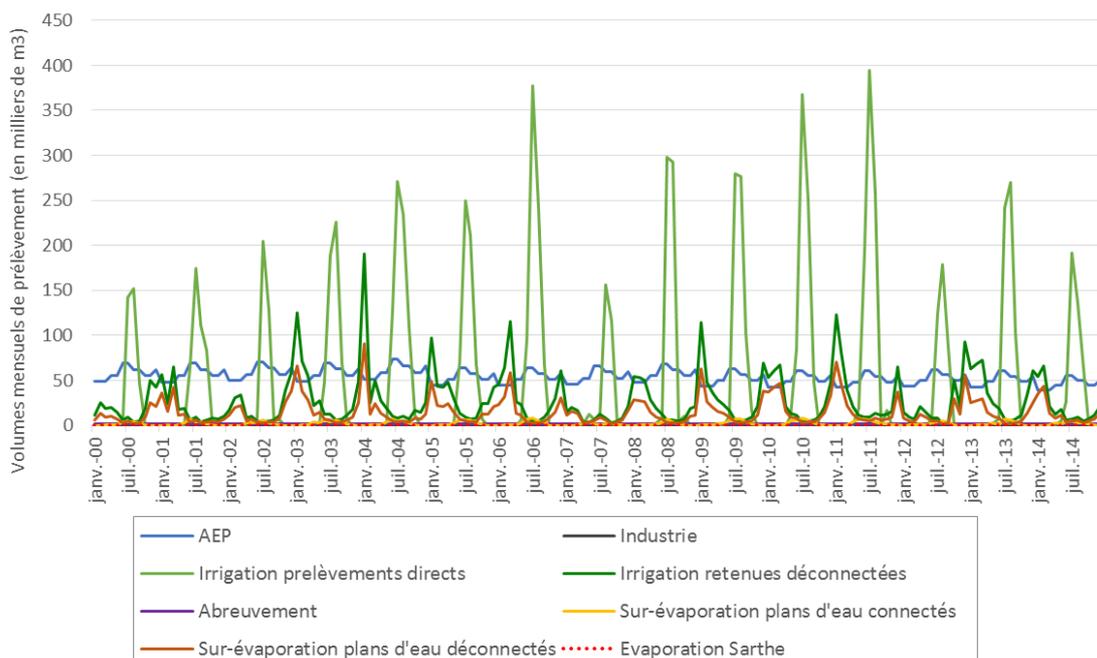


Figure 5-51 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Voutonne

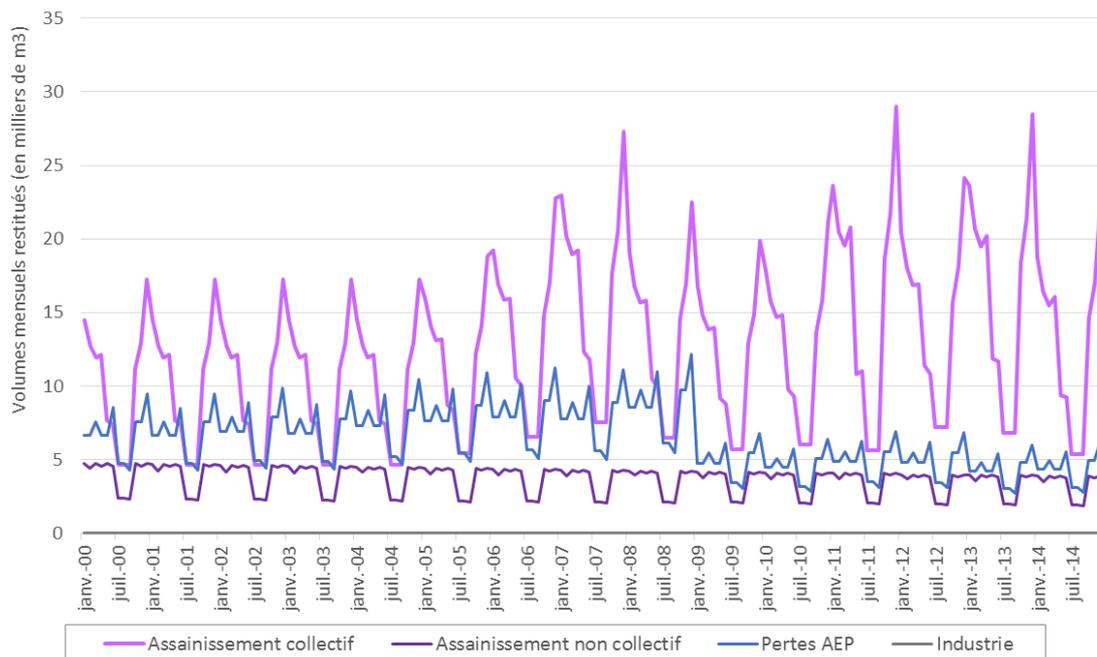


Figure 5-52 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Voutonne



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

5.14 Unité de gestion de la Baraize

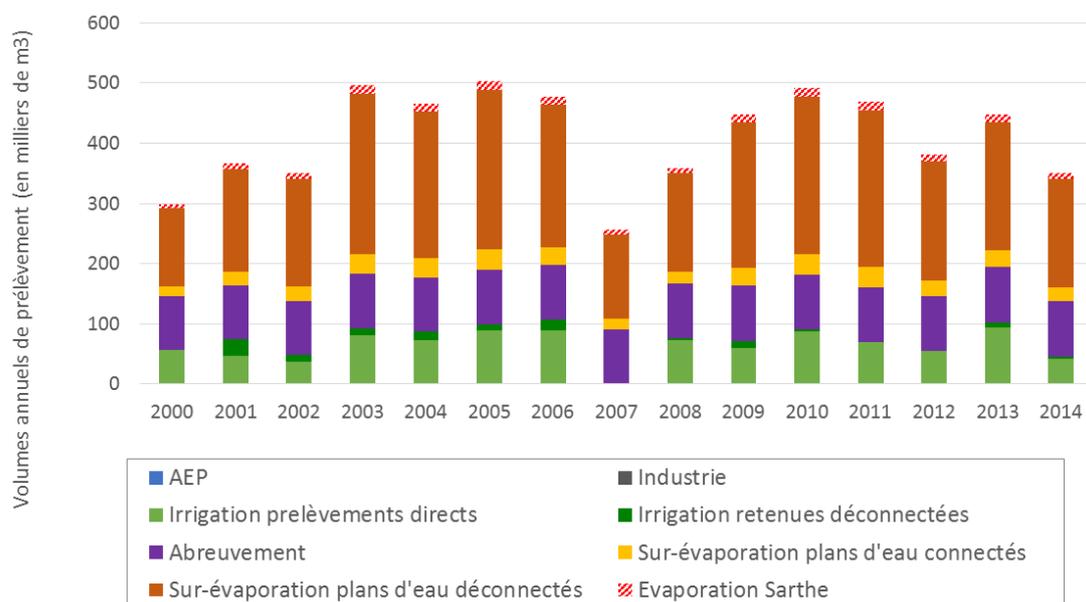


Figure 5-53 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Baraize

En 2014, les volumes prélevés sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- AEP : 0%
- Industrie : 0%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 12%
- Irrigation par retenues déconnectées : 1%
- Abreuvement : 26%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 7%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 51%
- Evaporation de la Sarthe : 3%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

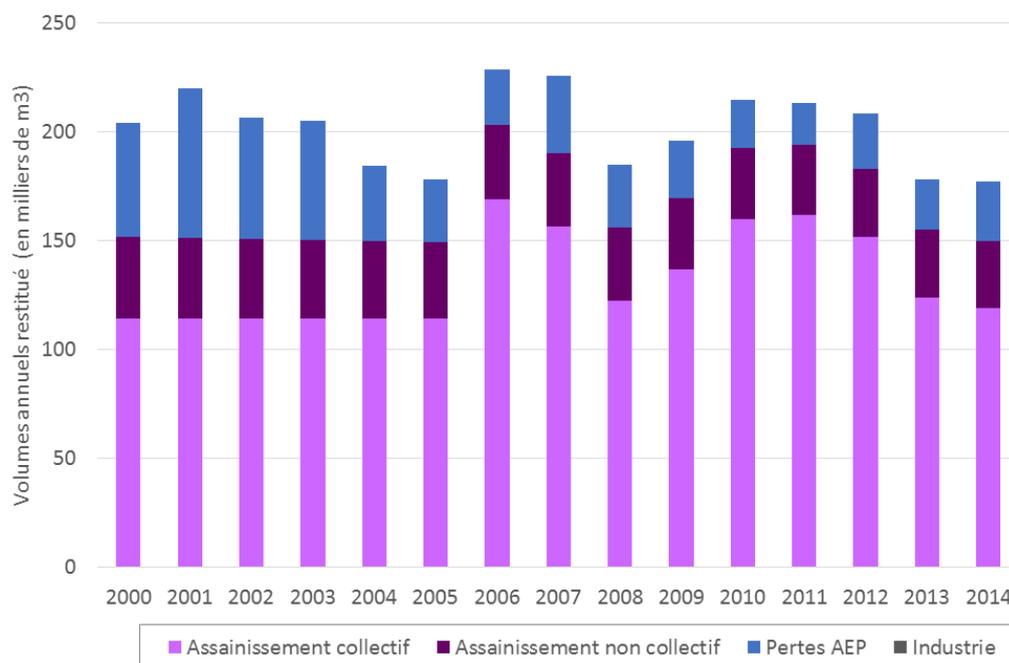


Figure 5-54 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Baraize

En 2014, les volumes restitués au milieu sur l'unité de gestion étaient répartis de la manière suivante :

- Assainissement collectif : 67%
- Assainissement non collectif : 17%
- Pertes AEP : 15%
- Industrie : 0%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

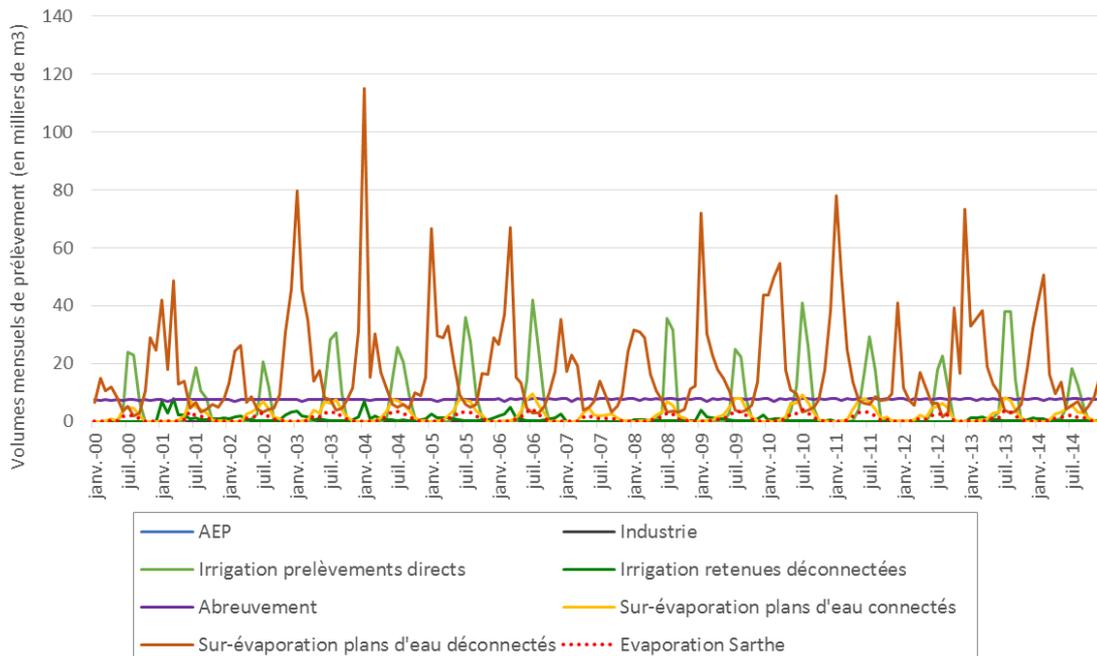


Figure 5-55 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Baraize

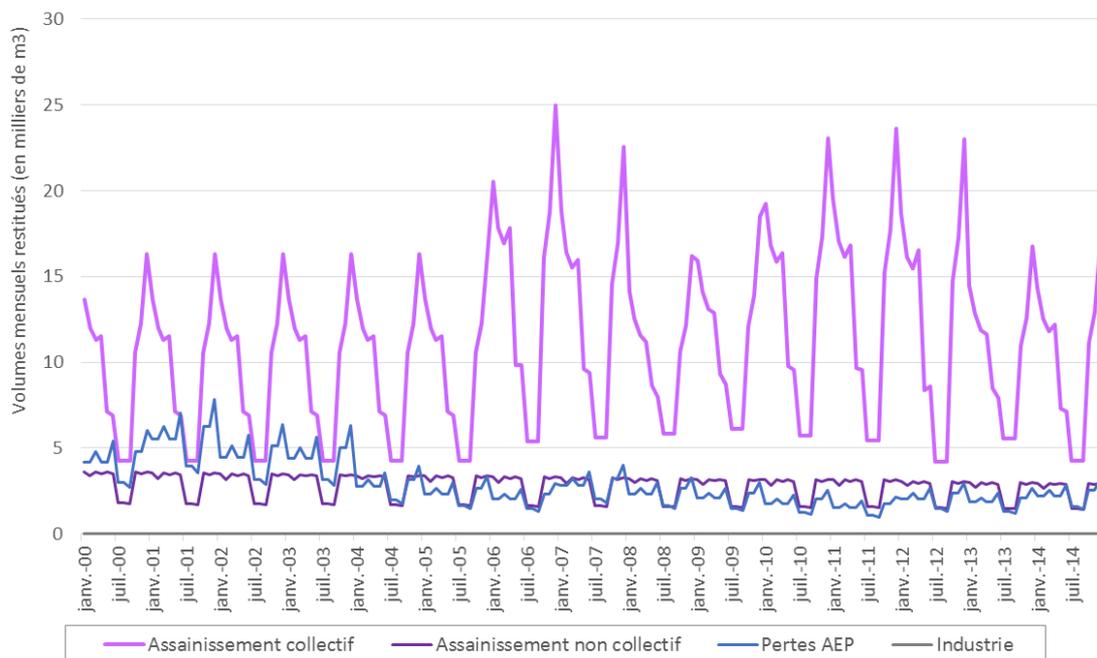


Figure 5-56 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Baraize



5.15 Bilan sur les unités de gestion

Le tableau suivant présente le volume spécifique prélevé sur chaque unité de gestion c'est-à-dire le volume prélevé rapporté à la surface de l'unité de gestion.

A la vue des résultats, les unités de gestion sur lesquelles la pression de prélèvements est la plus importante sont la Sarthe amont et la Sarthe médian suivies par l'Erve et la Voutonne.

A l'inverse, les unités de gestion qui semblent le moins sollicitées sont la Baraize, l'Orne Champenoise, le Treulon et la Vègre.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 5-1 : Prélèvements spécifiques annuels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval (l/s/km²)

Sous unité	Surface de l'unité de gestion en km ²	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	358	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	0.9	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	0.8
Sarthe médian	287	1.0	1.0	1.0	1.3	1.2	1.2	1.2	0.7	0.9	1.2	1.2	1.2	0.9	1.0	0.8
Sarthe aval	294	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
Orne Champenoise	81	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1
Gée	119	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
Vezeanne	129	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3
Deux Fonds	79	0.6	0.7	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7	0.4	0.7	0.9	0.9	1.0	0.6	0.7	0.6
Vègre	415	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
Erve	152	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3
Treulon	251	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
Vaige	83	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
Taude	119	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
Voutonne	90	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4
Baraize	268	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1
Total	2727	4.9	5.5	5.1	6.6	6.5	6.5	6.3	3.9	5.3	6.5	6.6	7.0	5.0	5.8	4.5



RECONSTITUTION DE L'HYDROLOGIE DESINFLUENCEE

6.1 Objectif et principes

L'objectif de la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée est de pouvoir disposer des débits désinfluencés des prélèvements et rejets au droit de différents points de référence du bassin versant de la Sarthe aval. Une telle reconstitution permet d'estimer le régime hydrologique du bassin versant en l'absence d'action anthropique sur les milieux aquatiques de surface et souterrain. Ces données serviront par la suite de base à la détermination des Débits / niveaux d'Objectif et des volumes prélevables prévue dans les prochaines phases de l'étude.

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

- D'une série temporelle de débits désinfluencés des prélèvements et rejets liés à l'activité humaine sur la période 2000-2014.
- Des débits caractéristiques des cours d'eau : module (débit moyen interannuel) et QMNA5 (débit moyen mensuel minimum sur l'année de période de retour 5 ans sec) sur la période 2000-2014.

L'hydrologie désinfluencée est basée sur la reconstitution des séries temporelles de débits par une modélisation pluie/débit intégrant les interactions avec les eaux souterraines.

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

- **Étape 1** : Construction des modèles hydrologiques pour chaque sous-bassin versant en intégrant leur superficie, les données de pluviométrie et d'évapotranspiration et les prélèvements et rejets.
- **Étape 2** : Calage des paramètres des modèles hydrologiques et de nappe.
- **Étape 3** : Une fois les modèles calés de manière satisfaisante, nouvelle simulation du cycle hydrologique sur la période 2000-2014 sur les unités de gestion étudiées, en ne considérant plus les prélèvements et rejets.
- **Étape 4** : Comparaison des séries temporelles et des valeurs caractéristiques issues des simulations avec et sans intégration des prélèvements et rejets.



6.2 Méthodologie générale déployée

6.2.1 Présentation du logiciel de modélisation : Mike Hydro Basin

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

MIKE Hydro Basin est basé sur une représentation mathématique du bassin versant défini par son réseau hydrographique, son régime hydrologique et les aménagements régulant les stocks et les flux d'eau. Le concept mathématique de MIKE BASIN consiste à définir une solution stationnaire à chaque pas de temps.

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

➤ La modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique sur le bassin versant de la Sarthe aval a été réalisée avec le modèle hydrologique NAM, module du code de calcul MIKE11, développé par DHI.

NAM est un modèle conceptuel du volet terrestre du cycle hydrologique. Il permet de simuler les processus pluie-ruissellement à l'échelle d'un bassin versant. NAM est un modèle du type conceptuel, déterministe, exigeant peu de données en entrée.

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

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

La figure suivante présente de manière conceptuelle les processus hydrologiques intégrés au module NAM de MIKE11.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

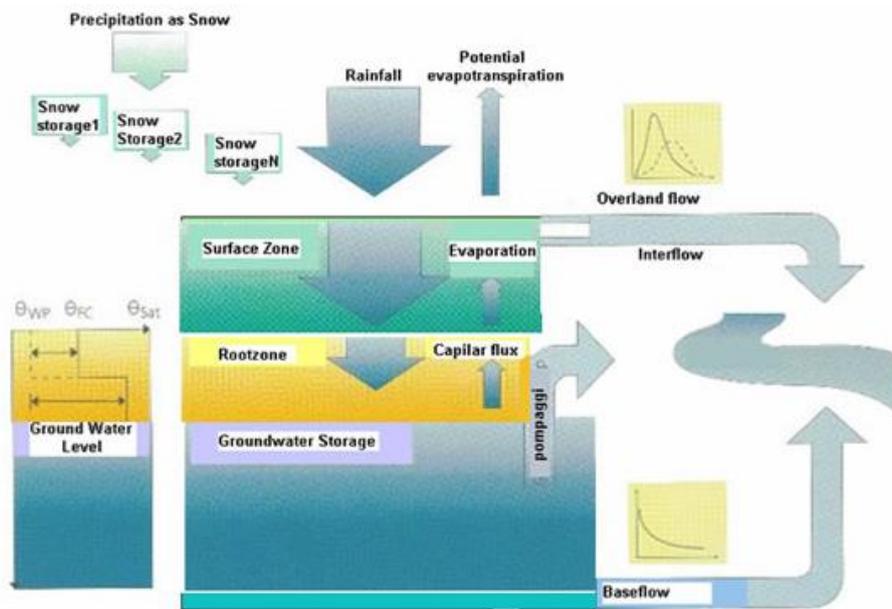


Figure 5-57 : Schéma conceptuel des processus hydrologiques modélisés dans NAM

➤ La prise en compte des nappes souterraines

MIKE Hydro Basin permet de prendre en compte les interactions avec les eaux souterraines. La modélisation de la nappe est basée sur un calcul simple (type réservoir linéaire). Il est alors possible de définir l'infiltration depuis les cours d'eau, la recharge, le débit de base ainsi que les modes de prélèvements directs dans la nappe.

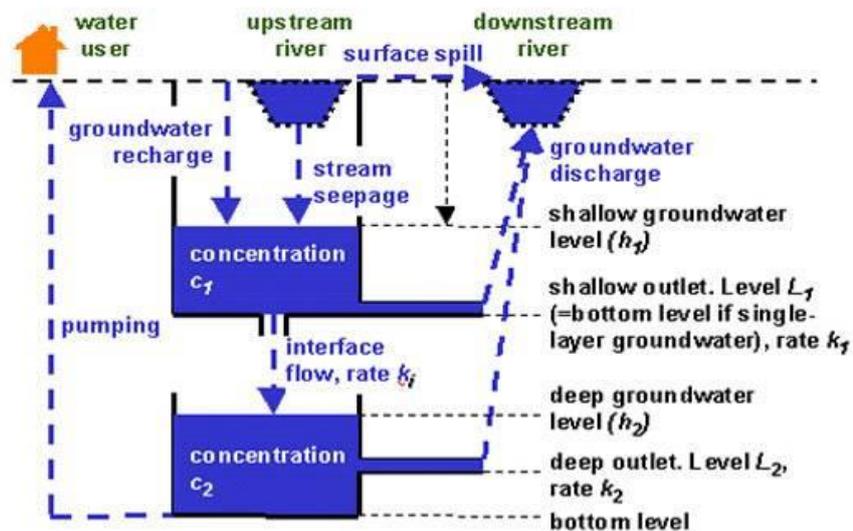


Figure 5-58 : Schéma conceptuel de la prise en compte des interactions avec la nappe dans Mike Basin



6.2.2 Rappel des données d'entrée

Le modèle déployé pour quantifier le potentiel naturel du bassin versant de la Sarthe aval requiert comme données d'entrée :

- **Les unités de gestion** identifiées au cours de l'étude. Pour rappel, 14 unités ont été retenues sur le territoire de la Sarthe aval,
- **Les données climatiques**, à savoir les chroniques pluviométriques et l'évapotranspiration potentielle mesurées sur la période 2000-2014. Les cumuls pluviométriques journaliers ont été collectés aux stations Météo-France de Tennié, Sablé-sur-Sarthe et Châteauneuf-sur-Sarthe. Les données d'ETP Penman au pas de temps décadaire ont été collectées à la station du Mans.
- **Les chroniques de prélèvements / rejets** reconstituées sur la période 2000-2014. Le modèle permet de différencier les prélèvements effectués dans les masses d'eau superficielles de ceux réalisés dans les masses d'eau souterraines.

6.3 Calage du modèle hydrologique

6.3.1 Principe du calage

Le calage des modèles hydrologiques s'est focalisé sur la période 2000-2014, mais les simulations ont été réalisées sur 1999-2014, le modèle nécessitant une période initiale pour converger.

Les unités de gestion disposant d'une station hydrométrique et/ou d'un piézomètre de référence ont été calées de façon itérative afin de maximiser la vraisemblance entre les débits mesurés et simulés ainsi que le comportement de la nappe.

Pour les unités ne disposant pas de stations de référence, les paramètres de calage ont été ajustés de façon à simuler correctement leur fonctionnement hydrologique/hydrogéologique en fonction de celles calées.

Ainsi, le calage tente de valoriser au mieux les éléments suivants :

- La meilleure reproduction par le modèle de la forme de la chronique des débits **mensuels** mesurés sur la période 2000-2014.
La mesure de la qualité du calage du modèle s'est faite en utilisant le critère de Nash (E), en mesurant la vraisemblance des chroniques. Ce critère adimensionnel a été proposé par Nash et Sutcliffe (1970). Si $E = 100\%$, l'ajustement est parfait, par contre si $E < 0$, le débit calculé par le modèle est une plus mauvaise estimation que le simple débit moyen.
- La meilleure reproduction des **valeurs caractéristiques d'étiage** notamment les QMNA et le QMNA5 sur la période avril à septembre. A noter que le modèle développé ci-après a tendance à « exagérer » les étiages au mois de septembre. Ainsi pour fiabiliser les valeurs obtenues et surtout le calcul des volumes prélevables, le mois de septembre a été exclu pour le calcul du QMNA5. Cet ajustement est sans préjudice sur la qualité du calage et sur l'exploitation du modèle ultérieur.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

- La meilleure reproduction du **régime moyen** notamment le module interannuel.
- La meilleure reproduction du comportement des aquifères souterrains. Le modèle de nappe étant ici simplifié, il conviendra de vérifier la vraisemblance des évolutions du niveau de nappe entre les chroniques piézométriques et les sorties du modèle numérique.

6.3.2 Calage pour les écoulements superficiels

Les résultats du calage sont présentés ci-dessous pour les différentes unités de gestion disposant d'une station hydrométrique de référence.¹

La description du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique des unités de gestion peut permettre de mettre en perspective ces résultats de calage. Le fonctionnement des unités de gestion a été discuté avec les techniciens de rivière du bassin versant lors de la réunion du 27 février 2017. Les principaux points clés du compte rendu sont également repris dans les paragraphes suivants.

¹ Les différences constatées pour les débits mesurés aux stations hydrométriques entre les versions successives du rapport s'expliquent par des erreurs dans les fichiers de calculs. En effet, les premiers calculs effectués ne couvraient pas l'ensemble de la période disponible. Les fichiers ont été corrigés et le rapport repris en conséquence.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.3.2.1 Unité Sarthe amont

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de la Sarthe à Spay et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 99%.

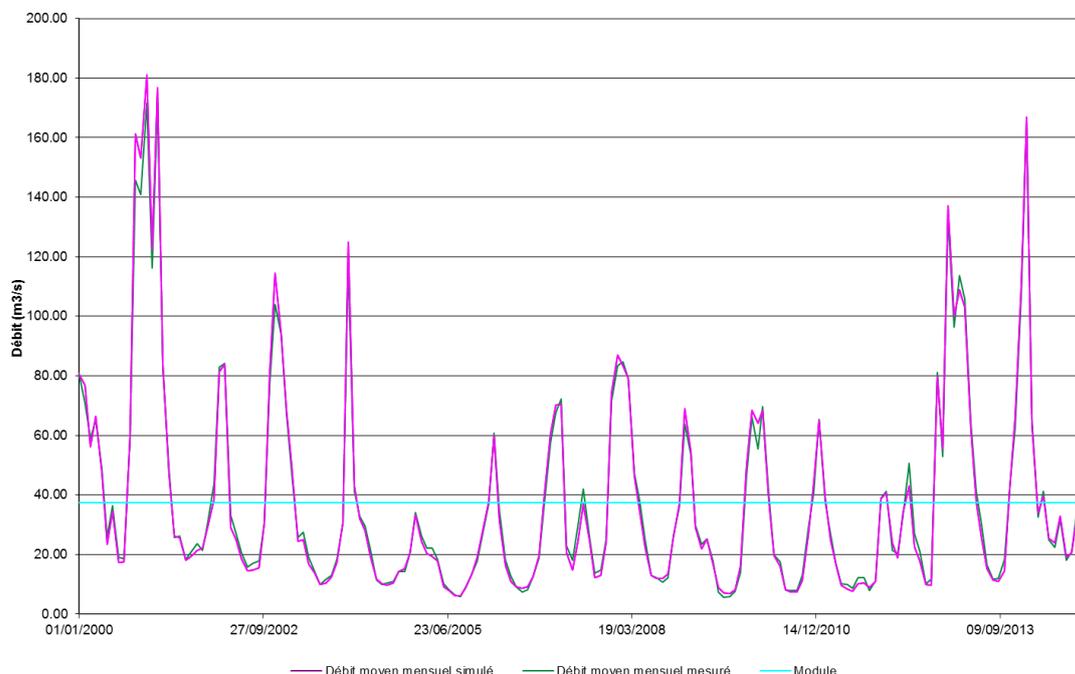


Figure 5-59 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Spay

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-2 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Spay et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	8.194	39.410
Débits mesurés (m3/s)	8.071	39.440
Différence (m3/s)	0.123	- 0.030
Différence (%)	1.5%	-0.1%

6.3.2.2 Unité Orne Champenoise

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Voivres-lès-le-Mans et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 70%.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

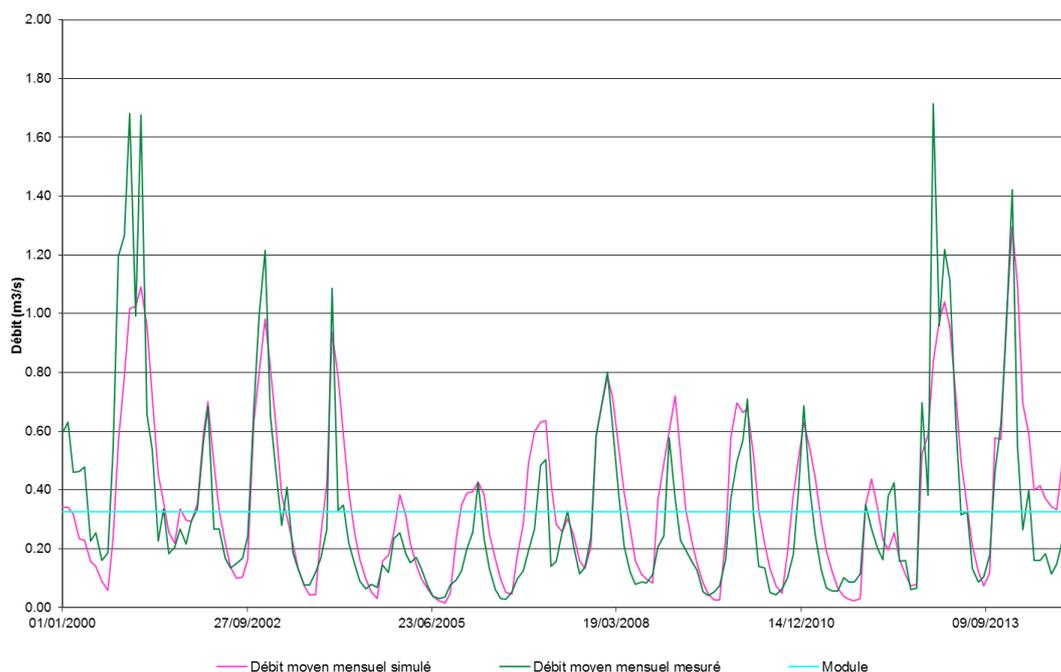


Figure 5-60 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Voivres-lès-le-Mans

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-3 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Voivres-lès-le-Mans et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0477	0.378
Débits mesurés (m3/s)	0.0468	0.341
Différence (m3/s)	0.001	0.037
Différence (%)	1.9%	10.9%

Il est précisé que la station de Voivres-lès-le-Mans ne couvre que 72% du bassin versant. Ainsi les résultats de calage présentés correspondent au débit au niveau de la station et non en sortie de bassin versant.

Mise en perspective des résultats de calage

L'Orne Champenoise est très réactive lors des épisodes pluvieux. Des aménagements importants ont été réalisés (construction de deux autoroutes et de la Ligne à Grand Vitesse LGV sur l'unité de gestion) qui ont modifié le fonctionnement hydrologique du sous-bassin versant. Ainsi, l'Orne Champenoise monte en charge rapidement lors de crues.

Ces aménagements peuvent expliquer les difficultés de calage en période de hautes eaux.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.3.2.3 Unité Gée

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Fercé-sur-Sarthe et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 77%.

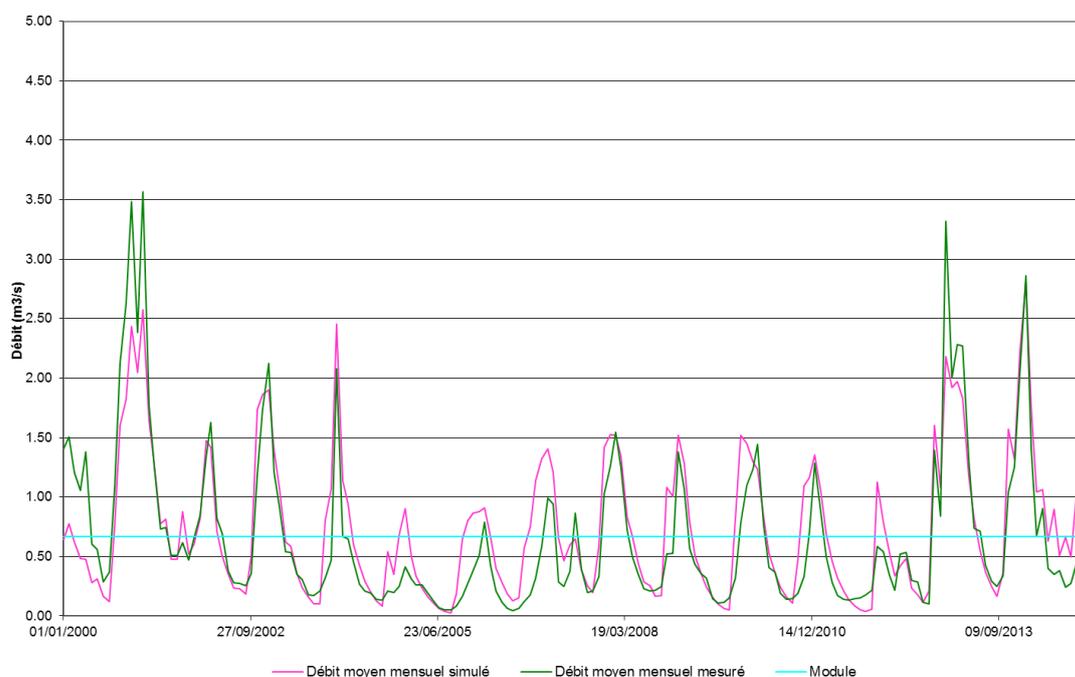


Figure 5-61 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Fercé-sur-Sarthe

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-4 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Fercé-sur-Sarthe et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m ³ /s)	0.099	0.774
Débits mesurés (m ³ /s)	0.098	0.703
Différence (m ³ /s)	0.001	0.071
Différence (%)	1.0%	10.1%

Mise en perspective des résultats de calage

Les étiages sont peu marqués sur cette unité de gestion et aucun assec n'est constaté.

Par ailleurs, la Gée réagit rapidement lors des épisodes pluvieux. Des aménagements importants ont été réalisés dans les années 70 et lors de la construction de la Ligne à Grand Vitesse (LGV)



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

qui ont modifié le fonctionnement hydrologique du sous-bassin versant. Ainsi, la Gée monte en charge rapidement lors de crues.

Ces aménagements peuvent expliquer les difficultés de calage en période de hautes eaux.

Cette variabilité des débits apparaît toutefois moins prononcée que sur certains autres secteurs du bassin versant.

6.3.2.4 Unité Vézanne

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Malicorne-sur-Sarthe et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 74%.

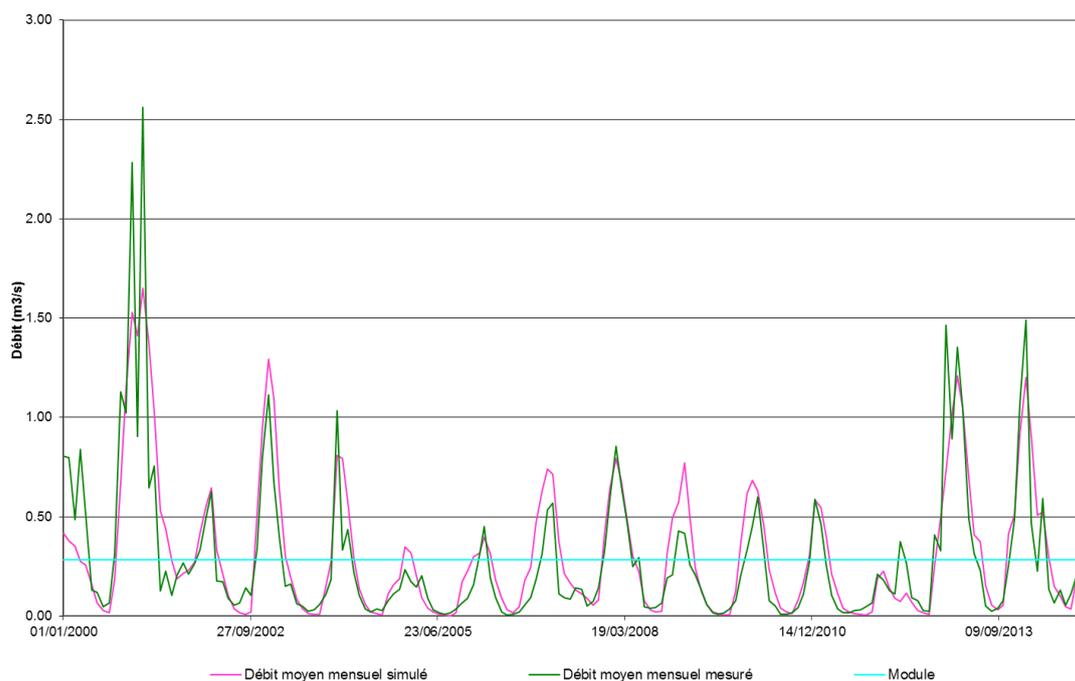


Figure 5-62 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Malicorne-sur-Sarthe

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-5 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Malicorne-sur-Sarthe et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0111	0.330
Débits mesurés (m3/s)	0.0115	0.301
Différence (m3/s)	-0.0004	0.029
Différence (%)	-3.5%	9.6%

Il est précisé que la station de Malicorne-sur-Sarthe ne couvre que 63% du bassin versant. Ainsi les résultats de calage présentés correspondent au débit au niveau de la station et non en sortie de bassin versant.

Mise en perspective des résultats de calage



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

La Vézanne ne connaît pas de forts étiages. Cependant, des assecs peuvent être constatés sur certains petits affluents de la Vézanne.

Par ailleurs, la Vézanne a été fortement recalibrée. Elle est particulièrement réactive lors des épisodes pluvieux.

6.3.2.5 Unité Deux Fonds

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique d'Avoise et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 88%.

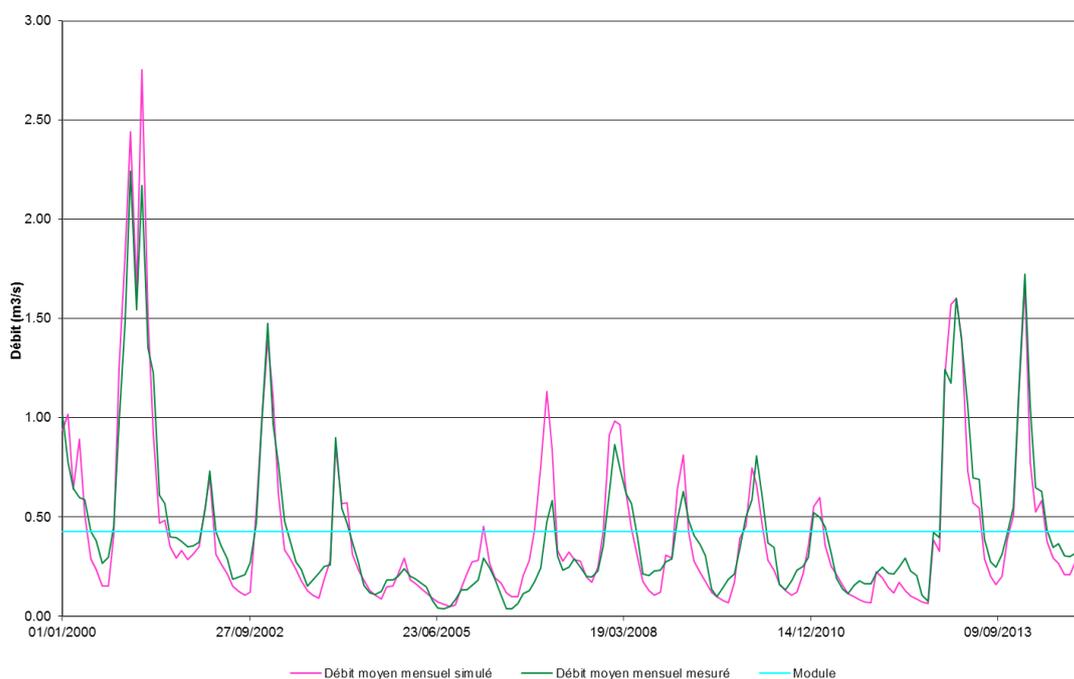


Figure 5-63 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique d'Avoise

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

Tableau 5-6 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Avoise et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.080	0.437
Débits mesurés (m3/s)	0.081	0.446
Différence (m3/s)	-0.001	-0.009
Différence (%)	-1.2%	-2.0%

Mise en perspective des résultats de calage



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

L'unité de gestion des Deux Fonds connaît des étiages marqués. Les cours d'eau sont très incisés, le lien nappe/rivière est donc faible.

D'autre part, le cours d'eau a été fortement remanié lors du remembrement et de nombreux clapets sont recensés sur les cours d'eau. Depuis la construction de la LGV, le cours d'eau monte en charge plus vite lors de crues.

6.3.2.6 Unité Vègre

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique d'Asnières-sur-Vègre et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 92%.

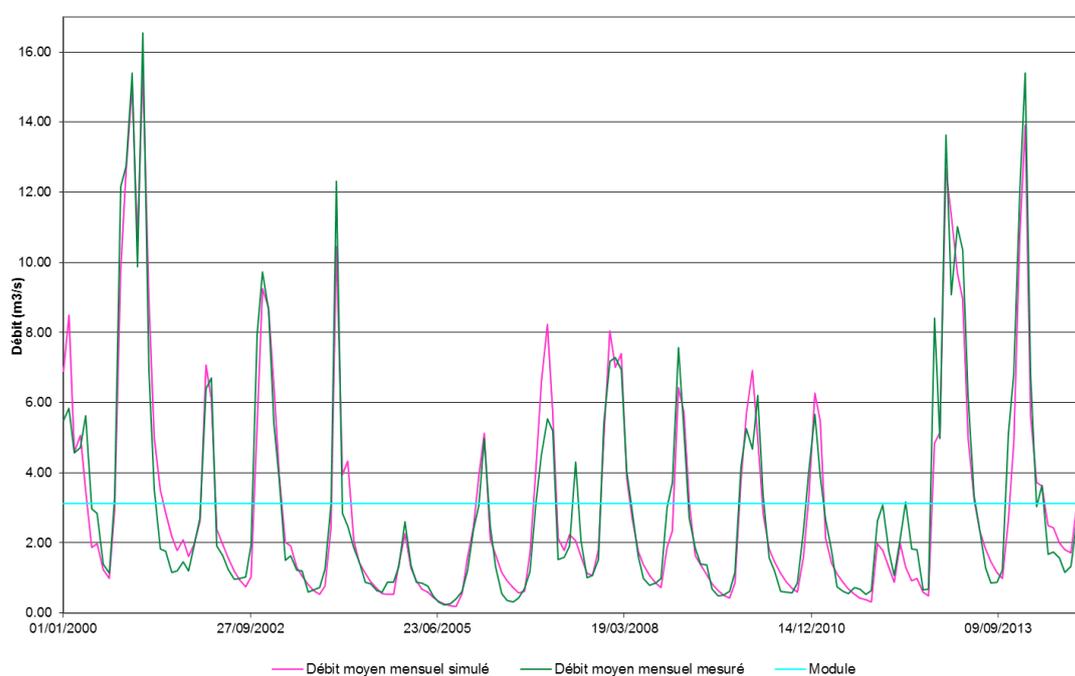


Figure 5-64 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique d'Asnières-sur-Vègre

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-7 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Asnières-sur-Vègre et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.467	3.237
Débits mesurés (m3/s)	0.472	3.267
Différence (m3/s)	-0.005	-0.030
Différence (%)	-1.1%	-0.9%

Mise en perspective des résultats de calage



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Sur cette unité de gestion, des étiages très marqués sont constatés, en particulier sur le Végreneau, le Palais et la Vègre amont. Sur ces secteurs des assecs sont régulièrement constatés.

Il est précisé par ailleurs que la partie amont de la Vègre et le Végreneau sont sur socle. Le soutien d'étiage est donc très limité pour ces cours d'eau.

D'autre part, le bassin est extrêmement réactif lors d'épisodes pluvieux. Le recalibrage, la construction de la LGV et les nombreux ouvrages existants entraînent une montée en charge rapide du cours d'eau lors des crues.

6.3.2.7 Unité Treulon

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique d'Auvers-le-Hamon et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 87%.

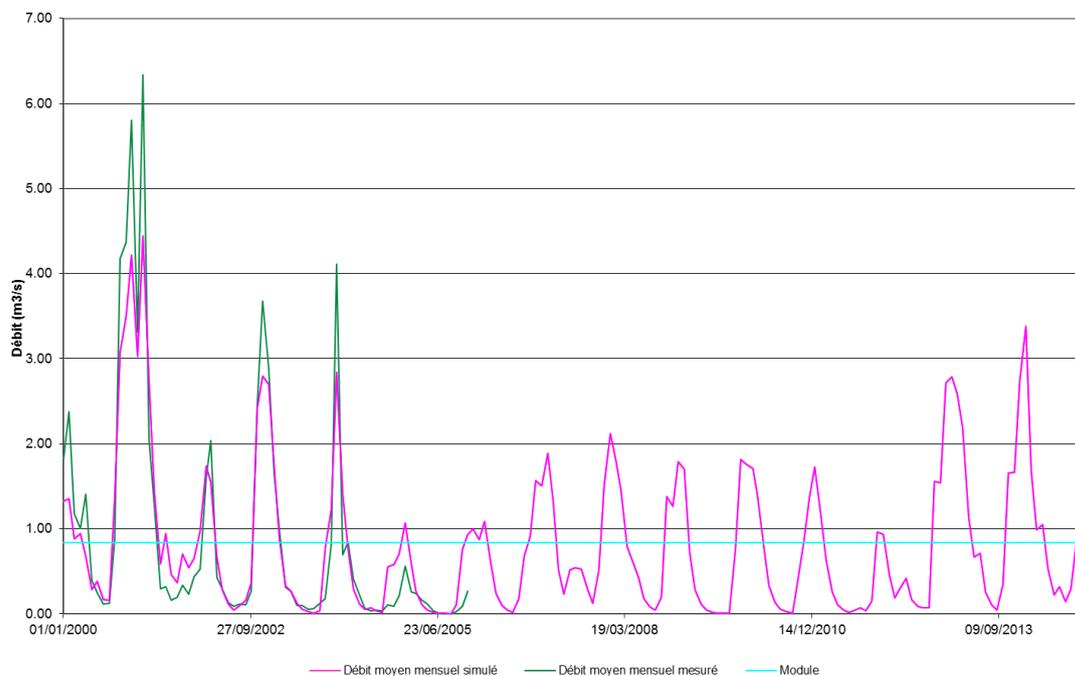


Figure 5-65 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique d'Auvers-le-Hamon

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

Tableau 5-8 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Auvers-le-Hamon et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0085	0.932
Débits mesurés (m3/s)	0.0084	0.961



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Différence (m ³ /s)	0.0001	-0.029
Différence (%)	1.2%	-3.0%

Mise en perspective des résultats de calage

Sur l'unité de gestion du Treulon des étiages très sévères sont observés. Des perturbations d'écoulement sont constatées très en amont, au niveau de ces sources depuis 2012.

La carrière de St-Denis-d'Orques rejette ses eaux dans le Treulon par intermittence, ce qui soutient artificiellement le débit.

En période hivernale, le temps de réponse du sous-bassin versant est très rapide. Par ailleurs, les bassins de rétention de l'autoroute relarguent l'eau et créent des à-coups hydrauliques. Ces aménagements peuvent expliquer les difficultés de calage constatées en période de hautes eaux.

6.3.2.8 Unité Erve

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique d'Auvers-le-Hamon et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 82%.

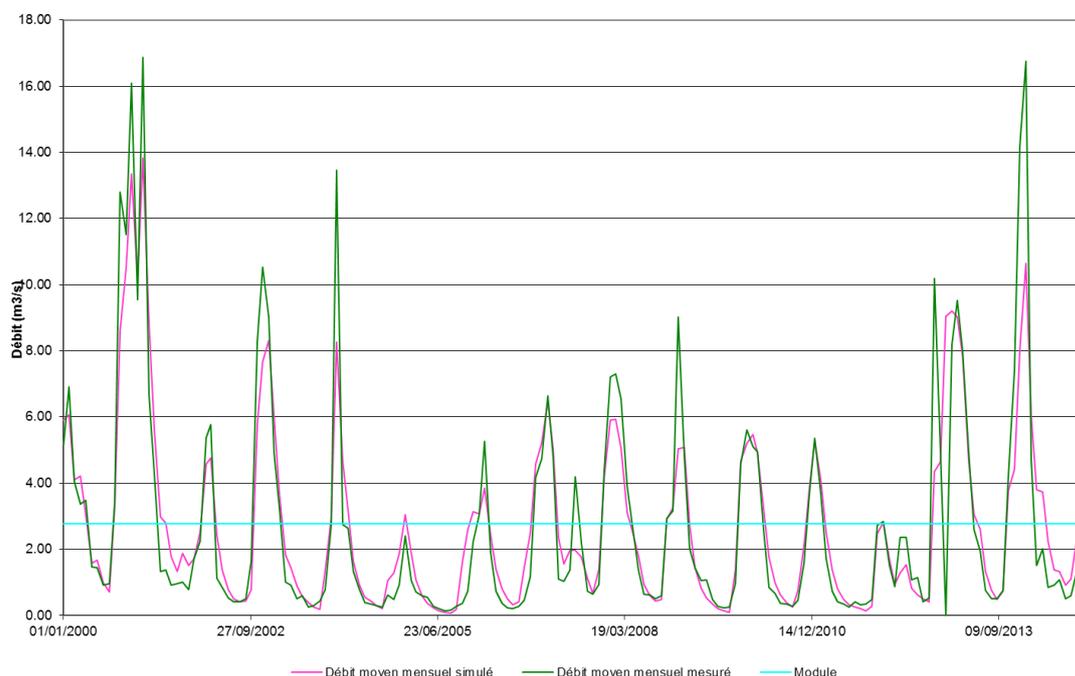


Figure 5-66 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique d'Auvers-le-Hamon

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

Tableau 5-9 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Auvers-le-Hamon et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.256	2.834
Débits mesurés (m3/s)	0.260	2.851
Différence (m3/s)	-0.004	-0.017
Différence (%)	-1.5%	-0.6%

Mise en perspective des résultats de calage

Sur le bassin de l'Erve, le débit est soutenu toute l'année par les eaux d'exhaure des carrières sur l'amont du bassin versant.

En hiver, des crues importantes sont observées. Le sous-bassin versant de l'Erve est très réactif aux épisodes pluvieux. La perte et la saturation de zones humides (liées au drainage et à la présence de seuils) ainsi que les recalibrages accentuent le phénomène.

6.3.2.9 Unité Vaige

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Bouessay et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 78%.

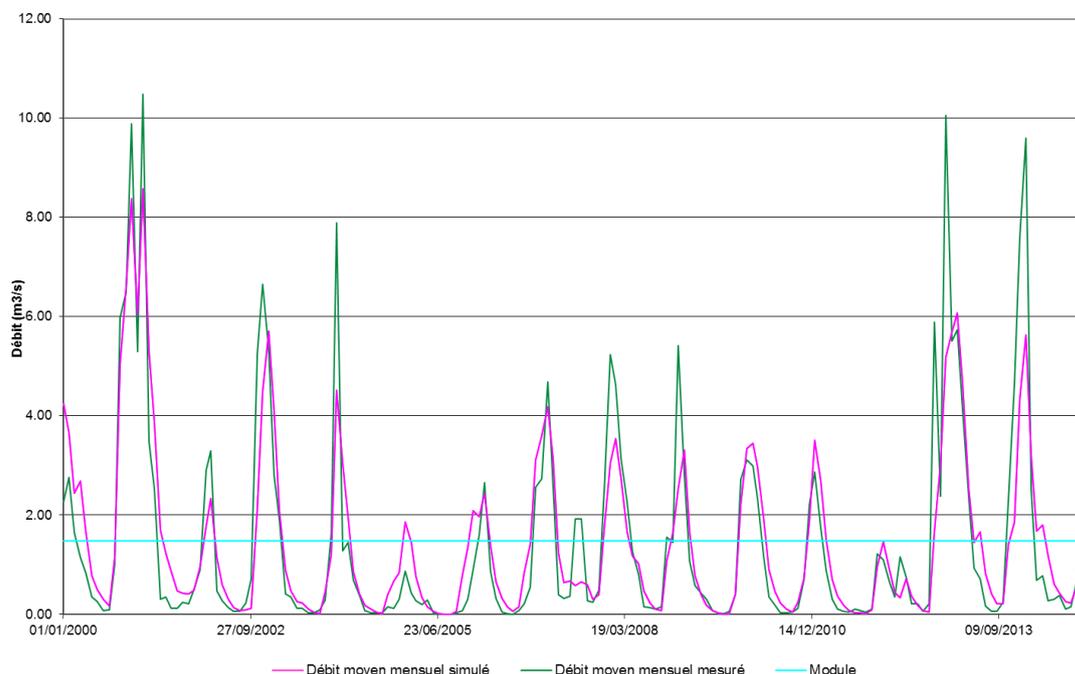


Figure 5-67 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Bouessay

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Tableau 5-10 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Bouessay et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0145	1.521
Débits mesurés (m3/s)	0.0148	1.518
Différence (m3/s)	-0.0003	0.003
Différence (%)	-2.0%	0.2%

Mise en perspective des résultats de calage

La Vaige est soumise à des étiages sévères. Des assecs sont constatés localement depuis les années 1980 suite à l'augmentation du prélèvement AEP de la Bazouge de Chémeré. Ces assecs sont concentrés sur une zone comprise entre La Cropte et le ruisseau du Buru.

Le régime hydrologique de la Vaige est torrentiel avec des pics de débits importants. Certains riverains signalent que l'aménagement de la LGV a amplifié ce phénomène en augmentant la vitesse de montée en charge du cours d'eau.

La Vaige a également subi un curage et un recalibrage très important, elle présente de nombreux seuils et plans d'eau.

6.3.2.10 Unité Taude

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Saint-Brice et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. Il est précisé que la station de Saint-Brice ne couvre que 57% du bassin versant. Ainsi les résultats de calage présentés correspondent au débit au niveau de la station et non en sortie de bassin versant.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 73%.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

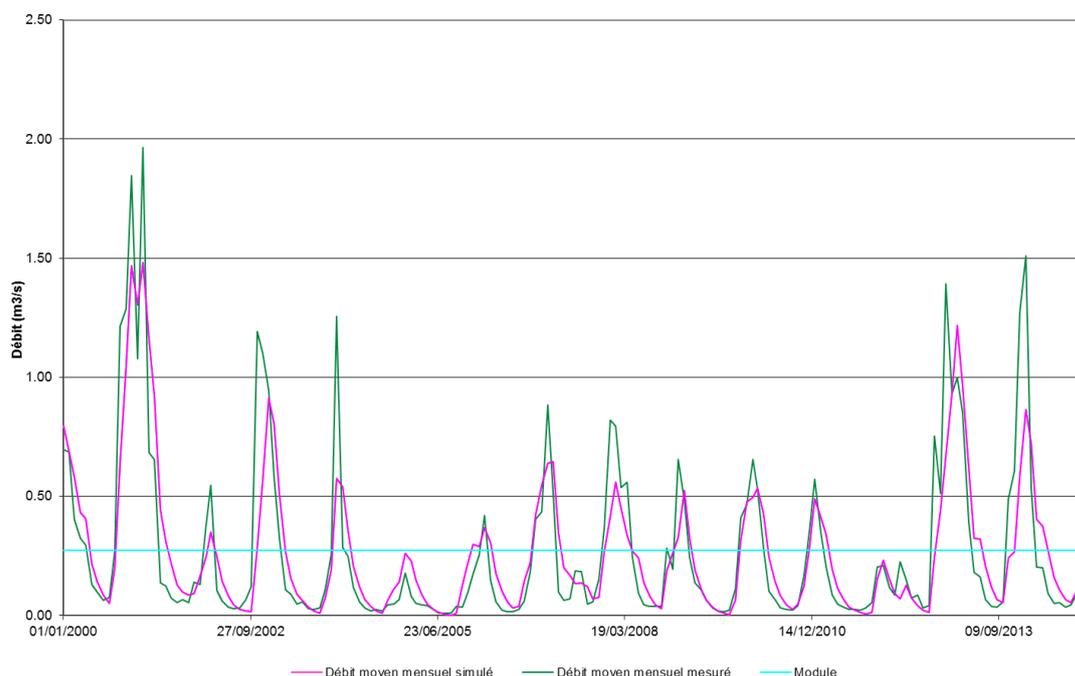


Figure 5-68 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Saint-Brice

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

Tableau 5-11 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Saint-Brice et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0195	0.278
Débits mesurés (m3/s)	0.0195	0.287
Différence (m3/s)	0.000	-0.009
Différence (%)	0%	-3.1%

Mise en perspective des résultats de calage

Sur la Taude, les rejets d'eau de la carrière du Boisjourdan de Bouère participent au soutien d'étiage depuis 2014. Des assecs sont cependant constatés en raison des prélèvements importants réalisés sur un plan d'eau.

Par ailleurs, les ouvrages présents sur le cours d'eau entraînent également une sur-évaporation significative.

Enfin, la Taude est particulièrement réactive lors d'épisodes pluvieux en raison de son contexte géologique et des opérations de curages/recalibrages subies.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.3.2.11 Unité Sarthe médian

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Saint-Denis d'Anjou et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 99%.

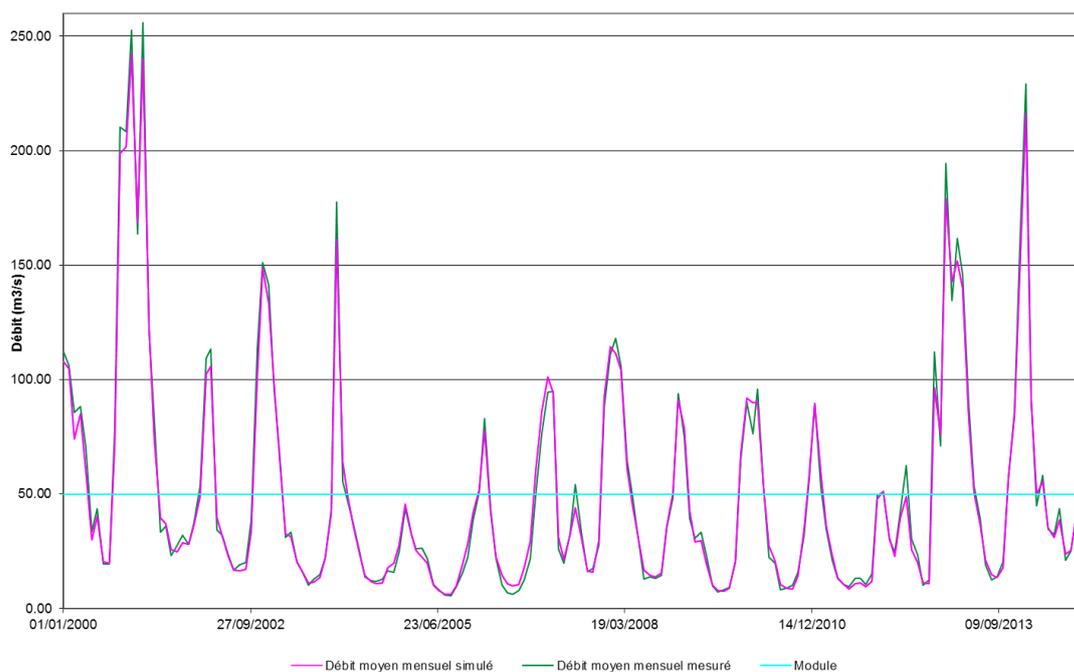


Figure 5-69 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Saint-Denis d'Anjou

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-12 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Saint-Denis d'Anjou et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	9.200	51.930
Débits mesurés (m3/s)	8.407	52.943
Différence (m3/s)	0.793	-1.013
Différence (%)	9.4%	-1.9%



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.3.3 Calage pour les écoulements souterrains

Le calage du modèle visait également à reproduire le comportement de la nappe dans les réservoirs souterrains. Ainsi, les chroniques piézométriques enregistrées à différentes stations de mesures du territoire ont été comparées aux chroniques obtenues en sortie de modèle.

Les piézomètres utilisés pour le calage sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5-13 : Piézomètres utilisés pour le calage du modèle

Code National BSS	Libellé	Commune
03932X0046/PZ	LE GRAND LIVERNOIS	Cérans-Foulletourte
03581X0003/SPZ5	LES CROIX MENUÉAU	Coulans-Sur-Gée
03928X0026/PZ	LE BUISSON	Ligron
03577X0012/PZ13	LA CULLOTERIE	Saint-Pierre-Des-Bois
03213X011/ST-AEP	LA TOUCHE	Rouesse-Vasse
03567X0041/PZ4	GREZ EN BOUERE	Grezen-Bouère
03922X0027/S1	LA RICHARDIERE	Parcé-sur-Sarthe

Rappelons que le modèle est basé sur une représentation simplifiée du fonctionnement des aquifères souterrains : la géométrie des aquifères étant simplifiée, ceux-ci ne sont pas définis en altimétrie dans le modèle, et leur étendue est par défaut assimilée à celle du sous bassin superficiel. De plus les nœuds de sortie de modèle ne se situent pas nécessairement à proximité d'un piézomètre. Afin de rendre possible la comparaison des valeurs mesurées et simulées, ces dernières ont été ajustées (centrées puis normées) pour rendre possible la comparaison.

A ce titre, le calage visait essentiellement à reproduire les tendances d'évolution des niveaux d'eau et du battement de la nappe. L'objectif ici, contrairement au calage sur les chroniques de débits, n'est pas que les chroniques piézométriques mesurées et simulées se « superposent » ou que les amplitudes soient proches mais bien que les phases d'augmentations/diminutions du niveau de nappe ainsi que les fréquences de variations soient correctement reproduites.

Les résultats obtenus sont présentés dans les figures suivantes :



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant



Figure 5-70 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Sarthe amont » (piézomètre : 03932X0046/PZ)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-14 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Sarthe amont (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ecart (en m)	0.32	0.41	0.73	0.35	0.23	-0.07	-0.50	-0.66	-0.32	-0.26	-0.26	-0.10	-0.35	0.03



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

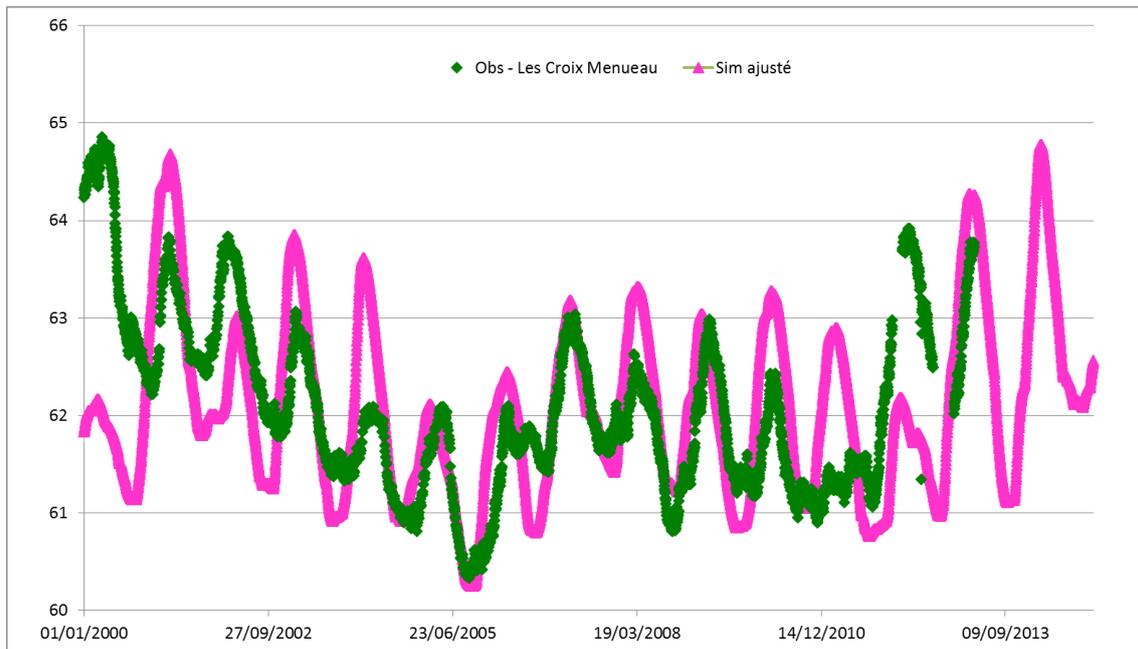


Figure 5-71 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Orne Champenoise » (piézomètre : 03581X0003/SPZ5)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-15 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Orne Champenoise (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ecart (en m)	1.83	-0.24	0.63	-0.19	-0.59	-0.11	-0.11	0.00	-0.53	0.06	-0.67	-0.19	1.29



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant



Figure 5-72 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Gée » (piézomètre : 03581X0003/SPZ5)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-16 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Gée (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ecart (en m)	1.78	-0.49	0.69	-0.24	-0.64	-0.18	-0.15	0.03	-0.51	0.09	-0.65	-0.07	1.51



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

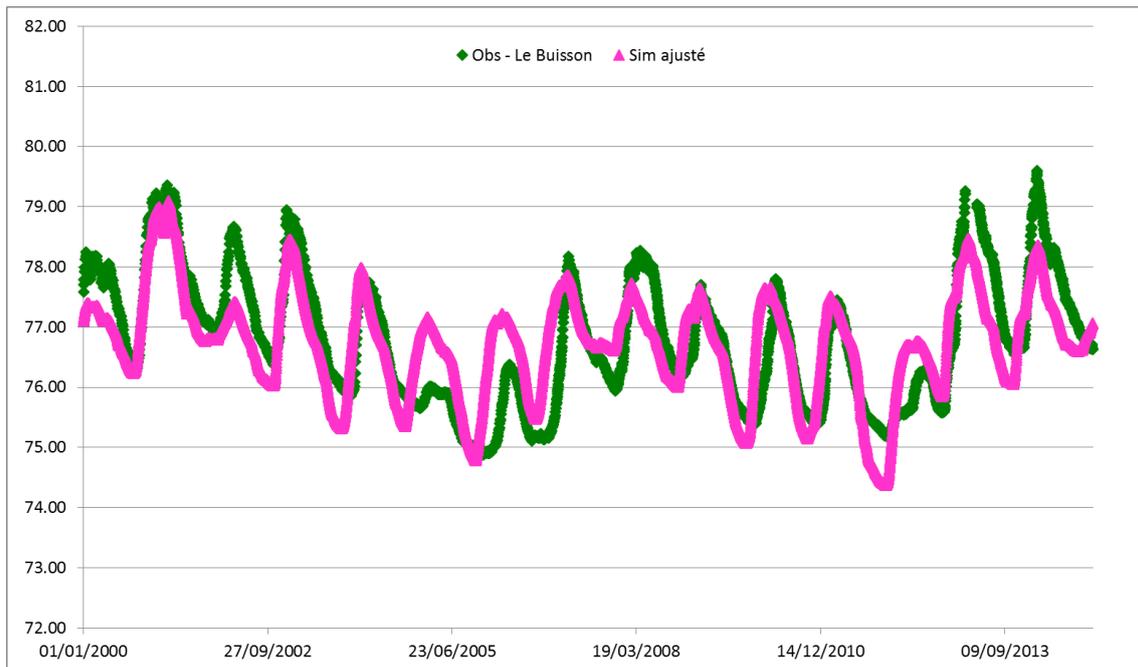


Figure 5-73 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Vézanne » (piézomètre : 03928X0026/PZ)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-17 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Vézanne (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	0.47	0.26	0.56	0.46	-0.02	-0.65	-1.12	-0.36	0.31	0.02	-0.27	0.16	-0.54	0.65	0.56



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

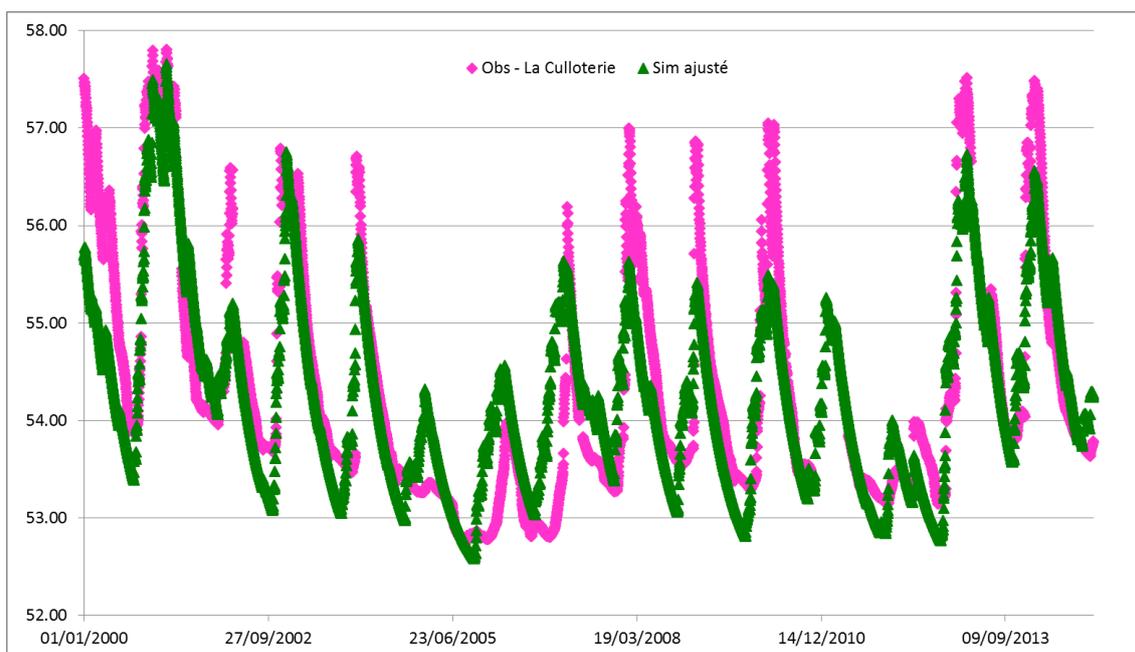


Figure 5-74 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Les Deux Fonds » (piézomètre : 03577X0012/PZ13)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-18 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Deux Fonds (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	0.93	-0.17	0.54	0.26	0.14	-0.27	-0.72	-0.61	0.41	0.31	0.35	0.07	0.05	0.26	0.03



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

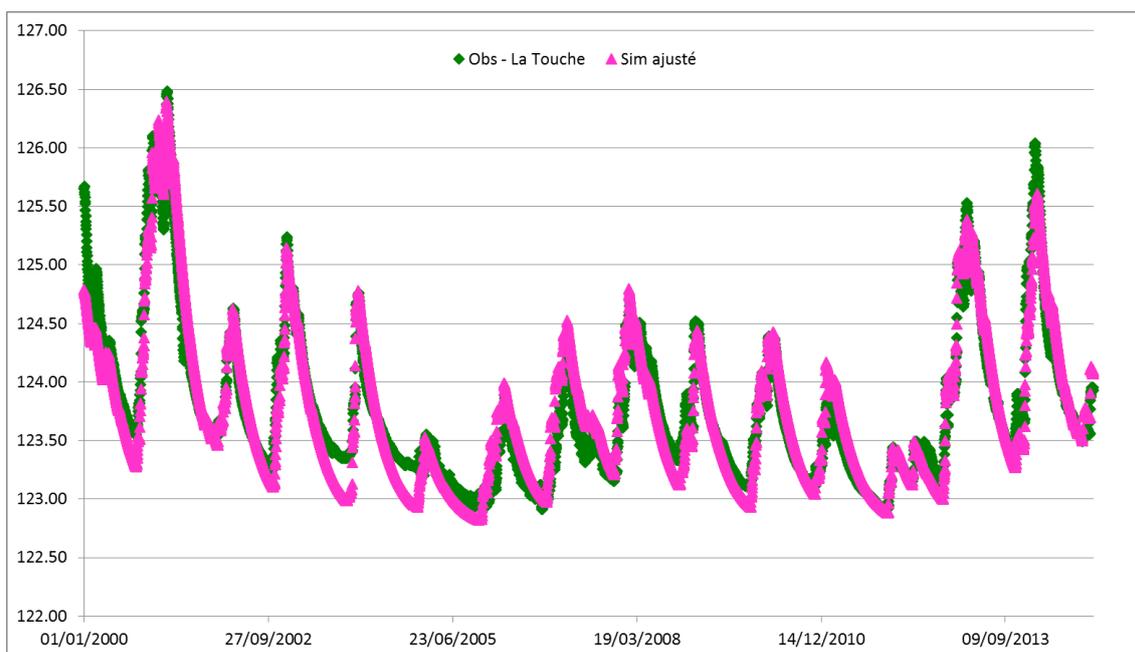


Figure 5-75 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Vègre » (piézomètre : 03213X011/ST-AEP)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-19 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Vègre (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	0.27	-0.14	0.03	0.14	0.08	0.08	-0.17	-0.24	0.09	0.07	-0.06	-0.13	0.04	0.00	-0.02



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

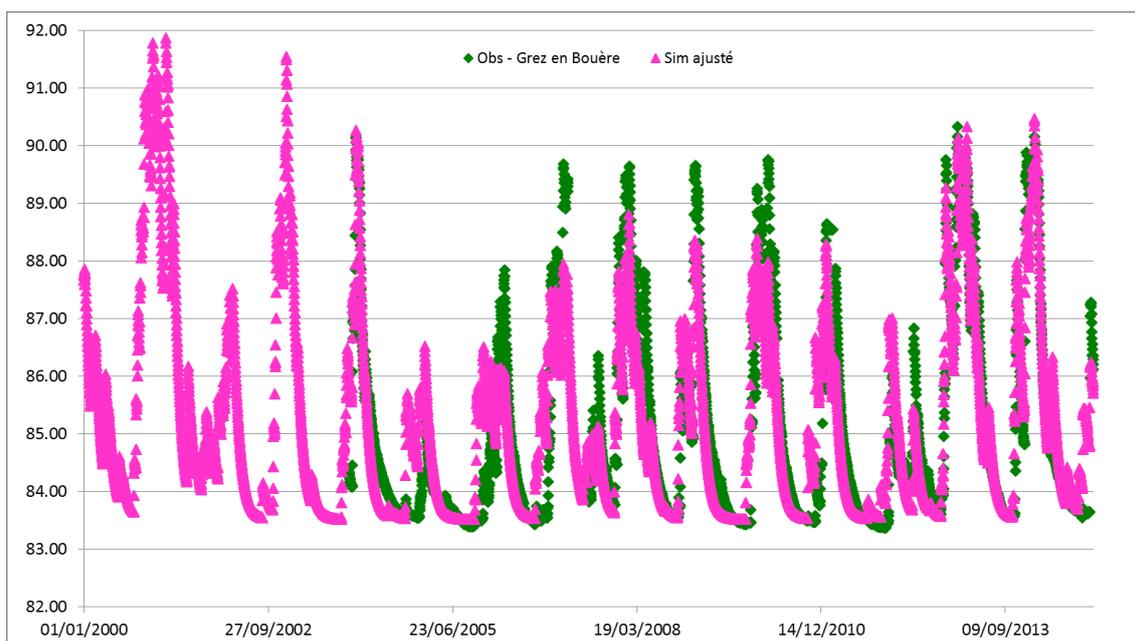


Figure 5-76 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Treulon » (piézomètre : 03567X0041/PZ4)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-20 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Treulon (en m)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	-0.12	-0.50	-0.24	0.44	0.40	0.14	0.05	0.17	0.14	-0.01	-0.24



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

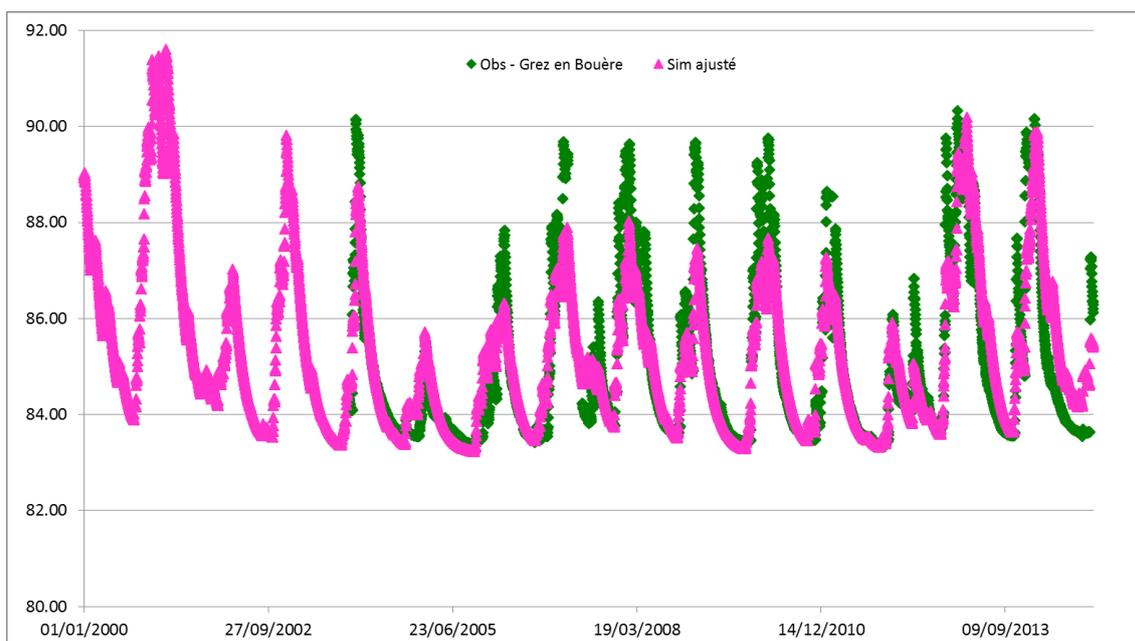


Figure 5-77 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Erve » (piézomètre : 03567X0041/PZ4)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-21 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Erve (en m)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	-0.02	-0.21	-0.13	0.26	0.39	0.33	0.07	0.22	0.27	-0.31	-0.58



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

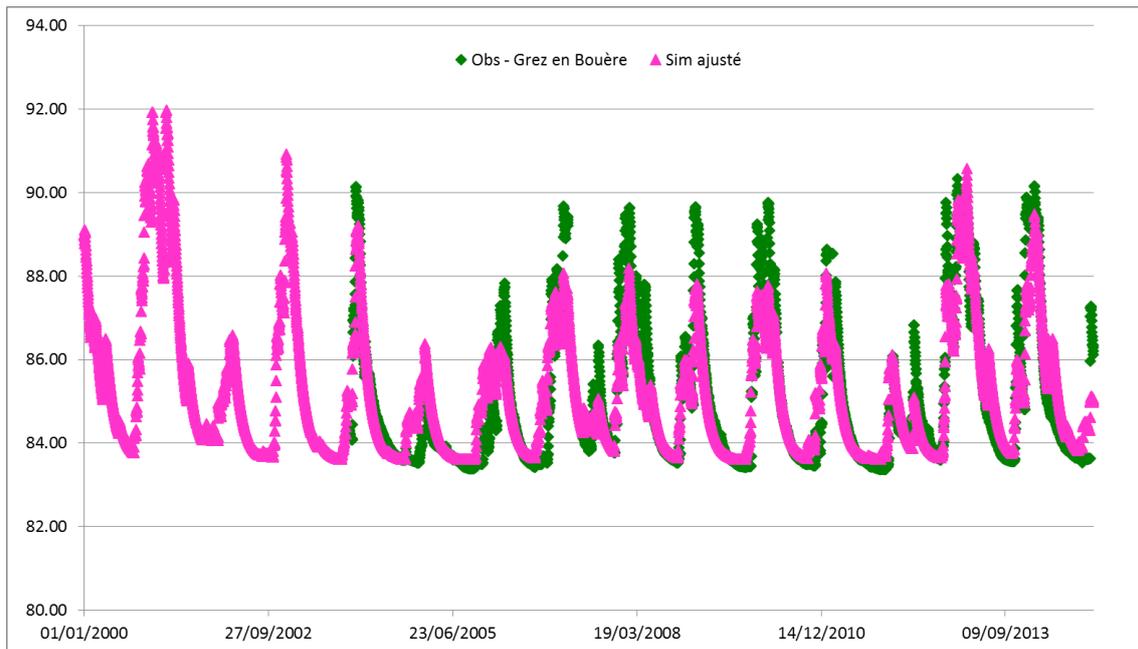


Figure 5-78 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Vaige » (piézomètre : 03567X0041/PZ4)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-22 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Vaige (en m)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	-0.08	-0.51	-0.33	0.39	0.49	0.19	0.05	0.10	0.26	-0.18	-0.12



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

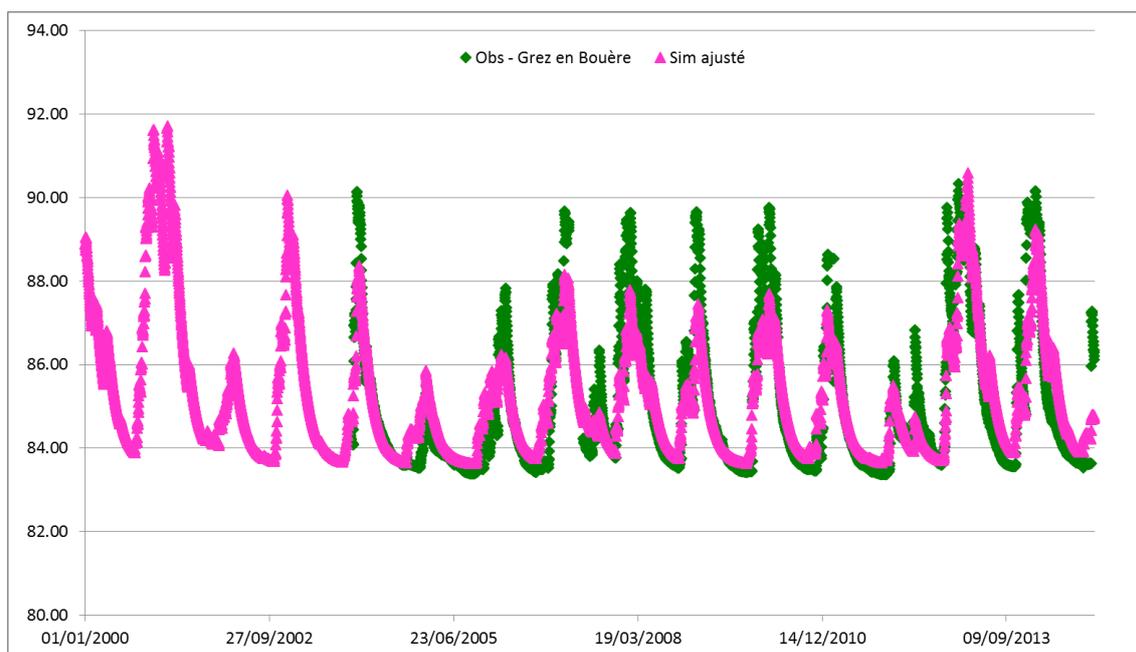


Figure 5-79 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Taude » (piézomètre : 03567X0041/PZ4)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-23 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Taude (en m)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	-0.04	-0.46	-0.28	0.34	0.42	0.22	0.04	0.06	0.43	-0.28	-0.15



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

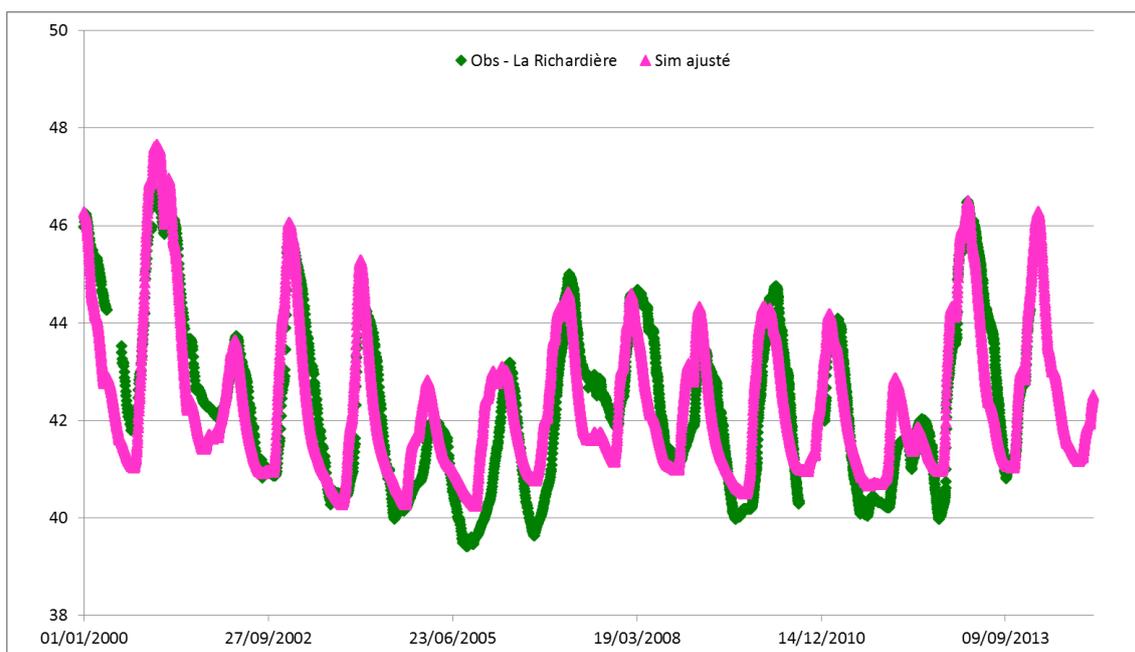


Figure 5-80 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Sarthe médian » (piézomètre : 03922X0027/S1)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-24 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Sarthe médian (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ecart (en m)	0.81	0.34	-0.04	0.29	-0.16	-0.73	-0.92	0.54	0.38	-0.29	0.10	-0.25	-0.46	0.45

6.3.4 Critiques relatives au calage du modèle

Pour les écoulements superficiels, le calage est jugé satisfaisant pour l'ensemble des unités de gestion disposant d'une station hydrométrique pour le calage. La forme des chroniques de débits mensuels, est correctement reproduite avec un critère de Nash proche voir supérieur à 80%. Les débits caractéristiques simulés (module et QMNA5) sont également proches de ceux mesurés. Les différences sont de l'ordre du litre pour les QMNA5 et de la centaine de litres pour le module.

Les principales difficultés de calage ont été rencontrées pour les unités de gestion de l'Orne Champenoise, de la Gée et de la Vézanne. Le critère de Nash est relativement bas (compris entre 70% et 80%) sur ces unités. Toutefois, il a été recherché la meilleure approximation des débits caractéristiques (module et QMNA5) qui sont proches des débits observés.

Pour les écoulements souterrains, le modèle reproduit de façon satisfaisante les variations du niveau de la nappe dans les réservoirs souterrains. La cinétique piézométrique ainsi que les variations interannuelles sont bien reconstituées.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Par ailleurs, il existe un lien nappe/rivière sur le bassin versant. Ainsi sur certaines unités de gestion, une part non négligeable des débits transitant dans les cours d'eau, notamment en période d'étiage proviennent des apports de nappe.



6.4 Résultats de l'hydrologie désinfluencée

6.4.1 Méthodologie

Les éléments ci-dessous présentent les résultats de la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée au droit des différents sous bassins versants à l'aide du modèle pluie-débit sur la période 2000-2014.

Les tableaux récapitulent pour chaque sous bassin versant les débits caractéristiques obtenus pour l'hydrologie influencée et désinfluencée. Enfin les graphiques détaillent la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés. Ils permettent de mettre en évidence les périodes de gains et de pertes entre l'hydrologie influencée et désinfluencée et identifie l'impact des usages sur les écoulements.

6.4.2 Présentation des résultats par sous bassin versant

L'analyse des résultats de l'hydrologie désinfluencée s'est principalement focalisée sur les écarts obtenus entre les deux chroniques de débits mensuels.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.1 Unité Sarthe amont

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

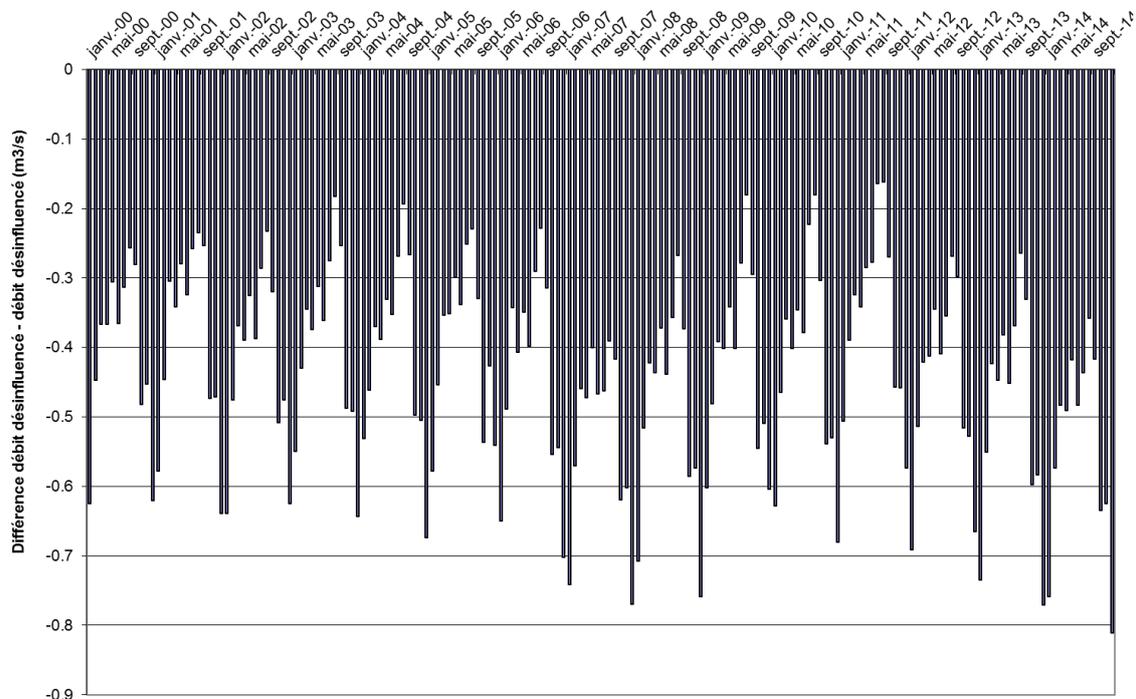


Figure 5-81 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Sarthe amont

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-25 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Sarthe amont

Sarthe amont	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	8.194	39.410
Débits désinfluencés (m3/s)	7.988	38.975
Différence (m3/s)	-0.206	-0.435
Différence (%)	-2.6%	-1.1%

Sur l'unité Sarthe amont, le débit influencé est supérieur au débit désinfluencé sur l'ensemble de la période d'étude. Ce constat traduit l'importance des rejets (d'assainissement notamment) sur l'hydrologie du bassin versant. Les volumes de prélèvements sont inférieurs aux volumes restitués sur la même période.

Les écarts sont notables et s'observent essentiellement d'octobre à février. Ils varient en général entre 500 l/s et 750 l/s sur ces mois. L'écart maximal est constaté en décembre 2014 et représente près de 810 l/s.

Pour les autres mois de l'année, la différence entre l'hydrologie désinfluencée et influencée est plus faible mais représente tout de même en général plus de 200 l/s.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.2 Unité Orne Champenoise

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

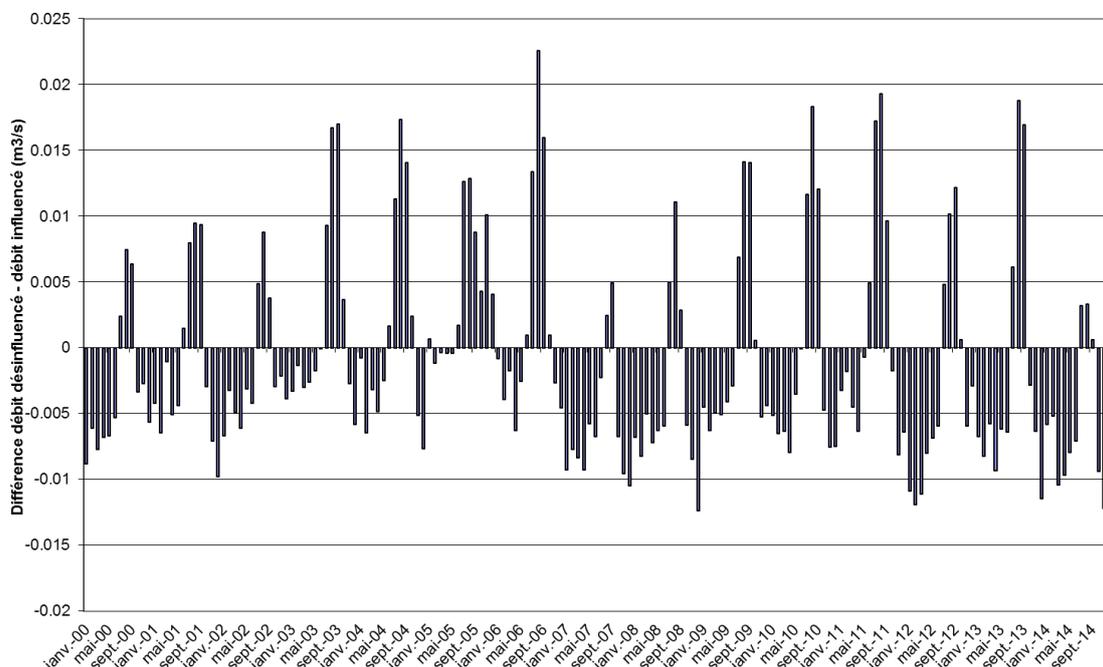


Figure 5-82 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Orne Champenoise

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude. Il est précisé que les débits présentés correspondent aux débits en sortie de bassin versant (et diffèrent donc des débits au niveau de la station hydrométrique présentés pour le calage).

Tableau 5-26 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Orne Champenoise

Orne Champenoise	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.069	0.518
Débits désinfluencés (m3/s)	0.085	0.517
Différence (m3/s)	0.016	-0.001
Différence (%)	18.8%	-0.2%

Sur l'unité Orne Champenoise, deux régimes se distinguent :

- D'octobre à juin, le débit « naturel » est inférieur (de l'ordre de quelques litres) au débit influencé. Sur cette période, les pressions de prélèvements sont moindres et sont compensées par les rejets.
- Sur les mois d'été, la tendance s'inverse. Le débit désinfluencé devient supérieur au débit influencé. Sur cette période, Les volumes de rejets ne compensent plus les prélèvements et les pressions se renforcent (prélèvements agricoles, pertes par



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

évaporation des plans d'eau). Des pics s'observent ainsi certaines années jusqu'à cinq mois consécutifs. Les écarts obtenus oscillent en moyenne entre 5 l/s et 15 l/s.

6.4.2.3 Unité Gée

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

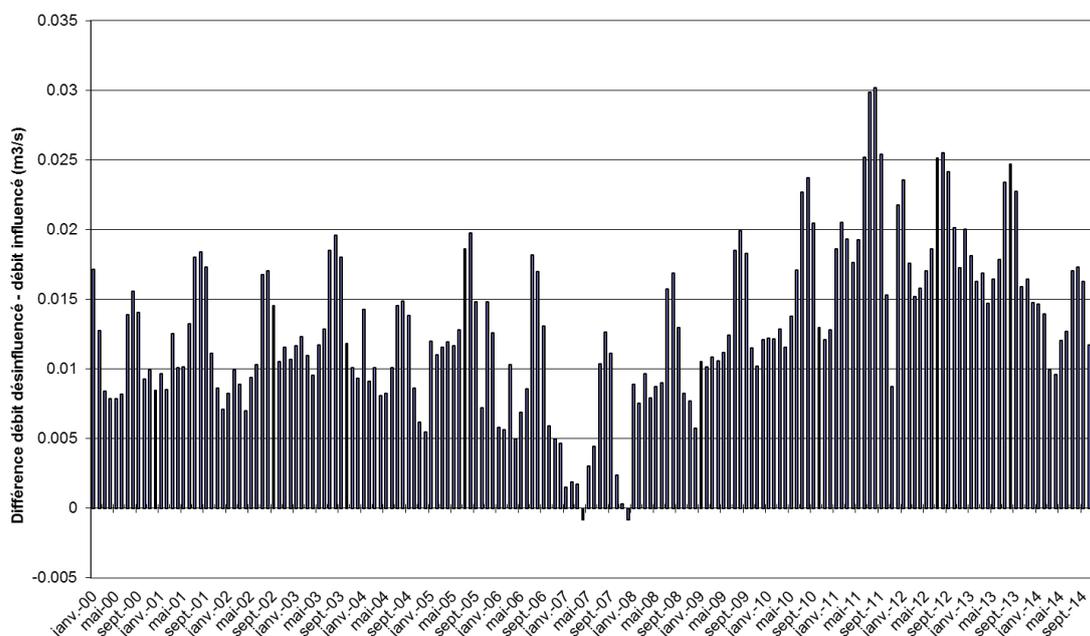


Figure 5-83 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Gée

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-27 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Gée

Gée	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.099	0.774
Débits désinfluencés (m3/s)	0.122	0.787
Différence (m3/s)	0.023	0.013
Différence (%)	18.9%	1.7%

Sur l'unité Gée, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit actuel sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP notamment) sont significatifs sur le sous-bassin. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.

Les écarts les plus importants s'observent de juillet à septembre. Ils sont généralement compris entre 15 l/s et 30 l/s en moyenne chaque année.

La différence entre les débits influencés et désinfluencés est plus faible pour, les années 2007 et 2008. En effet, les prélèvements agricoles et les pertes par sur-évaporation étaient moins importants sur cette période. A l'inverse, une augmentation des prélèvements est constatée depuis 2008 comme en témoigne le graphique.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.4 Unité Vézanne

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

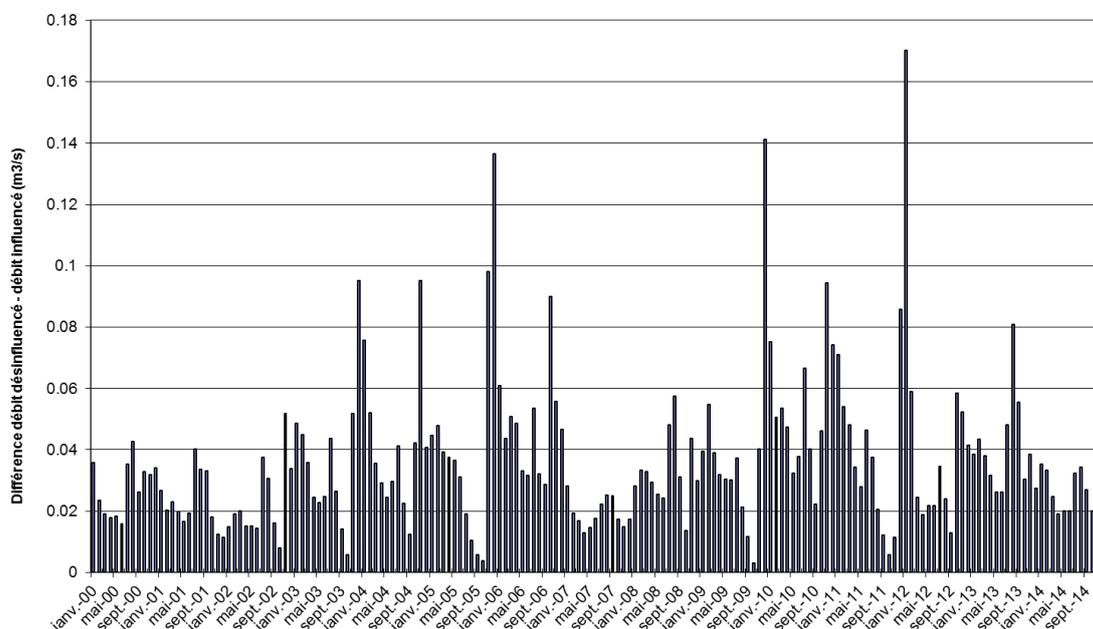


Figure 5-84 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Vézanne

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude. Il est précisé que les débits présentés correspondent aux débits en sortie de bassin versant (et diffèrent donc des débits au niveau de la station hydrométrique présentés pour le calage).

Tableau 5-28 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Vézanne

Vézanne	QMNA5	Module
Débits influencés (m ³ /s)	0.018	0.542
Débits désinfluencés (m ³ /s)	0.039	0.578
Différence (m ³ /s)	0.021	0.036
Différence (%)	53.8%	6.2%

Sur l'unité Vézanne, comme précédemment, le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les volumes de rejets ne permettent donc pas de compenser les prélèvements.

Les écarts varient en moyenne entre 20 l/s et 100 l/s chaque année. L'écart maximal est constaté en janvier 2012 et représente 170 l/s. Cette différence entre le débit naturel et influencé est la plus faible sur les mois d'août et de septembre.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.5 Unité Deux Fonds

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

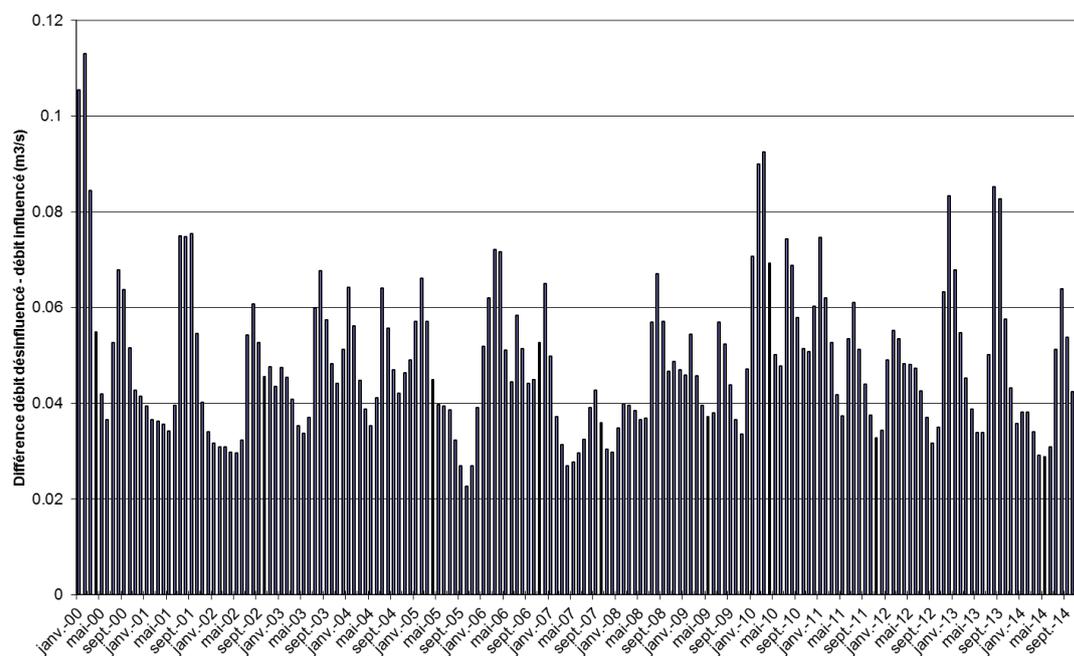


Figure 5-85 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Deux Fonds

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-29 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Deux Fonds

Deux Fonds	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.092	0.437
Débits désinfluencés (m3/s)	0.140	0.485
Différence (m3/s)	0.048	0.048
Différence (%)	34.3%	9.9%

Sur l'unité Deux Fonds, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit actuel sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP et agricole notamment) sont très significatifs sur le sous-bassin. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.

Les écarts les plus importants s'observent généralement de juillet à octobre. Ils sont compris entre 50 l/s et 80 l/s en moyenne chaque année.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.6 Unité Vègre

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

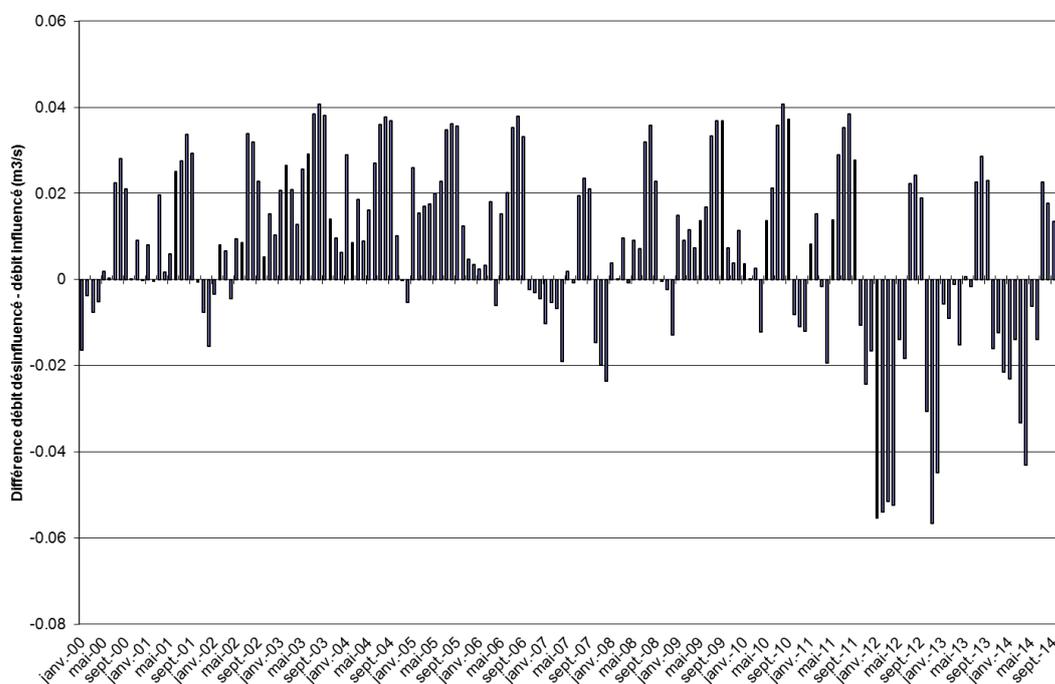


Figure 5-86 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Vègre

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-30 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Vègre

Vègre	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.592	3.237
Débits désinfluencés (m3/s)	0.631	3.243
Différence (m3/s)	0.039	0.006
Différence (%)	6.2%	0.2%

Sur l'unité Vègre le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur la majorité de la période 2000-2011. Les prélèvements (AEP et agricoles notamment) sont significatifs sur le sous-bassin et l'hydrologie se trouve également impactée par les pertes par évaporation des plans d'eau. Sur la plus grande partie de l'année, les rejets ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant. Cette tendance s'inverse sur quelques mois en hiver pour certaines années.

Sur la période 2012-2014, une augmentation des rejets d'assainissement collectif est observée parallèlement à une diminution des prélèvements agricoles. Cette évolution des usages entraîne une modification du rapport entre l'hydrologie influencée et désinfluencée. Sur cette période, l'hydrologie naturelle est inférieure à l'hydrologie influencée en dehors des mois d'étiage où les prélèvements restent significatifs (juillet-septembre).



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.7 Unité Treulon

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

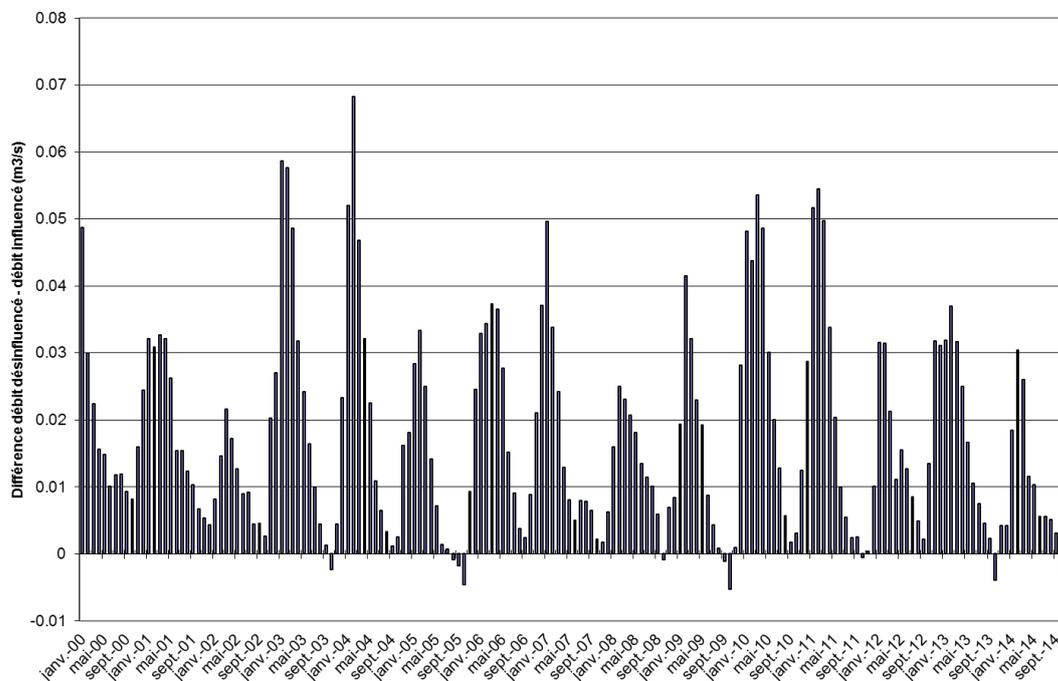


Figure 5-87 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Treulon

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-31 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Treulon

Treulon	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.018	0.855
Débits désinfluencés (m3/s)	0.020	0.872
Différence (m3/s)	0.002	0.017
Différence (%)	10.0%	1.9%

Sur l'unité Treulon, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit actuel sur la grande majorité de la période d'étude. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.

Les écarts les plus importants s'observent entre les mois de décembre et mai et correspondent à la période de remplissage des plans d'eau déconnectés (essentiellement de décembre à mars). Ainsi, sur le bassin versant le remplissage des retenues à usage agricole et des plans d'eau impactent significativement l'hydrologie du bassin versant. Les écarts observés sur les débits sont de l'ordre 20 l/s à 50 l/s en moyenne chaque année.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

La différence entre les débits influencés et désinfluencés est plus faible, voire négative pour certaines années, sur les mois d'été (juillet-novembre). Cette tendance s'intensifie à partir de 2013 en raison de l'augmentation des rejets sur le sous-bassin versant (rejets industriels notamment).

6.4.2.8 Unité Erve

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

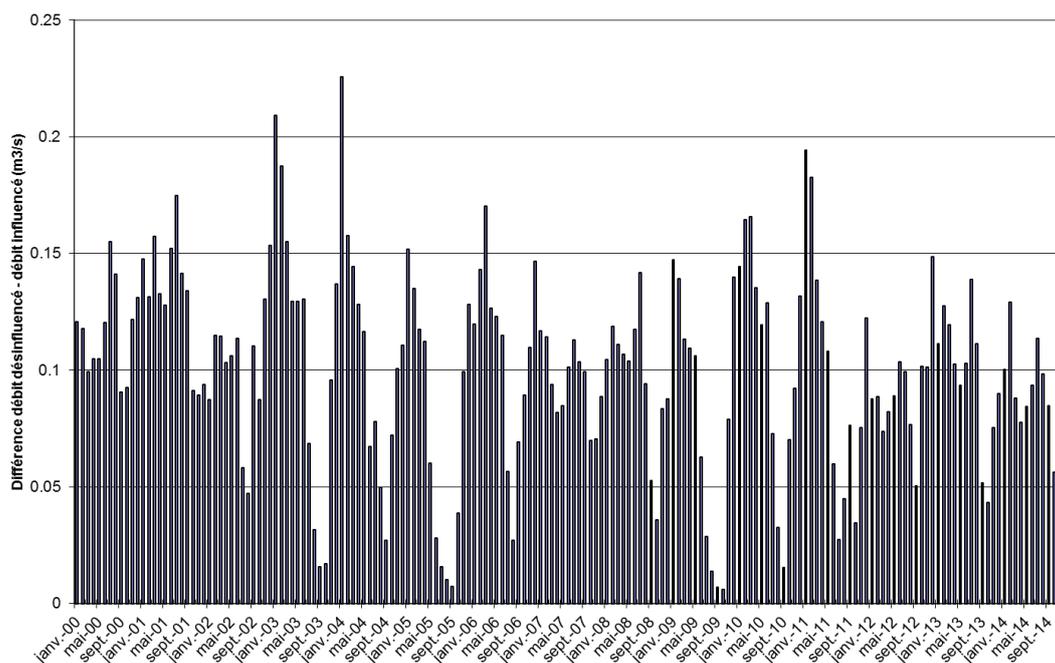


Figure 5-88 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Erve

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'été pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-32 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Erve

Erve	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.256	2.834
Débits désinfluencés (m3/s)	0.286	2.933
Différence (m3/s)	0.030	0.099
Différence (%)	10.5%	3.4%

Sur l'unité Erve, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP et agricoles notamment) sont significatifs sur le sous-bassin et l'hydrologie se trouve également impactée par les pertes par évaporation des plans d'eau. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Les écarts les plus importants s'observent généralement de décembre et mars et correspondent à la période de remplissage des plans d'eau. Ils sont compris entre 100 l/s et 200 l/s en moyenne chaque année.

La différence entre les débits influencés et désinfluencés est plus faible sur les mois d'étiage (juillet-octobre).

6.4.2.9 Unité Vaige

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

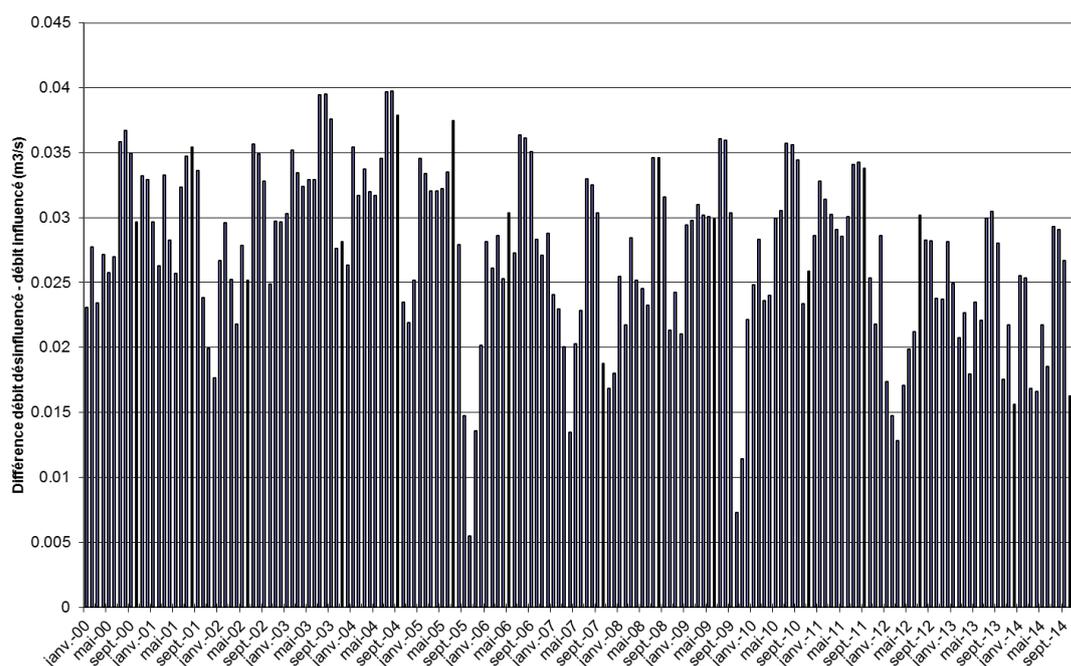


Figure 5-89 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Vaige

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-33 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Vaige

Vaige	QMNA5	Module
Débits influencés (m ³ /s)	0.015	1.521
Débits désinfluencés (m ³ /s)	0.076	1.549
Différence (m ³ /s)	0.061	0.028
Différence (%)	80.3%	1.8%

Sur l'unité Vaige, le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP et agricoles notamment) sont significatifs sur le sous-bassin et l'hydrologie se trouve également impactée par les pertes par évaporation des plans d'eau. Les écarts les plus importants s'observent à l'étiage entre juillet et septembre. Ils sont compris entre 25 l/s et 40 l/s en moyenne chaque année.



6.4.2.10 Unité Taude

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

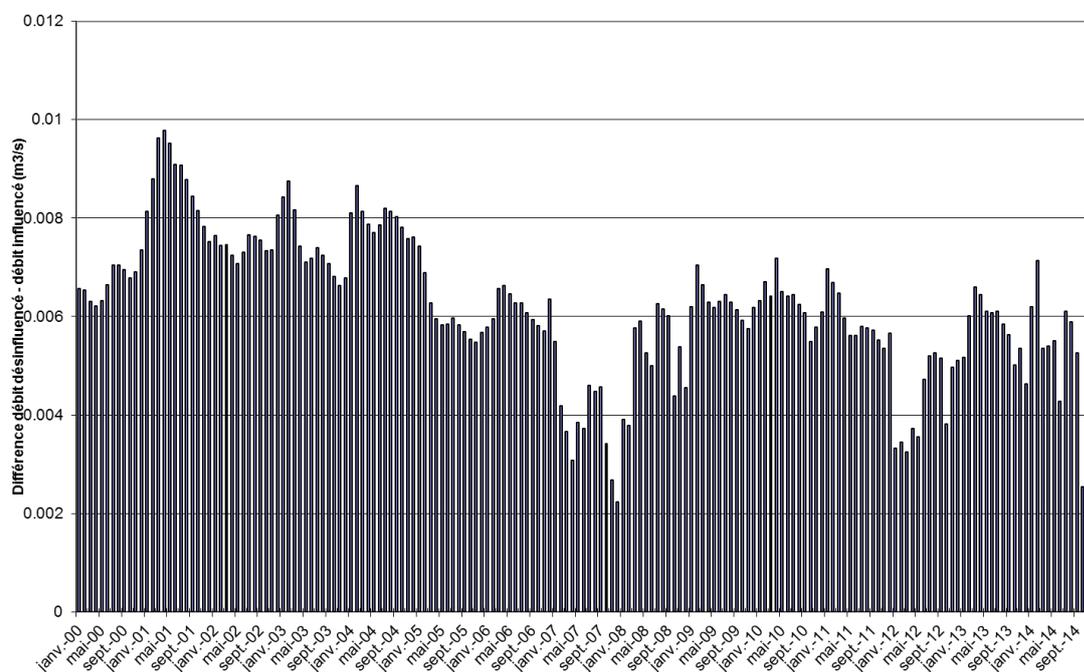


Figure 5-90 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Taude

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude. Il est précisé que les débits présentés correspondent aux débits en sortie de bassin versant (et diffèrent donc des débits au niveau de la station hydrométrique présentés pour le calage).

Tableau 5-34 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Taude

Taude	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.039	0.487
Débits désinfluencés (m3/s)	0.046	0.494
Différence (m3/s)	0.007	0.007
Différence (%)	15.2%	1.4%

Sur l'unité Taude, le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP et agricoles notamment) sont significatifs sur le sous-bassin et l'hydrologie se trouve également fortement impactée par les pertes par évaporation des plans d'eau.

Les années 2007, 2012 et 2014 se distinguent par une différence moins importante entre l'hydrologie naturelle et influencée. Cette différence s'explique par des prélèvements moins importants durant les années 2007 et 2012 (années pluvieuses) et par une augmentation des rejets en 2014.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.11 Unité Voutonne

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

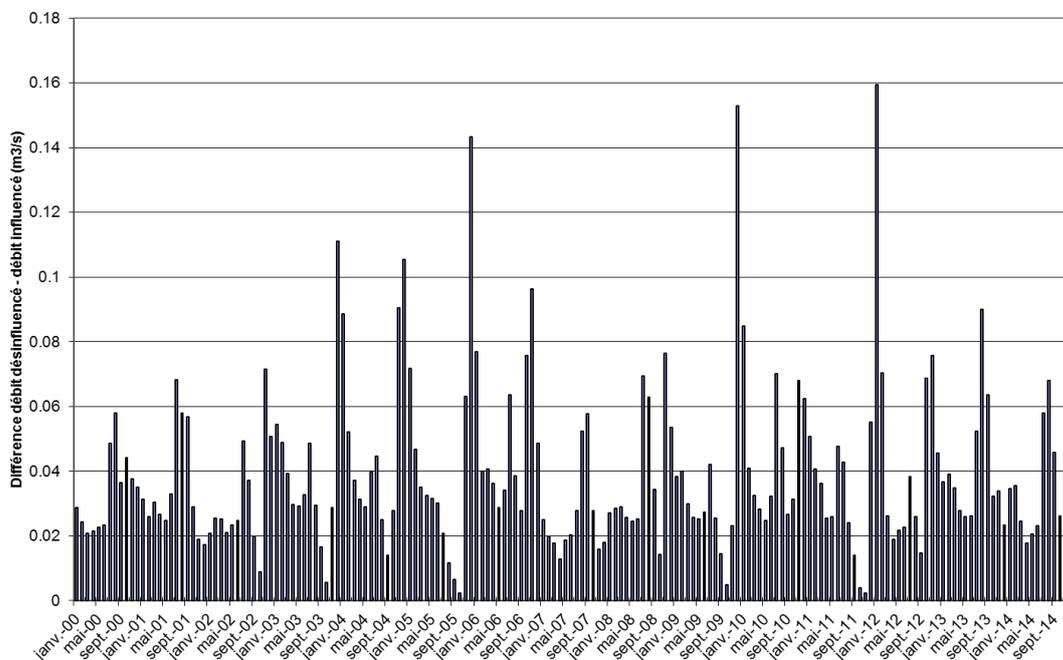


Figure 5-91 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Voutonne

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-35 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Voutonne

Voutonne	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.019	0.587
Débits désinfluencés (m3/s)	0.044	0.625
Différence (m3/s)	0.025	0.038
Différence (%)	56.8%	6.1%

Sur l'unité Voutonne, le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (agricoles et AEP notamment) sont significatifs sur le sous-bassin. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.12 Unité Baraize

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

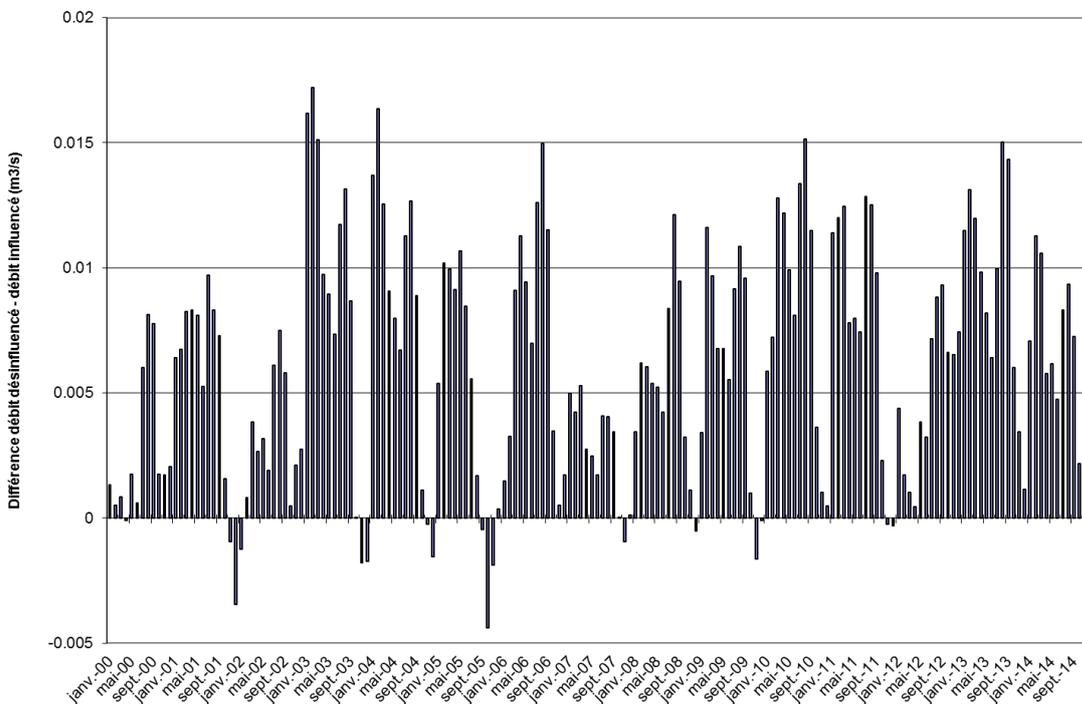


Figure 5-92 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Baraize

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-36 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Baraize

Baraize	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.011	0.389
Débits désinfluencés (m3/s)	0.019	0.395
Différence (m3/s)	0.008	0.006
Différence (%)	42.1%	1.5%

Sur l'unité Baraize, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit actuel sur la grande majorité de la période d'étude.

Les écarts les plus importants s'observent entre les mois de janvier à mars (période de remplissage des plans d'eau déconnectés) et de juillet à septembre (étiage). Les écarts observés sur les débits sont de l'ordre 10 l/s à 15 l/s en moyenne chaque année.

La différence entre les débits influencés et désinfluencés est plus faible, voire négative pour certaines années, sur les mois d'octobre à décembre. Sur cette période la tendance s'inverse et les rejets permettent de compenser les prélèvements sur le sous-bassin versant.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

6.4.2.13 Unité Sarthe médian

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

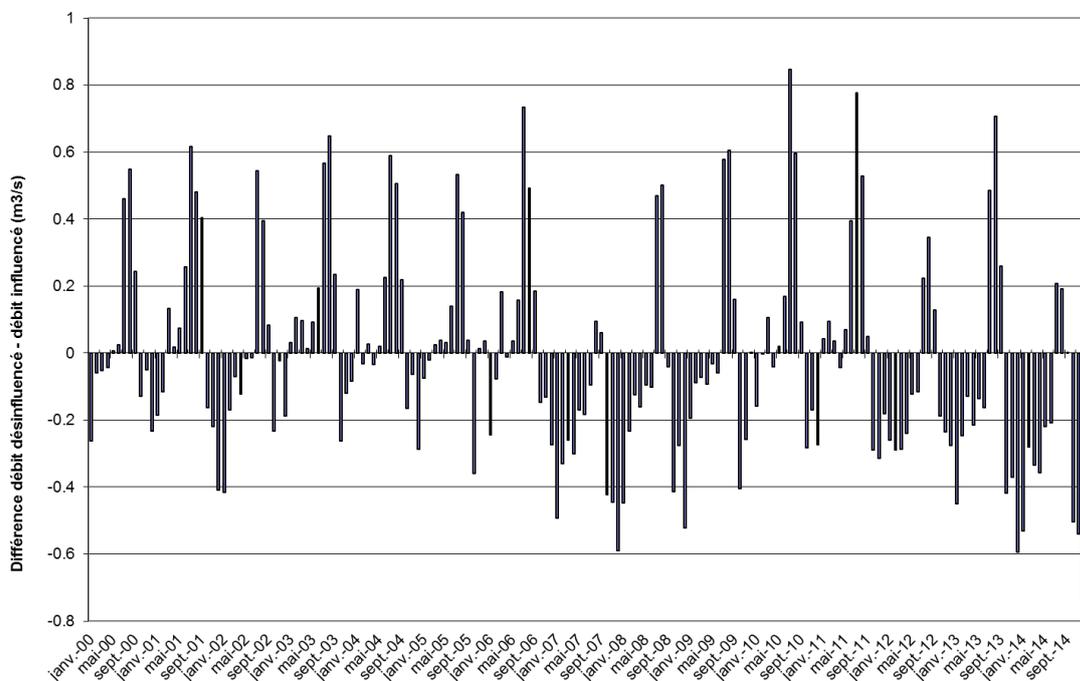


Figure 5-93 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Sarthe médian

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-37 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Sarthe médian

Sarthe médian	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	9.200	51.930
Débits désinfluencés (m3/s)	9.752	51.916
Différence (m3/s)	0.552	-0.014
Différence (%)	5.7%	0.0%

Sur l'unité Sarthe médian, deux constats peuvent être faits :

- D'octobre à mai, le débit « naturel » égal ou inférieur au débit influencé. Sur cette période, les pressions de prélèvements sont moindres et sont compensées par les rejets.
- Sur les mois d'été (juin à septembre), la tendance s'inverse. Le débit désinfluencé devient supérieur au débit influencé. Sur cette période les pressions se renforcent (prélèvements agricoles, pertes par évaporation des plans d'eau) et ne sont plus compensées par les rejets. Les écarts obtenus varient généralement entre 100 l/s et 700 l/s.



RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant

Pour 2007, 2008 et 2014, les écarts constatés peuvent s'expliquer par un contexte climatique défavorable. En effet, les besoins en eau en été ont été moindres. Ainsi, les prélèvements, notamment agricoles, ont été moins importants et ont été compensés par les rejets.

De manière générale, il est à noter toutefois que les résultats obtenus ici sont fortement conditionnés par ceux obtenus sur les sous bassins versants amont. En effet, l'hydrologie désinfluencée de la Sarthe médian est influencée par celles des sous bassins versants amont.

6.4.2.14 Unité Sarthe aval

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

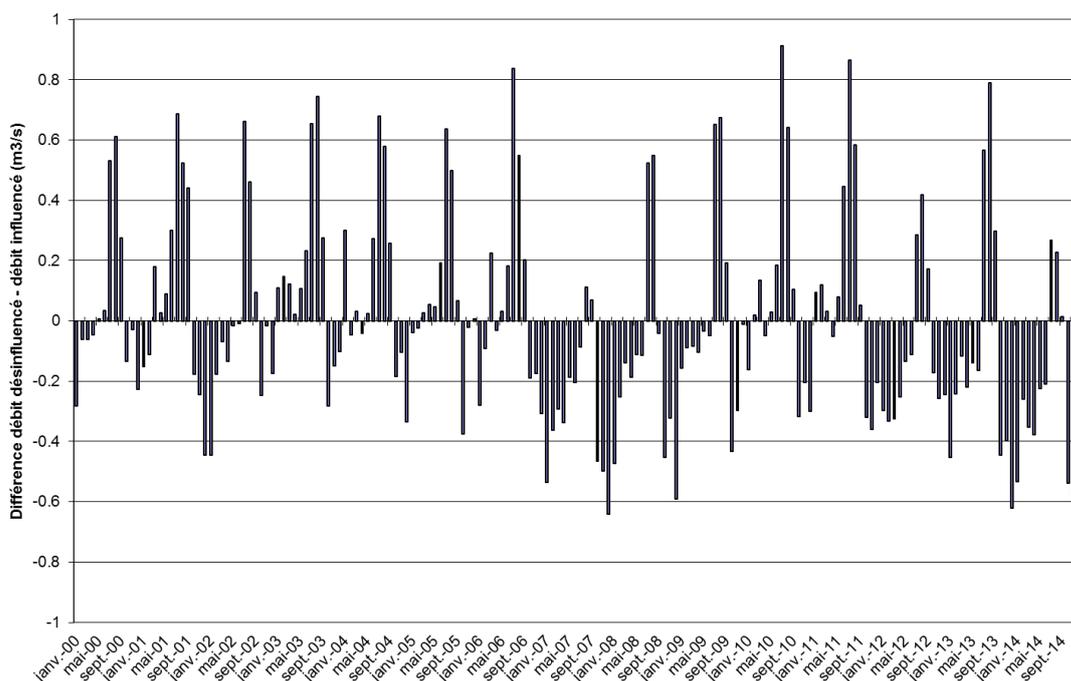


Figure 5-94 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Sarthe aval

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-38 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Sarthe aval

Sarthe aval	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	9.536	53.673
Débits désinfluencés (m3/s)	10.161	53.668
Différence (m3/s)	0.625	-0.005
Différence (%)	6.2%	-0.01%

Sur l'unité Sarthe aval, le fonctionnement est identique à celui de l'unité Sarthe médian. Ainsi, le débit « naturel » est supérieur au débit influencé sur les mois d'été. A l'inverse, sur le reste de l'année, le débit « naturel » est inférieur au débit influencé. Sur cette période, les pressions de prélèvements sont moindres et sont compensées par les rejets.



6.5 Synthèse des résultats

A partir des résultats obtenus par unité de gestion, il est possible de dresser la typologie suivante des bassins versants en fonction du rapport entre hydrologie influencée (débit « actuel ») et désinfluencée (débit « naturel ») sur l'ensemble de la période d'étude:

- Les bassins versants pour lesquels une augmentation nette des débits disponibles en rivière sur l'ensemble de la période d'étude est observée pour les débits naturels par rapport aux débits actuels (sauf années particulières). Cette situation concerne la plupart des unités de gestion, à savoir : **la Gée, la Vézanne, les Deux Fonds, le Treulon, l'Erve, la Vaige, la Taude, la Voutonne et la Baraize.**
- Les bassins versants pour lesquels une augmentation des débits est observée uniquement en période d'étiage. Sur cette période, les débits naturels sont supérieurs aux débits actuels. La tendance s'inverse en revanche sur le reste de l'année (hors période d'étiage). Cette situation concerne : **l'Orne Champenoise, la Sarthe médian et la Sarthe aval.**
- Les bassins versants pour lesquels les débits naturels sont systématiquement inférieurs aux débits actuels sur l'ensemble de la période d'étude. Cette situation concerne uniquement le bassin de la **Sarthe amont.**
- Enfin, le bassin versant de **la Vègre** a connu d'importants changements dans les usages depuis 2012. Le rapport entre hydrologie influencée (actuelle) et désinfluencée (naturelle) a donc évolué sur la période 2000-2014. Ainsi sur la période 2000-2011, les débits naturels sont supérieurs aux débits « actuels » sur la majorité de l'année (hors quelques mois d'hiver). Depuis 2012, la Vègre rejoint le fonctionnement de l'Orne Champenoise et de la Sarthe médian / aval. Une augmentation des débits est observée uniquement en période d'étiage. tendance s'inverse en revanche sur le reste de l'année (hors période d'étiage)



SUITE DE L'ETUDE

Les résultats de l'hydrologie désinfluencée obtenus servent de base à la détermination des Débits Objectifs et des volumes prélevables pour chaque unité de gestion. Cette étape constitue la suite immédiate de l'étude.

Les éléments mis en évidence ici viendront également éclairer les stratégies de gestion quantitative de la ressource en eau dans les prochaines phases de l'étude.





Institution Interdépartementale du
BASSIN DE LA SARTHE

Mai 2017
16DHF008



sage
Sarthe Aval



Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant de la Sarthe aval et de détermination des volumes prélevables



Rapport de phases 3-4

Direction Océans, Fleuves et Ressources
Unité Hydraulique fluviale
Parc de l'île, 15-27 rue du Port 92022 NANTERRE Cedex



Sommaire

1	Préambule.....	6
1.1	Contexte général de l'étude.....	6
1.2	Périmètre d'investigation	6
1.3	Déroulement de la mission	9
1.4	Objectifs des phases 3-4	9
1.5	Rappel du découpage en sous-bassins versants	9
2	Détermination des débits biologiques en période de Basses Eaux	11
2.1	Rappel de quelques définitions.....	11
2.2	Méthodologie générale retenue pour la détermination des débits biologiques.....	12
2.3	Principe de détermination des débits biologiques avec ESTIMHAB	12
2.3.1	Présentation de la méthode Estimhab	12
2.3.2	Mise en œuvre du protocole Estimhab	13
2.3.3	Interprétation des résultats.....	14
2.4	Mise en œuvre du protocole ESTIMHAB sur le bassin versant de la Sarthe aval	15
2.4.1	Principes de localisation du site.....	16
2.4.2	Site retenu pour la mise en œuvre du protocole	16
2.4.3	Campagnes de terrain.....	18
2.4.4	Saisie des données d'entrée de la modélisation	18
2.4.5	Analyse du contexte piscicole.....	19
2.5	Calcul des débits biologiques avec ESTIMHAB : Résultats pour la Vaige 28	
2.6	Extrapolation des résultats aux autres sous bassins versants.....	30
2.6.1	Cas des affluents de la Sarthe.....	30



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

2.6.2	Cas particulier de la Sarthe	33
3	Détermination du débit « plancher » en période de Hautes Eaux.....	34
3.1	Avant-propos.....	34
3.2	Scénario retenu pour la détermination des Volumes Prélevables en période hivernale	35
4	Définition des volumes prélevables	36
4.1	Principes de détermination des volumes prélevables	36
4.1.1	Méthodologie en période de basses eaux.....	36
4.1.2	Méthodologie en période de hautes eaux	38
4.2	Résultats obtenus par unité de gestion.....	39
4.2.1	Unité : Sarthe amont	40
4.2.2	Unité : Orne Champenoise.....	42
4.2.3	Unité : Gée.....	44
4.2.4	Unité : Vézanne.....	46
4.2.5	Unité : Deux Fonds.....	48
4.2.6	Unité : Vègre	50
4.2.7	Unité : Treulon	52
4.2.8	Unité : Erve	54
4.2.9	Unité : Vaige.....	56
4.2.10	Unité : Taude.....	58
4.2.11	Unité : Voutonne	60
4.2.12	Unité : Baraize.....	62
4.2.13	Unité : Sarthe médian	64
4.2.14	Unité : Sarthe aval.....	66
4.2.15	En synthèse	68
4.3	Limites de l'exercice	71
5	Analyse des débits objectifs fixés dans le SDAGE Loire-Bretagne	73
5.1	Rappels réglementaires	73



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

5.2	Valeurs des DOE du SDAGE Loire Bretagne	73
5.3	Analyse du franchissement des DOE	74
5.4	Proposition de valeurs pour les DOE	74
5.4.1	Principes de détermination des débits objectifs d'étiage	74
5.4.2	Résultats obtenus pour chaque unité de gestion et mise en perspective des valeurs du SDAGE	75
	6 Analyse du dispositif de gestion de crise	77
6.1	Description du dispositif de gestion de crise actuel.....	77
6.1.1	Seuils de référence dans les arrêtés départementaux.....	77
6.1.2	Analyse critique du dispositif de gestion de crise.....	78
6.1.3	Analyse du franchissement des DSA / DCR pour les points nodaux du SDAGE.....	78
6.2	Révision des valeurs seuils de gestion de crise.....	79
6.2.1	Méthodologie générale	79
6.2.2	Proposition de nouvelles valeurs de DSA / DCR sur l'ensemble des unités de gestion	80
	7 Détermination de la piézométrie objectif.....	83
7.1	Principes de détermination des niveaux objectifs	83
7.1.1	Définition	83
7.1.2	Points de mesures piézométriques retenus	83
7.1.3	Présentation de la méthodologie retenue	86
7.2	Résultats obtenus	89
	8 Prise en compte du changement climatique et de l'évolution des usages	92
8.1	Évolution des données météorologiques	92
8.1.1	Les scénarii d'évolution climatique du GIEC.....	92
8.1.2	Les modèles WRF de l'IPSL et Aladin de Météo France.....	93
8.1.3	Projections du climat	93
8.2	Évolution des débits	95
8.2.1	Projet Explore 2070	95
8.2.2	Résultats obtenus pour le bassin versant de la Sarthe aval	96



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

8.3 Synthèse.....	100
8.4 Conséquences possibles du changement climatique	100
8.5 Evolution prévue des usages.....	100
9 Suite de l'étude.....	102
Annexe 1 Volumes prélevables obtenus avec l'hypothèse 0,4 x module en période hivernale.....	103



PREAMBULE

1.1 Contexte général de l'étude

Dans le cadre de l'élaboration du SAGE Sarthe Aval, l'enjeu de gestion équilibrée de la ressource en eau est apparu comme un des axes stratégiques sur lequel les acteurs du territoire souhaitent s'investir pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par la Directive Cadre sur l'Eau.

L'Institution interdépartementale du Bassin de la Sarthe, structure porteuse du SAGE engage donc en 2016 une étude permettant :

- D'améliorer les connaissances sur l'état quantitatif des masses d'eau superficielles et souterraines sur le bassin versant de la Sarthe aval ;
- De doter le territoire de valeurs de référence (volumes prélevables, débits / piézométrie objectifs) pertinentes et adaptées pour améliorer la gestion quantitative de la ressource en eau sur le bassin versant de la Sarthe aval;
- De proposer une stratégie à mettre en œuvre pour résorber les déséquilibres quantitatifs existants ou préserver l'état des masses d'eau. Ces éléments pourront éventuellement repris dans les documents du SAGE, notamment le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable ;
- De conformer le territoire aux orientations du SDAGE Loire-Bretagne « 2016-2021 » sur le volet quantitatif.

1.2 Périmètre d'investigation

L'étude porte sur le périmètre du SAGE Sarthe aval défini par arrêté préfectoral le 16 juillet 2009. D'une superficie de 2 727 km², le SAGE s'étend sur 192 communes sur les départements de la Sarthe, de la Mayenne et du Maine-et-Loire en région Pays de la Loire.

Le bassin versant de la Sarthe aval est « atypique ». En effet, il bénéficie des apports des bassins de la Sarthe amont et de l'Huisne, deux territoires ayant fait l'objet d'une étude de gestion quantitative. Ainsi, il conviendra d'étendre le périmètre d'intervention de l'étude au bassin complet de la Sarthe notamment en phases 2 et 5 afin d'assurer un traitement de la problématique dans sa totalité. Les débits transitant sur le territoire de la Sarthe aval dépendent en partie des modalités de gestion quantitative de la ressource en eau sur les bassins de la Sarthe amont et de l'Huisne. Les résultats obtenus sur ces études seront donc utilisés à bon escient.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Les principales caractéristiques du secteur d'étude sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1-1 : Carte d'identité du périmètre d'étude

Carte d'identité du bassin de la Sarthe aval	
Contexte	Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant de la Sarthe aval et de détermination des volumes prélevables
Structure porteuse	Institution Interdépartementale du Bassin de la Sarthe
Organisation administrative	Une région : Pays de la Loire Trois départements : Sarthe, Mayenne, Maine et Loir 192 communes
Superficie	2727 km ²
Réseau hydrographique	3191 km de linéaire cumulé de cours d'eau
Masses d'eau	31 masses d'eau superficielles 11 masses d'eau souterraines



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

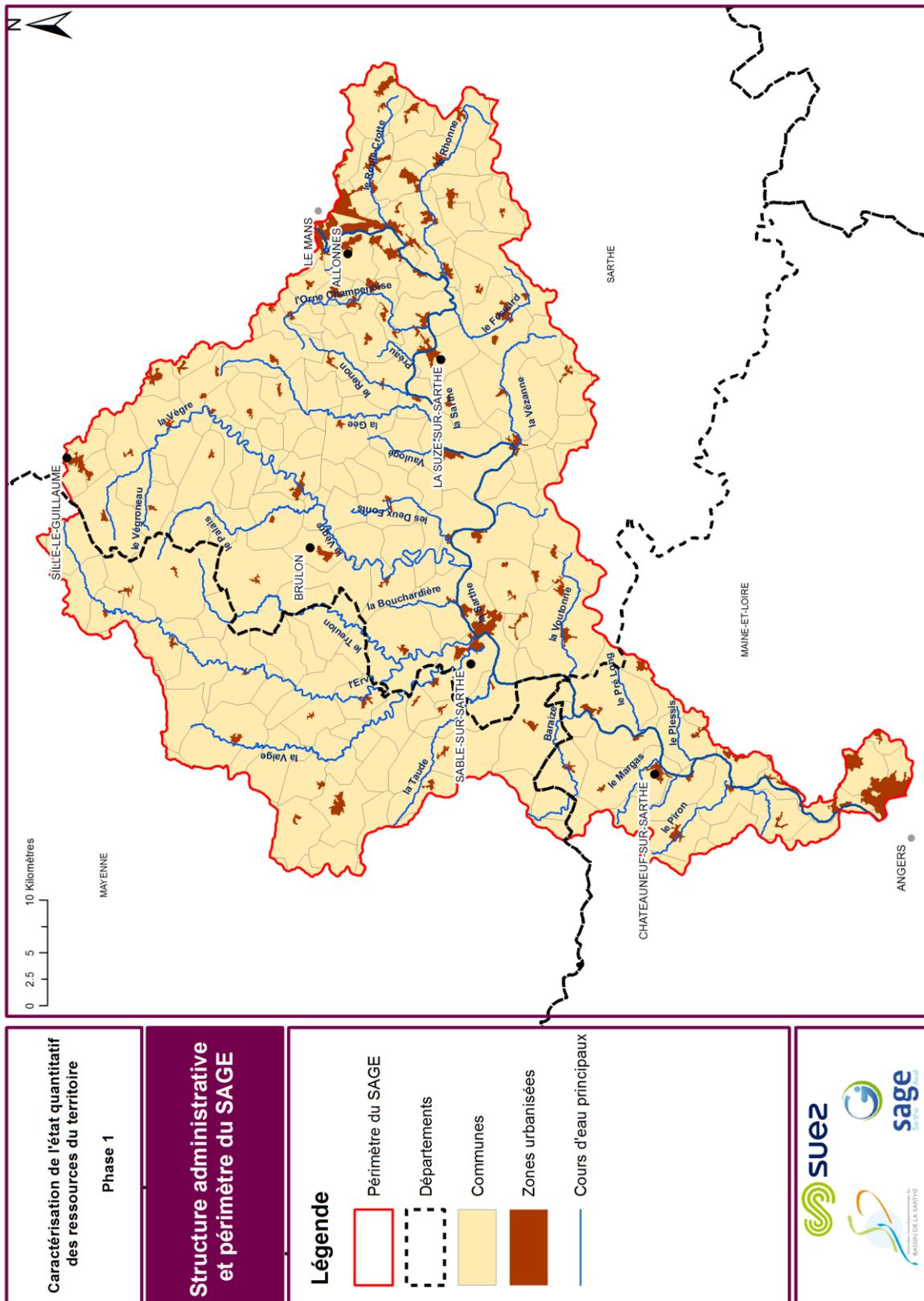


Figure 1-1 : Structure administrative et périmètre du SAGE Sarthe aval



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

1.3 Déroulement de la mission

La mission se décompose en 5 phases successives :

- **Phase 1** : Découpage en unités de gestion ;
- **Phase 2** : Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant ;
- **Phase 3** : Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau en nappe pour les eaux souterraines ;
- **Phase 4** : Détermination et répartition des volumes prélevables ;
- **Phase 5** : Estimation des besoins en eau futurs et définition de mesures de gestion

Il est proposé de fusionner les phases 3 et 4 car la définition des débits/niveaux de nappe d'objectifs et des volumes prélevables sont des étapes indissociables. Dans un contexte de gestion intégrée sur un bassin versant, les volumes prélevables et débits/niveaux de nappe d'objectifs définis sur un tronçon amont ont une répercussion sur les résultats obtenus sur les tronçons aval. Un travail itératif sur les volumes et les débits/niveaux d'objectifs est donc nécessaire.

Ainsi, le présent document constitue le rapport des phases 3 et 4.

1.4 Objectifs des phases 3-4

L'objectif de ces deux phases est de définir des valeurs de référence sur le territoire de la Sarthe aval pour améliorer la gestion quantitative de la ressource en eau. Il s'agit donc de déterminer pour l'ensemble du cycle hydrologique, des valeurs de débits/piézométries d'objectifs et de volumes prélevables à l'échelle des différentes unités de gestion de la Sarthe aval.

Les modalités de définition des volumes prélevables et des débits d'objectif associés fluctuent suivant la période de l'année considérée. Conformément aux directives mises en avant à l'échelle du bassin Loire Bretagne, il est retenu de considérer deux approches différentes pour le calcul des débits d'objectifs et de volumes prélevables : une approche pour la période de basses eaux et une approche pour la période de hautes eaux.

1.5 Rappel du découpage en sous-bassins versants

Le bassin versant de la Sarthe aval a été découpé en plusieurs sous-bassins versants qui correspondront aux unités sur lesquelles une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau sera définie dans la dernière phase de l'étude. Les sous-bassins versants ont été définis selon les critères suivants :

- La cohérence avec les masses d'eau décrites dans le SDAGE Loire Bretagne ;
- La proximité avec une station hydrométrique ;
- La disponibilité d'un piézomètre représentatif sur le sous bassin concerné ;
- Les usages de l'eau.

Le découpage des unités de gestion est présenté ci-après.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

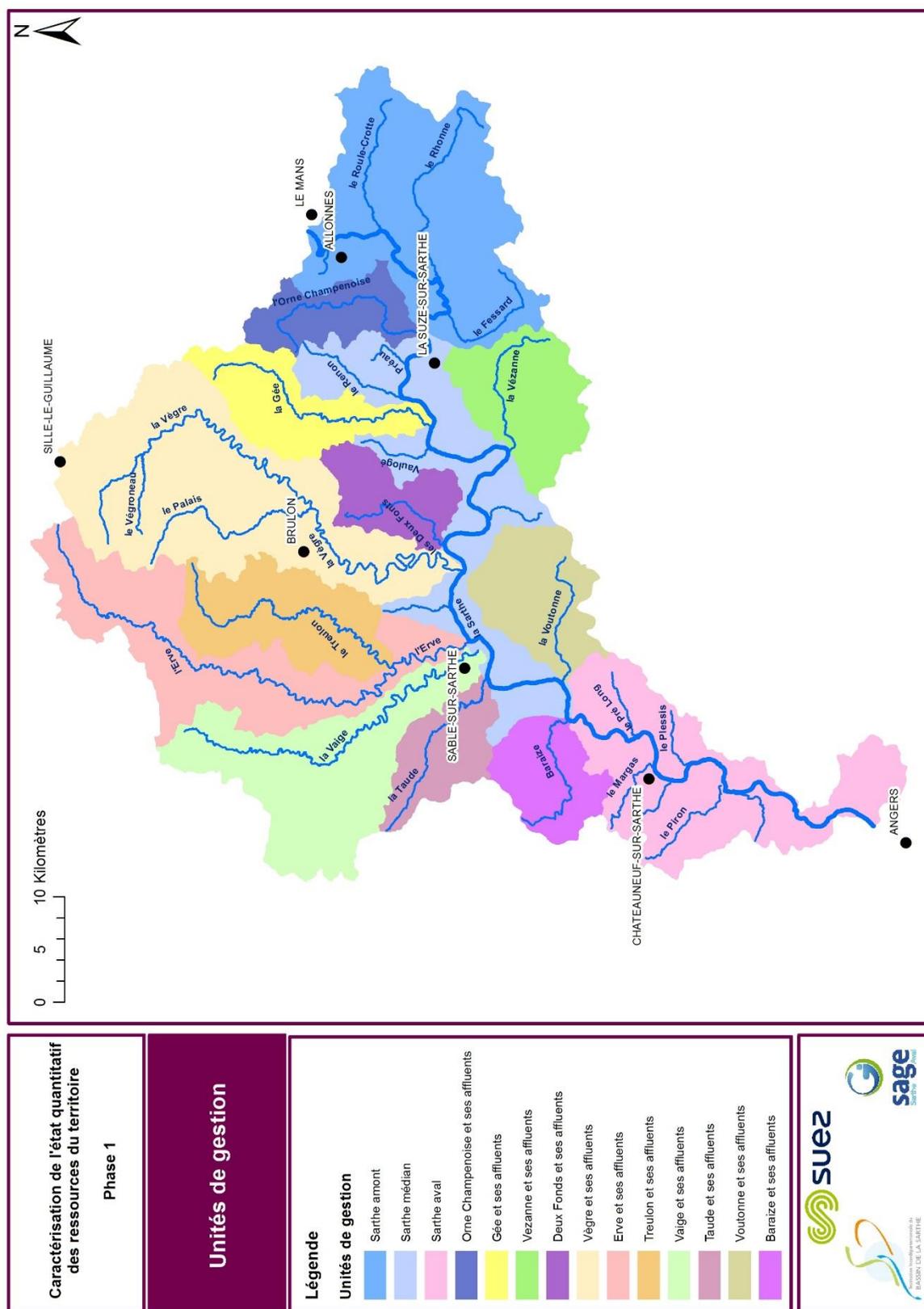


Figure 1-2 : Sous-bassins versants définis sur le territoire du SAGE Sarthe aval



DETERMINATION DES DEBITS BIOLOGIQUES EN PERIODE DE BASSES EAUX

2.1 Rappel de quelques définitions

En période de basses eaux, l'objectif est de maintenir préférentiellement un débit minimum en rivière en dessous duquel aucun prélèvement n'est autorisé. Ce débit doit garantir la vie biologique dans des conditions structurellement plus délicates (notamment baisse de la pluviométrie).

En ce sens, le maintien d'un débit biologique passe plutôt par le maintien d'un débit « plancher », au-dessous duquel les conditions biologiques sont altérées, sans toutefois conduire à remettre en cause la survie des espèces en présence, notamment piscicoles.

Le principe de détermination envisagé peut être résumé sur la figure suivante.

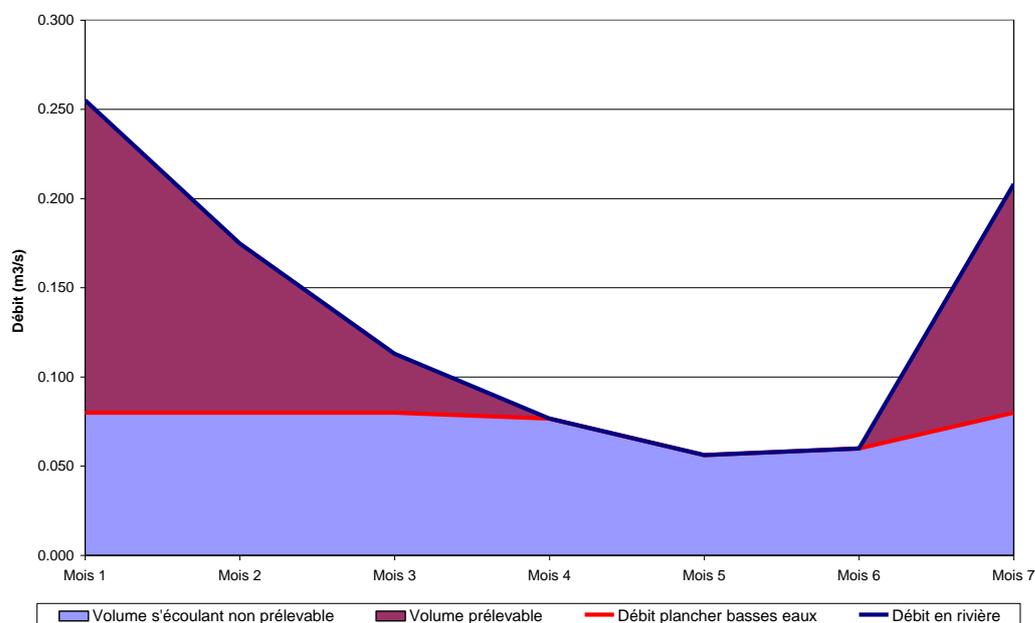


Figure 2-1 : Schéma de principe pour le calcul du volume prélevable en période de basses eaux



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Ainsi cette première partie du rapport vise à définir deux valeurs caractéristiques par unité de gestion :

- **les débits biologiques optimaux.** Ils constitueront le débit « plancher » en période estivale. Ils permettront de déterminer les volumes prélevables en période estivale. En dessous de cette valeur seuil, les conditions biologiques sont altérées, sans toutefois conduire à remettre en cause la survie des espèces en présence, notamment piscicoles. Le volume prélevable associé sera nul.
- **les débits biologiques de survie.** Ils constitueront le seuil critique en-dessous duquel les conditions biologiques sont fortement altérées. Ils serviront à calculer les débits de crise.

2.2 Méthodologie générale retenue pour la détermination des débits biologiques

En période de basses eaux, l'objectif est de maintenir un débit minimum en rivière (débit biologique) en dessous duquel aucun prélèvement n'est autorisé. Ce débit doit garantir la vie biologique dans des conditions environnementales plus délicates (notamment baisse de la pluviométrie).

Ainsi, le maintien d'un débit biologique implique la définition d'un débit seuil, au-dessous duquel les conditions biologiques sont altérées, sans toutefois remettre en cause la survie des espèces en présence, notamment piscicoles.

- La méthode retenue en période de basses eaux repose sur deux approches :
- Déploiement de la méthode ESTIMHAB pour 1 des 11 sous bassins versants identifiés sur la Sarthe aval.
- Valorisation des campagnes ESTIMHAB menées sur les bassins de la Sarthe amont et de l'Huisne
- Définition des débits planchers sur les autres sous bassins versants du territoire via des méthodes alternatives en fonction des résultats obtenus précédemment (transposition des débits, extrapolation des débits biologiques obtenus avec la méthode ESTIMHAB, débit réglementaire minimum à l'aval d'ouvrage...).

2.3 Principe de détermination des débits biologiques avec ESTIMHAB

2.3.1 Présentation de la méthode Estimhab

La méthode ESTIMHAB, développée par le laboratoire d'hydroécologie quantitative de l'IRSTEA de Lyon, est une méthode dite des « microhabitats ». Celle-ci croise l'évolution des caractéristiques hydrauliques avec les préférences biologiques d'espèces à différents stades de développement, ou de groupes d'espèces. Il s'agit d'une méthode simplifiée d'évaluation de la valeur des habitats piscicoles et de son évolution en fonction des débits des cours d'eau.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Le protocole ESTIMHAB est défini pour des espèces piscicoles dites « repères » sur le cours d'eau, c'est-à-dire représentatives du peuplement piscicole du cours d'eau dans son état non altéré. Il permet de comparer les courbes de préférence de ces espèces (hauteurs d'eau, débits) avec la géométrie du cours d'eau (lois hauteur-débit, largeur-débit). Cette méthode prédit selon le débit du cours d'eau, l'évolution de la qualité de l'habitat (critère variant entre 0 et 1), ou la surface pondérée utile (SPU) (note de qualité de l'habitat * surface du tronçon).

Deux approches sont possibles dans la mise en application du modèle ESTIMHAB : par espèce ou par guildes. Les guildes regroupent les espèces qui ont en commun des préférences d'habitats. Les espèces et les guildes repères sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 2-1 : Approche par espèce et par guildes – protocole ESTIMHAB

Approche par espèce	Approche par guildes
<ul style="list-style-type: none">▪ Truite fario adulte et juvénile▪ Barbeau fluviatile adulte▪ Chabot adulte▪ Goujon adulte▪ Loche franche adulte▪ Vairon adulte▪ Saumon atlantique▪ Ombre commun	<ul style="list-style-type: none">▪ Guilde radier : loche franche, chabot, barbeau < 9 cm▪ Guilde chenal : barbeau > 9 cm, blageon > 8cm▪ Guilde mouille : anguille, perche soleil, perche, gardon, chevesne > 17cm▪ Guilde berge : goujon, blageon < 8 cm, chevesne < 17cm, vairon

L'approche à retenir est fonction du contexte piscicole du territoire et du site d'étude.

En pratique, la mise en œuvre d'Estimhab permet d'obtenir, à partir de surfaces et largeurs mouillées moyennes relevées sur le terrain à deux débits différents sur un site d'étude, la valeur optimale de surface pondérée utile pour différentes espèces ou groupements d'espèces piscicoles dans la gamme de débit comprise entre les deux débits auxquels ont été réalisées les mesures.

Le guide d'utilisation d'Estimhab (2008) est présenté en Annexe du rapport.

2.3.2 Mise en œuvre du protocole Estimhab

Par site et à deux débits différents, la méthode vise à mesurer 15 largeurs mouillées du cours d'eau au droit de 15 transects. Environ 100 mesures de hauteurs d'eau et identifications du substrat sont ensuite réalisées à intervalle régulier le long de ces transects.

La figure suivante présente la mise en œuvre du protocole Estimhab sur un tronçon de rivière considéré.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

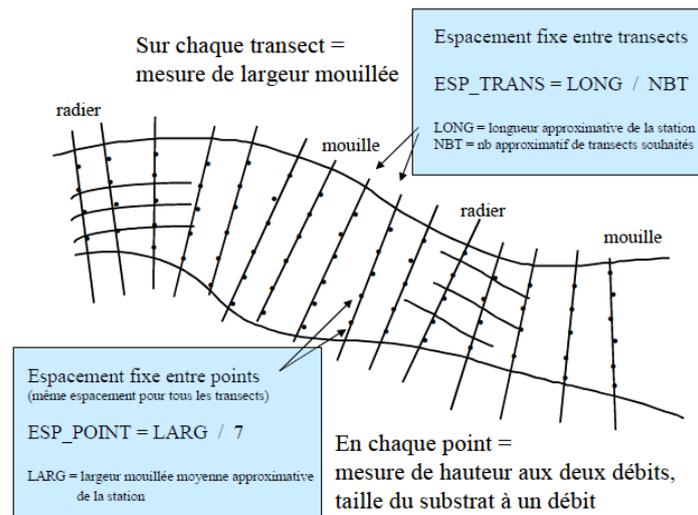


Figure 2-2 : Mise en œuvre du protocole Estimhab sur un tronçon de rivière (source : IRSTEA, 2008)

Les deux débits (Q1 et Q2) auxquels doivent être réalisées les mesures de terrain doivent être le plus contrastés possibles, tout en respectant les règles suivantes :

- $Q2 > 2 \times Q1$;
- La simulation sera comprise entre $Q1/10$ et $5 \times Q2$;
- Le débit médian naturel est aussi compris entre $Q1/10$ et $5 \times Q2$;
- Q1 et Q2 sont inférieurs au débit de plein bord.

2.3.3 Interprétation des résultats

Le protocole ESTIMHAB aboutit, à terme, à l'obtention d'une courbe d'évolution de l'habitat en fonction du débit. La courbe obtenue présente en générale trois parties distinctes :

- 1 - Une zone de gain rapide (zone 1) ;
- 2 - Une zone de gain régulier (zone 2) ;
- 3 - Une zone de gain faible, de stabilité puis de régression (zone 3)¹

Les débits sont reportés sur l'axe des abscisses (horizontal) et la Surface Pondérée Utile (SPU) sur l'axe des ordonnées (vertical). La SPU est la valeur représentant la qualité de l'habitat piscicole. Plus cette valeur est élevée, plus les conditions biologiques sont optimales pour les espèces considérées.

¹ Le terme « gain » s'entend ici comme l'augmentation de la qualité de l'habitat suite à une augmentation de débit.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

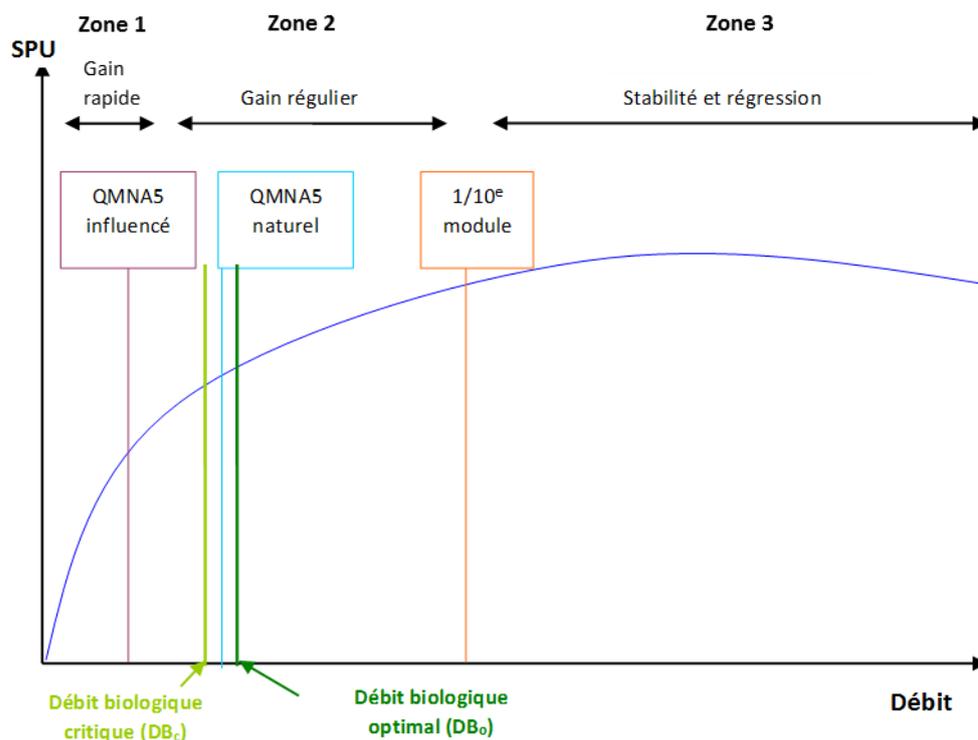


Figure 2-3 : Présentation de la courbe d'évolution de la Surface Pondérée Utile (SPU) en fonction du débit

Un point de rupture de pente est couramment observé entre les zones 1 et 2. Le Débit Biologique Critique est généralement défini autour de cette cassure de pente. Le Débit biologique est, quant à lui, défini dans la zone de gain régulier.

Ces règles constituent un cadre général qui peut cependant varier selon les caractéristiques locales des stations considérées. Si les observations de terrain permettent d'estimer que les valeurs de débits proposées ne sont pas suffisantes d'un point de vue biologique (hauteur d'eau insuffisante sur les secteurs de radiers notamment), celles-ci seront corrigées de manière à garantir des conditions biologiques satisfaisantes pour les espèces considérées.

2.4 Mise en œuvre du protocole ESTIMHAB sur le bassin versant de la Sarthe aval

La mise en œuvre du protocole Estimhab passe par plusieurs étapes qui sont décrites ci-après, à savoir :

- Identification et caractérisation du site d'étude ;
- Campagnes de terrain ;
- Saisie des données d'entrée dans le modèle d'habitat.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

2.4.1 Principes de localisation du site

Le choix du tronçon d'étude pour l'application de la méthode « ESTIMHAB » est particulièrement important et nécessite une bonne connaissance du contexte global du cours d'eau.

Le tronçon de cours d'eau retenu doit répondre aux critères suivants :

- La morphologie du tronçon étudié doit être naturelle ou peu modifiée. Les secteurs canalisés, rectifiés, aménagés.... sont à éviter ;
- Une alternance de faciès morphologiques représentative du cours d'eau (radiers, plats, mouilles) est préférable, se traduisant généralement par des vitesses d'écoulement variables le long du tronçon ;
- La pente du cours d'eau doit être faible à moyenne (< 5%) ;
- La proximité relative de stations hydrométriques permettant un suivi des débits dans le cours d'eau est à privilégier.

Il est également nécessaire que le tronçon ne présente pas de contrainte physique rédhibitoire pour la mise en œuvre du protocole. Pour cela, on doit observer sur le tronçon choisi :

- L'absence d'assec ;
- L'absence d'ouvrage hydraulique venant impacter la ligne d'eau sur au minimum 40% du tronçon.

Une bonne connaissance du contexte piscicole est nécessaire afin d'identifier les espèces qui seront utilisées dans la modélisation d'habitat pour déterminer les débits biologiques.

2.4.2 Site retenu pour la mise en œuvre du protocole

Le site retenu pour la mise en œuvre du protocole Estimhab se situe sur la Vaige à Sablé-sur-Sarthe

Le site Estimhab est positionné sur la figure ci-après.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Tableau 2-2 : Description du site choisi pour la mise en œuvre du protocole ESTIMHAB

	Description du site	Localisation	Photo
Sous bassin versant	Vaige		
Rivière / site	Vaige à Montreux à proximité de Sablé-sur-Sarthe		
Station hydrométrique à proximité	Station hydrométrique Vaige à Bouessay		
Caractéristiques générales du site	Alternance de plats courants et radiers / Berges majoritairement douces mais hautes et raides par endroit		



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

2.4.3 Campagnes de terrain

La méthodologie Estimhab nécessite la mise en œuvre de deux campagnes de mesures, l'une en moyennes eaux et l'autre en période de basses eaux. Elles ont été réalisées :

- Le 17 mai 2016 pour la campagne de moyennes eaux ;
- Le 17 août 2016 pour la campagne de basses eaux.

Sur chaque transect, ont été relevées les hauteurs d'eau, la taille du substrat et la largeur mouillée. Un jaugeage a également été effectué sur chaque site lors des deux campagnes de mesures afin de s'assurer de respecter les conditions de débits imposés par le protocole.

Tableau 2-3 : Débits mesurés pour les campagnes de moyennes et basses eaux

Site Estimhab	Q moyennes eaux – QME (m ³ /s)	Q basses eaux – QBE (m ³ /s)	QME/QBE
Vaige	0.43	0.021	20.5

Les deux campagnes de mesures respectent les conditions de débits imposés par le protocole Estimhab. Par ailleurs, les jaugeages sont globalement cohérents avec les débits mesurés à la station hydrométrique de Bouessay.

2.4.4 Saisie des données d'entrée de la modélisation

Les paramètres d'entrée de la modélisation ESTIMHAB relevés sur le terrain, sont :

- Débits jaugés pour les campagnes basses eaux (QBE) et moyennes eaux (QME) ;
- Hauteurs d'eau moyennes à QBE et QME ;
- Largeurs moyennes du cours d'eau à QBE et QME ;
- Granulométrie moyenne sur le tronçon d'étude.

Les données d'entrée de la modélisation d'habitats sous Estimhab sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 2-4 : Synthèse des données de la modélisation d'habitats

Site Estimhab	Nombre de transects	Campagnes	Débit (m ³ /s)	Largeur moyenne (m)	Hauteur moyenne (m)	Taille substrat (m)
Vaige	15	ME	0.43	7.48	0.27	0.04
		BE	0.021	5.46	0.19	



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

2.4.5 Analyse du contexte piscicole

2.4.5.1 Catégorie piscicole

La majorité des cours d'eau du bassin versant de la Sarthe aval sont classés en 2^{ème} catégorie piscicole. Généralement, les rivières de 2^{ème} catégorie piscicole sont caractérisées par des eaux calmes contrairement aux cours d'eau de 1^{ère} catégorie pour lesquels les vitesses d'écoulement sont rapides, les eaux fraîches et oxygénées et la granulométrie moyenne.

Le peuplement caractéristique est de type cyprinicole au Sud du bassin et intermédiaire ou salmonicole au Nord.

L'analyse du contexte piscicole est présentée dans le tableau page suivante par sous-unités de gestion. Les données sont issues des « Plans Départementaux pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion (PDPG) » des ressources piscicoles de la Sarthe (1997), du Maine-et-Loire (2001 réactualisé en 2009), et de la Mayenne (2004 réactualisé en 2011).



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Nom du contexte	Domaine	Espèce repère	Evaluation de l'état du cours d'eau selon le PDPG	Principales perturbations recensées dans les PDPG
Baraize	Cyprinicole	Brochet	Perturbé	-
Deux Fonds	-	-	-	- Pratiques agricoles : mise en culture des prairies, suppression des haies et talus, drainage des zones humides, multiplication des prélèvements - Nombreux travaux hydrauliques (rectification, recalibrage, enfoncement du lit)
Erve <i>Amont</i> <i>Aval</i>	Salmonicole Cyprinicole	Truite fario Brochet	Perturbé Dégradé	- Impacts de l'agriculture : culture, exploitations agricoles avec élevages intensifs - Travaux hydrauliques anciens - Plans d'eau sur le cours principal de l'Erve ou sur ses affluents - Usine de broyage des ordures ménagères de Chammes - Carrière de la Kabylie, carrière de Torcé viviers en chamie - Succession de barrages hydrauliques
Gée	Salmonicole	Truite fario	Dégradé	- Nombreux travaux hydrauliques (barrages, clapets, seuils notamment) - Pollution d'origine agricole - Raréfaction des zones humides sur le bassin versant
Orne Champenoise	Intermédiaire	Cyprinidés rhéophiles	Perturbé	- Nombreux travaux hydrauliques et aménagements (barrages, clapets, seuils notamment) - Rejets domestiques, pollution diffuse d'origine agricole - Dégradation des berges et du lit par le bétail
Sarthe <i>Amont</i> <i>Aval</i>	Cyprinicole Cyprinicole	Brochet Brochet	Dégradé Perturbé	- Travaux hydrauliques sur le bassin versant (drainage, recalibrage) - Mise en culture des prairies (maïs, maraichage, peuplier) - Non entretien de certaines annexes latérales - Pollution industrielle et domestique sur le bassin versant (stations d'épuration, assainissement) - Pollution agricole diffuse sur le bassin versant - Végétation aquatique très peu abondante - Chenalisation - Batillage - Ouvrages hydrauliques à la confluence du Piron - 4 barrages (avec écluse)



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Nom du contexte	Domaine	Espèce repère	Evaluation de l'état du cours d'eau selon le PDPG	Principales perturbations recensées dans les PDPG
Taude	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Agriculture, rejets, élevage - Station de dénitrification de Grez en Bouère - Plans d'eau en direct sur le cours d'eau
Treulon	Cyprinicole	Brochet	Perturbé	<ul style="list-style-type: none"> - Agriculture, rejets - Hydraulique, barrages sur le cours principal
Vaige	Cyprinicole	Brochet	Dégradé	<ul style="list-style-type: none"> - Anciens travaux hydrauliques - Agriculture avec élevage, cultures - Rejets de la station d'épuration de Meslay du Maine - Rejets d'une industrie agroalimentaire - Barrages hydrauliques
Vègre <i>Amont</i> <i>Aval</i>	Salmonicole Intermédiaire	Truite fario Truite fario et Brochet	Perturbé Perturbé	<ul style="list-style-type: none"> - Nombreux travaux hydrauliques (curage, rectification, ...) et aménagements - Nombreux ouvrages hydrauliques (moulin, ouvrages de franchissement, seuils divers) - Modification et déplacement du lit des cours d'eau - Berges insuffisamment protégées contre le piétinement - Rejets de station d'épuration, rejet industriel (Sillé-le-Guillaume) et rejets domestiques non conformes - Pratiques agricoles : Culture et élevage intensifs - Nombreux prélèvements sur le bassin
Vezeanne	Intermédiaire	Cyprinidés rhéophiles	Perturbé	<ul style="list-style-type: none"> - Nombreux travaux hydrauliques et aménagements (barrages, clapets, seuils notamment) - Rejets domestiques, pollution diffuse d'origine agricole - Dégradation des berges et du lit par le bétail
Voutonne	Intermédiaire	Cyprinidés rhéophiles	Dégradé	<ul style="list-style-type: none"> - Nombreux travaux hydrauliques et aménagements (barrages, clapets, seuils notamment) - Rejets de la zone industrielle de Sablé-sur-Sarthe, rejets de station, rejets domestiques, pollution diffuse d'origine agricole - Dégradation des berges et du lit par le bétail



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

2.4.5.2 Inventaires de l'ONEMA

Les inventaires piscicoles réalisés par l'ONEMA sur le bassin versant de la Sarthe aval ont été collectés via la base de données IMAGE. Les stations recensées sur le territoire de la Sarthe aval sont listées dans le tableau suivant :

Tableau 2-5 : Stations d'inventaire piscicole existantes sur le bassin versant de la Sarthe aval

Code station SANDRE	Station	Département	Cours d'eau	Lieu-dit
04119750	Erve à Chammes	53	l'Erve	Les Forges
04119255	Palais à Mareil-en-Champagne	72	le Palais	La Vallée
04119000	Sarthe à Arnage	72	la Sarthe	Club Maine Marine
04123000	Sarthe à Cheffes	49	Rivière inconnue	Le Chatelet
04119170	Sarthe à Malicorne-sur-Sarthe	72	la Sarthe	Château de Pecheseul
04119220	Vègre à Epineu-le-Chevreuil	72	la Vègre	La Jumelière
04122070	Voutonne à Précigné	72	la Voutonne	La Folie

Les données disponibles sur la période 2000-2013 pour chaque station sont présentées ci-dessous. Le nombre d'individus recensé par espèce lors des différentes campagnes est indiqué sur les graphiques.

Les abréviations utilisées pour chaque espèce sont précisées ci-dessous au préalable :

Abréviation	Espèce	Abréviation	Espèce
ABL	Ablette	HOT	Hotu
ABH	Able de heckel	LOF	Loche Franche
ANG	Anguille	LPP	Lamproie de Planer
BAF	Barbeau	OCL	Ecrevisse américaine
BRB	Brème bordelière	PER	Perche
BRE	Brème	PES	Perche soleil
BRO	Brochet	ROT	Rotengle
CAS	Carcassin	SAN	Sandre
CCO	Carpe	SPI	Spirin
CHA	Chabot	TAN	Tanche
CHE	Chevaine	VAI	Vairon
EPI	Epinoche	VAN	Vandoise
EPT	Epinochette	TRF	Truite Fario
GAR	Gardon	BOU	Bouvier
GOU	Goujon	PCH	Poisson chat
GRE	Gremille	CAG	Carassin argenté



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

• Erve à Chammes

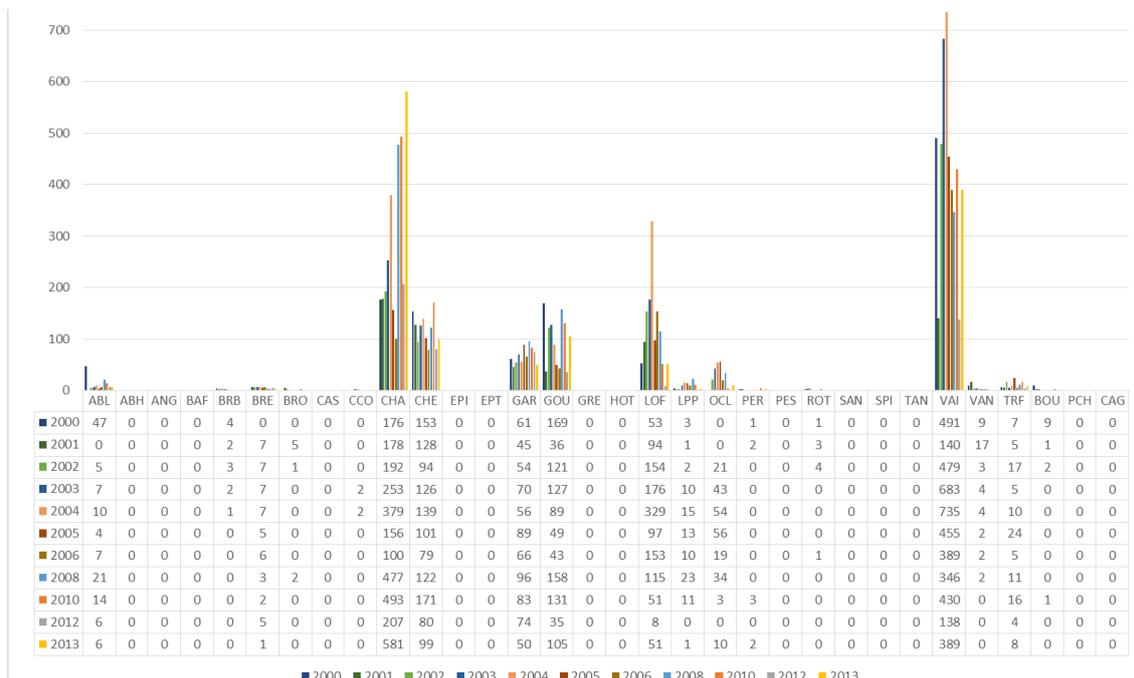


Figure 2-4 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur l'Erve à Chammes de 2000 à 2013 (hors 2009 et 2011)

Les espèces majoritairement représentées sur l'Erve sont le Vairon, le Chabot, le Chevaie, la Loche, le Gardon et le Goujon. Des truites ont également été rencontrées chaque année.

Enfin, la présence d'écrevisses américaines, espèce invasive, est à noter.

• Palais à Mareil-en-Champagne

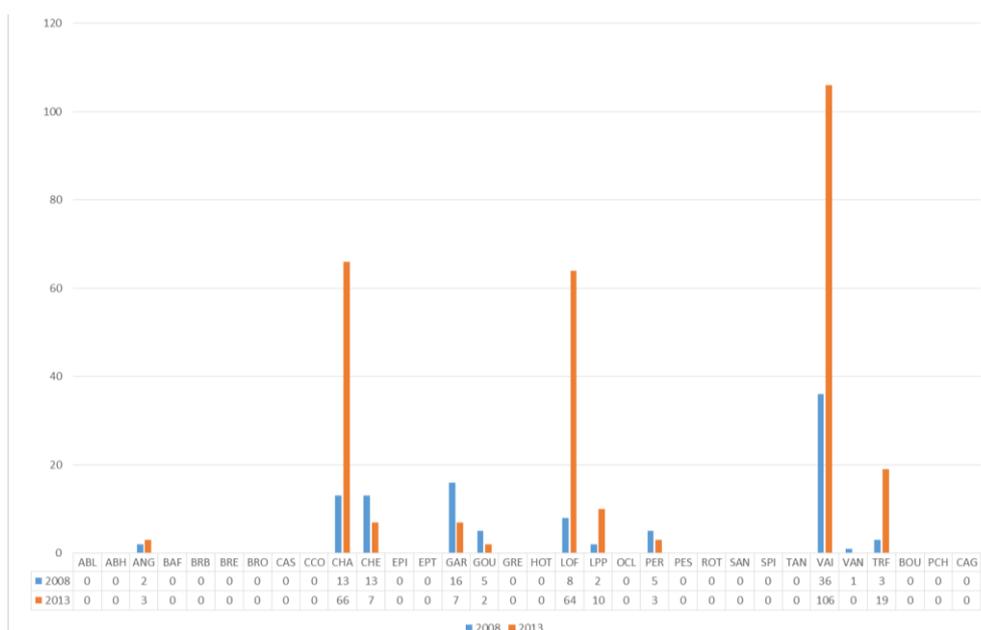


Figure 2-5 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur le Palais à Mareil-en-Champagne en 2008 et 2013



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Sur le Palais, les espèces majoritairement rencontrées sont le Vairon, la Loche et le Chabot. Les Gardons, Goujons, Lamproies de planer, Perches et Chevaines et Truites de rivières sont également représentés. Enfin, il faut souligner la présence de l'anguille, espèce grande migratrice.

• Sarthe à Arnage

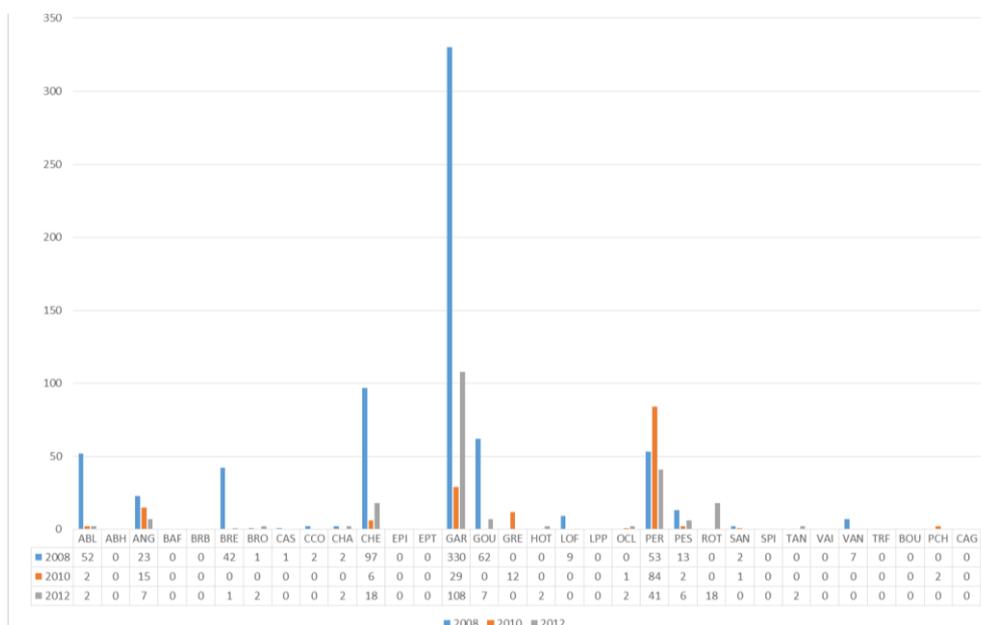


Figure 2-6 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Sarthe à Arnage en 2008, 2010 et 2012. L'espèce majoritairement représentée est le Gardon. Les perches sont également bien représentées. Enfin, la présence d'anguille, espèce migratrice est à noter.

• Sarthe à Cheffes

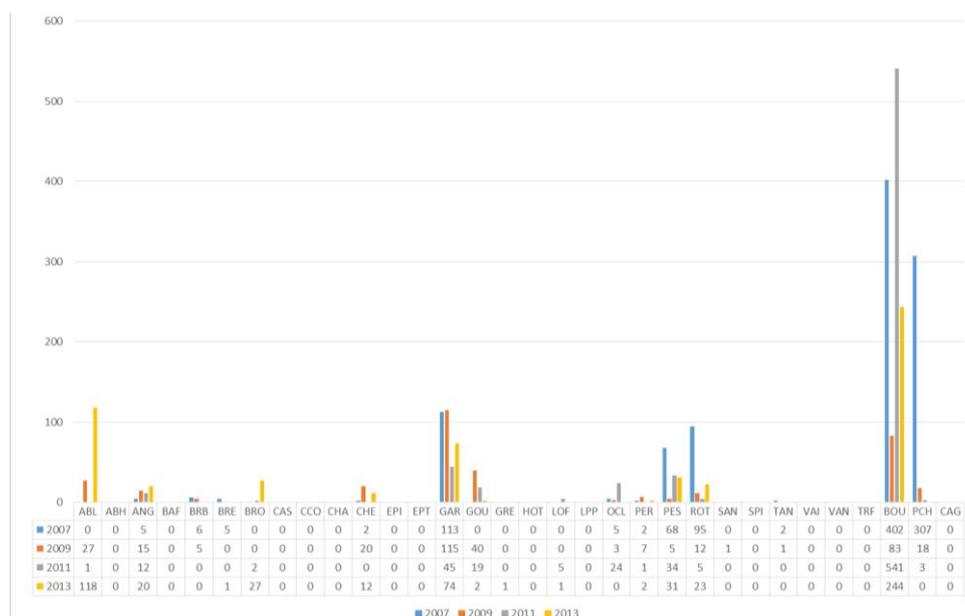


Figure 2-7 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Sarthe à Cheffes en 2007, 2009, 2011 et 2013



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

La Bouvière est l'espèce majoritaire sur la Sarthe à Cheffes. Le Gardon, est également bien représenté. Enfin, la présence d'anguille, espèce migratrice est à noter.

Sarthe à Malicorne-sur-Sarthe

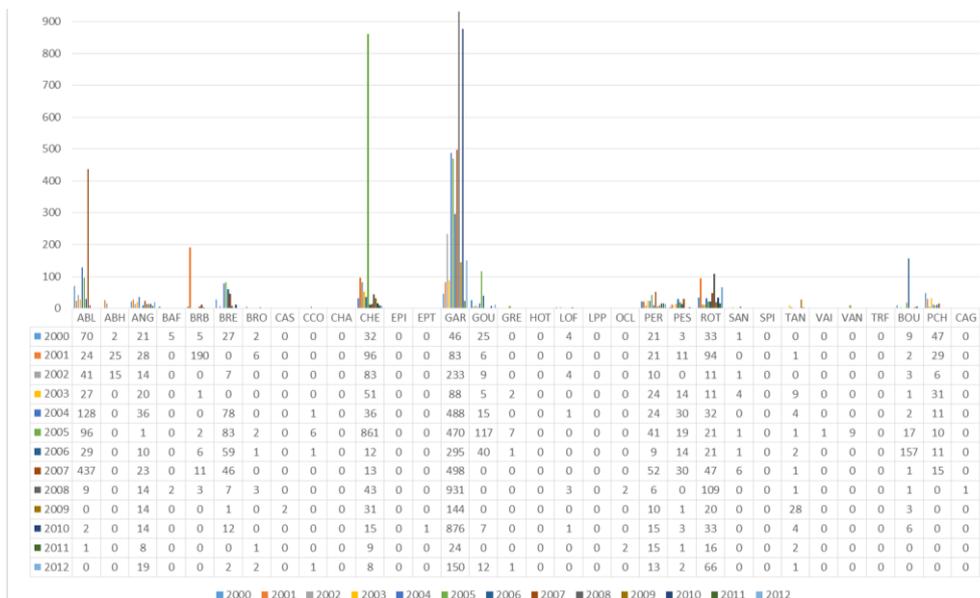


Figure 2-8 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Sarthe à Malicorne-sur-Sarthe entre 2000 et 2012

Sur la Sarthe à Malicorne-sur-Sarthe, le Gardon est l'espèce la plus représentée, le Chevaîne, l'Ablette ou encore la Brème sont également présents. Enfin, la présence d'anguille, espèce migratrice est à noter.

Vègre à Epineu-le-Chevreuil



Figure 2-9 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Vègre à Epineu-le-Chevreuil entre 2000 et 2012 (hors 2009 et 2011)



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Sur la Vègre, les espèces majoritairement présentes sont le Vairon, la Loche, le Goujon, le Chabot, la Truite de rivière et la Bouvière. Le Chevaine, le Gardon et l'Épinochette sont également représentés. Enfin, la présence d'écrevisses américaines, espèce invasive, est à noter.

- **Voutonne à Précigné**

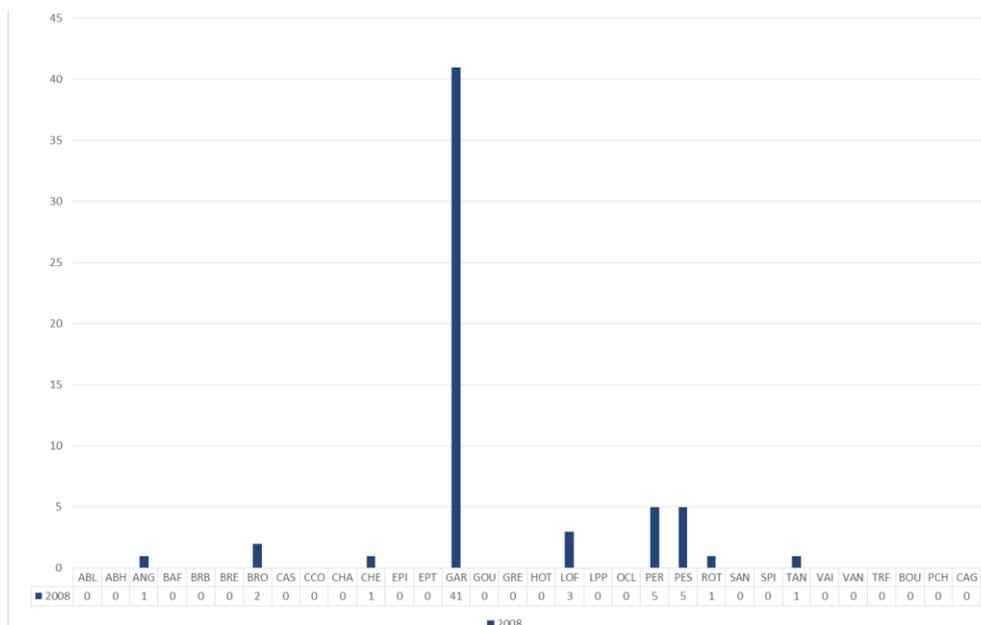


Figure 2-10 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Voutonne à Précigné en 2008

Sur la Voutonne, les seules données d'inventaire piscicole datent de 2008. Le Gardon et les perches étaient principalement représentés.

- **Synthèse**

Le tableau suivant synthétise les espèces les plus représentées selon les résultats de pêches ONEMA.

Cours d'eau	Commune	Espèces les plus représentées
l'Erve	Chammes	Vairon, Chabot, Chevaine, Loche Franche, Gardon, Goujon
le Palais	Mareil-en-Champagne	Vairon, Loche Franche, Chabot
la Sarthe	Arnage	Gardon
La Sarthe	Cheffes	Bouvière
la Sarthe	Malicorne-sur-Sarthe	Gardon, Chevaine, Ablette, Brème
la Vègre	Epineu-le-Chevreuil	Vairon, Loche Franche, Goujon, Chabot, Truite fario, Bouvière
la Voutonne	Précigné	Gardon, Perche

2.4.5.3 Choix des espèces/guides repère pour Estimhab

Suite à ces éléments, il est proposé de retenir sur le site où le protocole ESTIMHAB a été mis en place les espèces repères suivantes : **la Loche Franche, le Vairon adulte et la Truite fario.**



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

La Loche Franche et le Vairon sont les espèces les plus observées lors des pêches ONEMA, et sont toutes deux sensibles aux variations de débits.

La truite fario est indiquée comme espèce repère dans les PDPG, et est également sensible à la qualité de son environnement. Par ailleurs, elle a été relevée sur l'Erve, le Palais et la Vègre lors des pêches réalisées par l'ONEMA.

Les conditions nécessaires à la circulation et la reproduction de ces espèces sont précisées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Conditions de circulation et de reproduction des espèces repères

	Période de frai	substrat de reproduction	Période de migration	Tirant d'eau minimum (hauteur d'eau minimum en étiage) ²
Truite Fario	mi-octobre à fin février	cailloux - gravier	septembre à février	10 cm
Loche Franche	mi-mars à mi-mai	gravier – sable - herbe	-	5 cm
Vairon	mi-avril à mi-juillet	gravier	-	5 cm

Le brochet, indiqué comme espèce repère dans le PDPG, n'est pas retenu pour cette étude. En effet, il ne fait pas partie des espèces les plus représentées lors des pêches et n'est pas considéré comme sensible aux variations de débits.

2.5 Calcul des débits biologiques avec ESTIMHAB : Résultats pour la Vaige

Les courbes ESTIMHAB obtenues sur la Vaige sont présentées sur le graphique ci-après. Les valeurs de référence : QMNA5 (influencé), QMNA5 (désinfluencé), 1/10 module (désinfluencé) et 1/5 module (désinfluencé) sont également représentées afin de servir de repère pour la détermination des débits biologiques.

²A noter que l'Agence Française pour la Biodiversité préconise un tirant d'eau multi-espèce moyen de 20 cm pour les cours d'eau.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

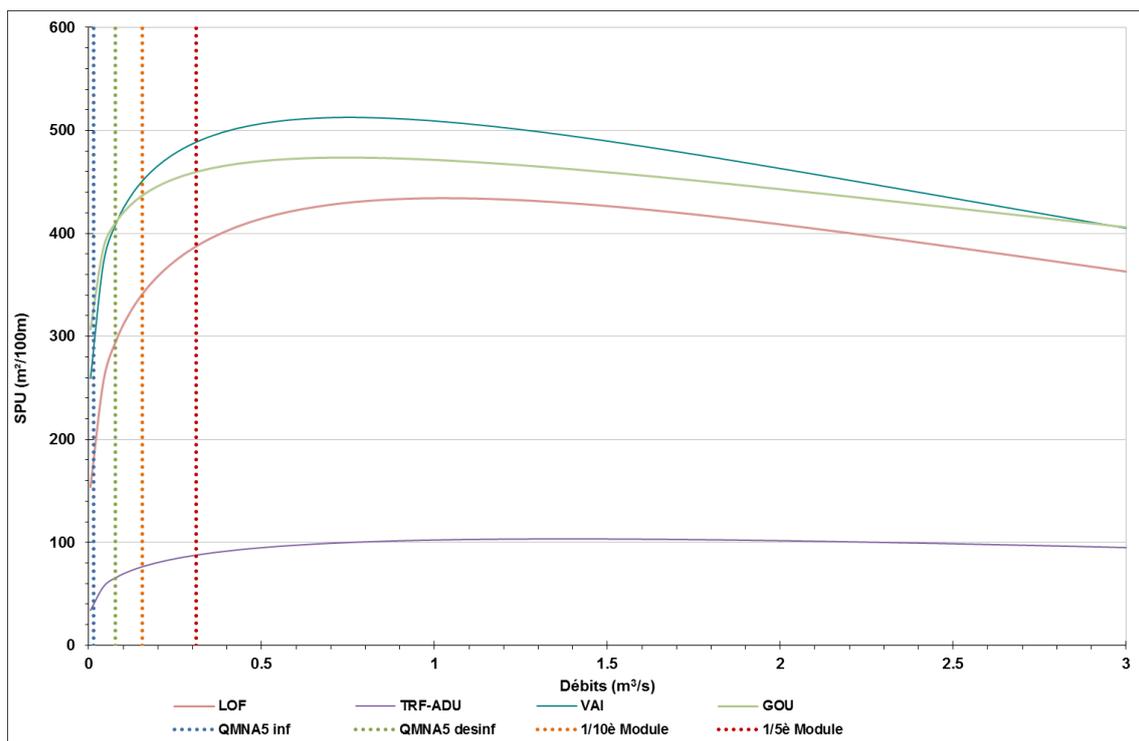


Figure 2-11 : Évolution de la Surface Pondérée Utile sur le secteur de la Vaige (LOF = Loche Franche / TRF-ADU = Truite fario adulte / VAI = Vaion / GOU = Goujon)

Généralement, le débit biologique optimal est fixé au QMNA5 désinfluencé ou au 1/10^e module désinfluencé des cours d'eau. Or dans ce cas, aucune des deux valeurs ne semblent pertinentes. En effet, les valeurs se situent dans la zone de gain rapide des espèces repères retenues. Ainsi, une faible variation de débit entraîne une dégradation notable de la qualité de l'habitat. Les valeurs désinfluencées (QMNA5 et 1/10 module) sont donc trop faibles pour représenter le débit biologique optimal qui servira de valeur « plancher » pour la détermination des volumes prélevables.

Graphiquement, le débit biologique optimal peut être fixé, en première approche, entre 0,50 m³/s et 1 m³/s. Toutefois, ces valeurs sont trop éloignées du QMNA5 désinfluencé qui représente le potentiel naturel d'accueil du cours d'eau en période d'étiage sévère.

Ainsi, il est proposé de retenir une valeur intermédiaire de 0,30 m³/s. Ce débit correspond, par ailleurs, au 1/5^e module désinfluencé de la Vaige. Il représente 95,5% de la SPU optimale.

Pour le débit biologique de survie, il est proposé de retenir la limite supérieure de la zone d'accroissement rapide de l'espèce la plus sensible. La valeur de débit biologique critique est donc de 0,15 m³/s. Cette valeur correspond, par ailleurs, au 1/10 module désinfluencé de la Vaige. Elle représente 88% de la SPU optimale.

En résumé, les valeurs de débits biologiques proposées sur le secteur de sont donc :

- **0.30 m³/s** pour le débit biologique optimal,
- **0.15 m³/s** pour le débit biologique critique.

La mesure de basses eaux a été faite à un débit de 0.021 m³/s, soit dans la zone d'accroissement rapide des 3 espèces considérées. Aucun dysfonctionnement majeur n'est constaté sur le



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

secteur d'étude à ce débit et aucune zone n'est déconnectée du lit principal. Toutefois, certaines hauteurs d'eau faibles, inférieures à 20 cm, ont été constatées sur des zones de radiers.

2.6 Extrapolation des résultats aux autres sous bassins versants

Le protocole Estimhab a été déployé pour 1 des 14 sous bassins versants identifiés sur le bassin de la Sarthe aval. La méthode a permis d'aboutir à la détermination des débits biologiques optimaux et de survie pour ce site. Pour rappel, les valeurs du 1/5e module désinfluencé ont été retenues comme débit biologique et le 1/10e module désinfluencé comme débit biologique de survie pour la Vaige.

A présent, il convient de définir les débits « plancher » en période d'étiage sur les autres bassins versants. A ce stade, il est délicat d'extrapoler à l'ensemble du bassin les débits sur la Vaige. Ainsi, les résultats obtenus sur les bassins versants amont (Sarthe amont et Huisne) sont également exploités et servent de références. Le croisement de ces analyses permettra de définir des débits biologiques optimaux et critiques sur les affluents de la Sarthe.

En revanche pour l'axe Sarthe, l'extrapolation des résultats obtenus avec le protocole ESTIMHAB ne semble pas adaptée. En effet,

- La Sarthe est caractérisée par un fonctionnement hydrologique différent des affluents. Il s'agit d'une masse d'eau fortement modifiée. Or, la mise en œuvre du protocole ESTIMHAB n'est pertinente que sur des tronçons de cours d'eau naturels ou faiblement modifié.
- Les espèces repère retenues pour la Vaige ne reflètent pas la capacité d'accueil et le peuplement piscicole de l'axe Sarthe. En effet, il n'apparaît pertinent de retenir la truite fario comme espèce repère. Le Goujon et le Barbeau sont davantage appropriés.

2.6.1 Cas des affluents de la Sarthe

2.6.1.1 Rappel des résultats obtenus sur les bassins versants amont

✓ Cas de l'Huisne

Sur le bassin versant de l'Huisne, le protocole ESTIMHAB a été mis en œuvre sur 3 sites :

- La Vive Parence à l'Yvré l'Evêque ;
- L'Huisne amont à Margon ;
- L'Huisne aval à Montfort-le-Gesnois.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

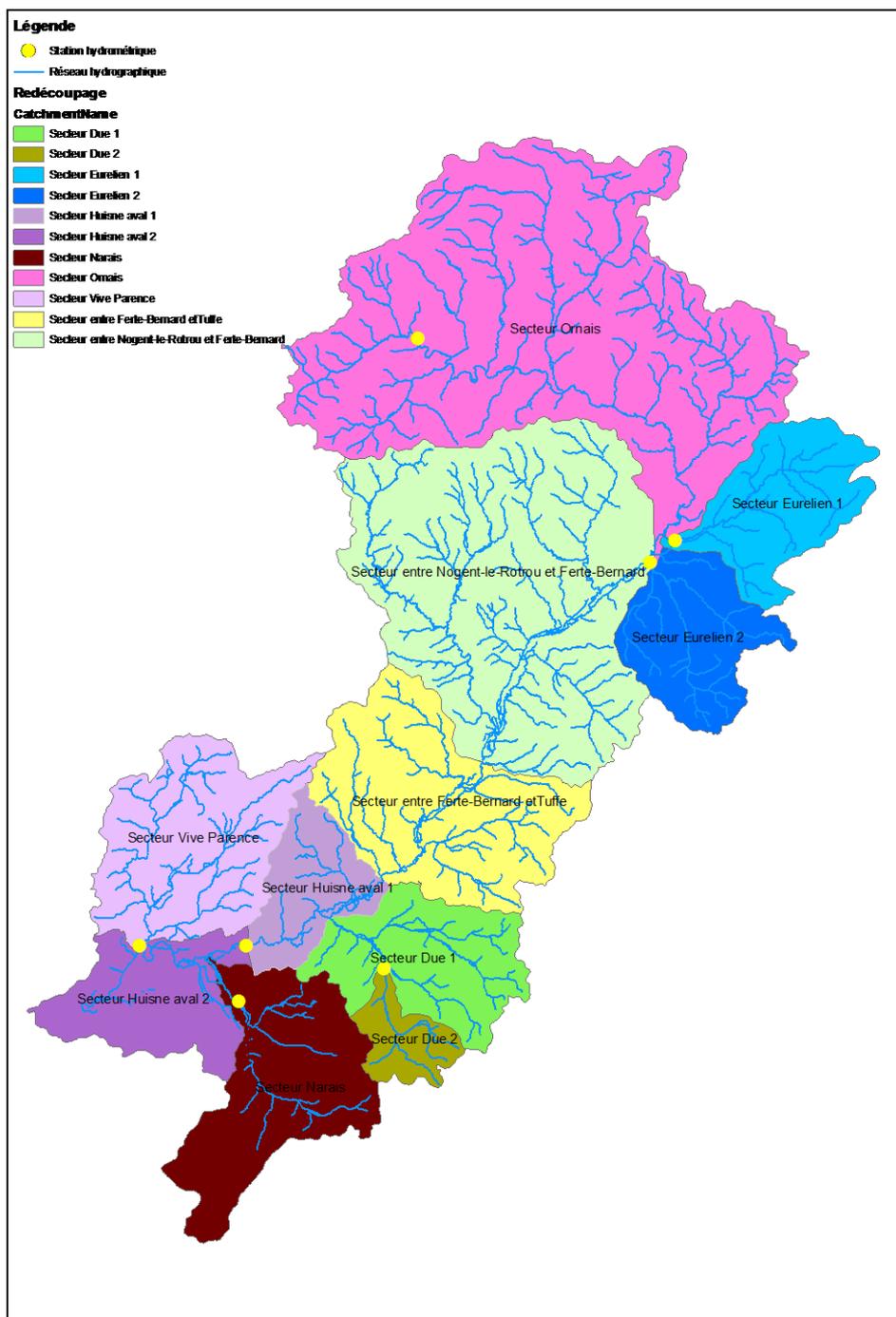


Figure 2-12 : Localisation des sites où le protocole Estimhab a été mis en œuvre



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Les espèces cibles pour l'étude étaient la **Loche Franche**, le **Vairon adulte** et la **gilde « Berge »**.

Le **5^{ème} du module désinfluencé** a été pris pour valeur pour le débit biologique optimal, et le **10^{ème} du module désinfluencé** pour le débit biologique de survie.

✓ **Cas de la Sarthe amont**

Sur le bassin versant de la Sarthe Amont, le protocole ESTIMHAB a été mis en œuvre sur 2 sites :

- Sur la Sarthe à Saint-Cénéri-le-Gerei ;
- Sur l'Orne Saosnoise à Montbizot.

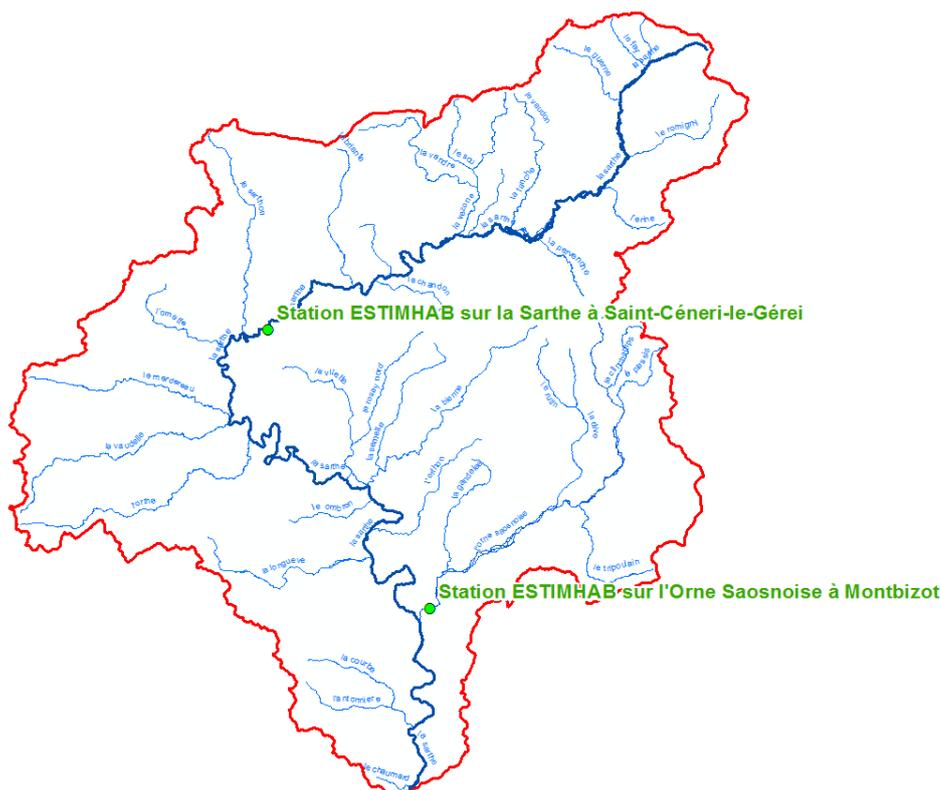


Figure 2-13: Localisation des sites où le protocole Estimhab a été mis en œuvre

Les espèces cibles pour cette étude font partie des **guildes « mouille », « berge »** et **« chenal »**.

Les débits biologiques optimaux ont été pris égaux pour chaque sous bassin au **QMNA5 désinfluencé**. Les débits biologiques de survie sont **compris entre le VCN3 et le VCN10 de période retour 5 ans**, période de retour au-delà de laquelle les conditions peuvent être considérées exceptionnellement défavorables pour les habitats aquatiques.

2.6.1.2 Proposition de valeurs pour les affluents de la Sarthe

Pour assurer une cohérence à l'échelle du territoire, il est proposé de conserver la même logique que sur l'Huisne et la Vaige, à savoir des valeurs proches du 1/5e module désinfluencé comme valeur de débit biologique optimal et des valeurs proches du 1/10e module désinfluencé comme débit de survie.

Les valeurs retenues sur la Sarthe amont ne semblent pas adaptées sur le territoire. Elles apparaissent trop faibles pour constituer les débits biologiques de référence.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Sur la base de cette hypothèse, les résultats obtenus sur les affluents de la Sarthe sont présentés dans le tableau ci-après.

Les valeurs ont été arrondies pour plus de facilité de contrôle et d'analyse.

Tableau 2-7 : Synthèse débits biologiques optimaux et de survie

Sous bassin versant	Débit biologique de survie (m ³ /s)	Débit biologique optimal (m ³ /s)
Orne Champenoise	0.05	0.10
Gée	0.10	0.20
Vézanne	0.05	0.15
Deux Fonds	0.05	0.10
Vègre	0.30	0.65
Treulon	0.10	0.20
Erve	0.30	0.60
Vaige	0.15	0.30
Taude	0.05	0.10
Voutonne	0.05	0.15
Baraize	0.05	0.10

2.6.2 Cas particulier de la Sarthe

Afin de prendre en compte les spécificités du fonctionnement de la Sarthe et de correspondre aux observations de terrain, il a été jugé peu pertinent d'extrapoler les résultats du protocole ESTIMHAB obtenus sur la Vaige à l'axe Sarthe.

Ainsi, des valeurs de débits biologiques plus faibles sont proposées prenant en compte le caractère fortement modifié de cette masse d'eau. Le débit biologique optimal (DOB) est ainsi fixé à 1/10^{ème} du module désinfluencé et le débit biologique de survie (DBs) à 1/20^{ème} du module désinfluencé.

Sur la base de cette hypothèse, les résultats obtenus sur l'axe Sarthe sont présentés dans le tableau ci-après. Les valeurs ont été arrondies pour plus de facilité de contrôle et d'analyse.

Sous bassin versant	Débit biologique de survie (m ³ /s)	Débit biologique optimal (m ³ /s)
Sarthe amont	1.90	3.90
Sarthe médian	2.60	5.20
Sarthe aval	2.70	5.40



DETERMINATION DU DEBIT « PLANCHER » EN PERIODE DE HAUTES EAUX

3.1 Avant-propos

En période de hautes eaux, les apports en eau sont naturellement plus abondants et variables qu'en période d'étiage, structurant ainsi différemment les besoins des espèces présentes. Un débit seuil doit permettre, entre autres, la remise en eau d'annexes hydrauliques lorsqu'elles existent, la mobilité des espèces sur un cours d'eau, l'oxygénation des milieux.

En parallèle, le maintien de variations de débits significatives peut favoriser la fonctionnalité de frayères, mais aussi garantir une certaine dynamique morphogène sur les cours d'eau, ou encore limiter le colmatage des cours d'eau en favorisant la remise en suspension des particules fines (chasses naturelles). A ce titre, il convient de maintenir un débit minimum en cours d'eau (débit plancher de hautes eaux), mais aussi un débit maximal au-delà duquel le prélèvement ne peut être autorisé afin d'assurer les variations de débits évoquées ci-dessus.

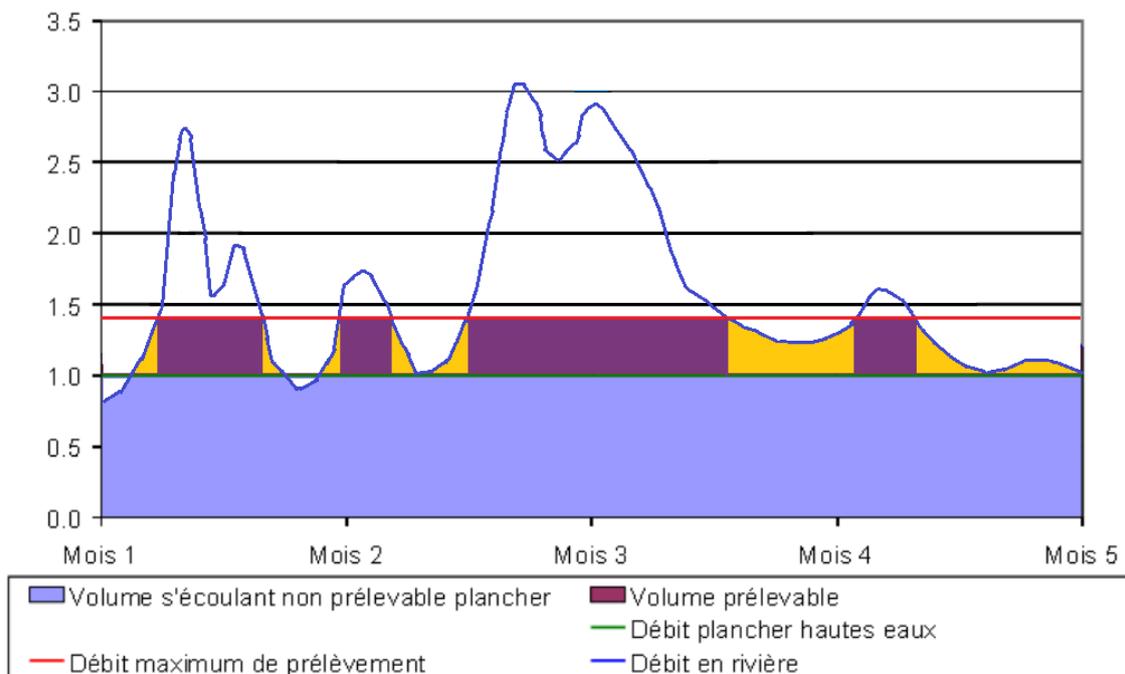


Figure 3-1 : Schéma de principe pour le calcul du volume prélevable en période de hautes eaux



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

3.2 Scénario retenu pour la détermination des Volumes Prélevables en période hivernale

Dans le cadre du SDAGE 2016-2021, les règles de bornage des volumes prélevables en hautes eaux sur le bassin Loire-Bretagne sont les suivantes :

- Le débit plancher de prélèvement de hautes eaux est fixé par défaut au module interannuel du cours d'eau ;
- Par défaut, les prélèvements en période de hautes eaux sont autorisés au-delà du débit plancher à hauteur d'un débit maximal égal à 20 % du module interannuel.

A noter que sur le bassin versant de la Sarthe aval, il a été retenu de valoriser le débit désinflué comme débit « plancher » en période hivernale. En effet, cette valeur présente l'avantage :

- De s'affranchir des usages (prélèvements / rejets) sur le territoire,
- D'être une valeur fixe et non dépendante de l'évolution des usages,
- D'être une valeur reconnue et communément admise notamment pour la définition des débits réservés.

Sur le bassin versant de la Sarthe aval, les bornes inférieures et supérieures par unité de gestion sont rappelées dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Débit « plancher » et débit maximal de prélèvement en période hivernale

Unité	Débit « plancher » = module désinflué (m ³ /s)	Débit maximal de prélèvement = 1,2 x module désinflué (m ³ /s)
Sarthe amont	38.98	46.78
Orne Champenoise	0.52	0.62
Gée	0.79	0.94
Vézanne	0.58	0.69
Deux Fonds	0.48	0.58
Vègre	3.24	3.89
Treulon	0.87	1.05
Erve	2.93	3.52
Vaige	1.55	1.86
Taude	0.49	0.59
Voutonne	0.63	0.75
Baraize	0.39	0.47
Sarthe médian	51.93	62.31
Sarthe aval	53.68	64.41



DEFINITION DES VOLUMES PRELEVABLES

4.1 Principes de détermination des volumes prélevables

Comme évoqué en introduction du rapport, l'approche retenue pour la détermination des volumes prélevables et des débits objectifs diffère selon les périodes de l'année. L'année est ainsi découpée en deux périodes :

- Période de basses eaux : Juin à septembre
- Période de hautes eaux : Octobre à mars

Des interrogations se sont posées sur l'affectation des mois d'avril / mai à la période de basses eaux comme précisé dans le SDAGE Loire Bretagne. En effet, les conditions hydrologiques constatées sur ces deux mois sont favorables et ne reflètent pas des situations d'étiage sur le bassin versant de la Sarthe aval.

Par ailleurs, cette période est considérée comme sensible pour les populations piscicoles. Lors des études volumes prélevables réalisés sur des bassins versants voisins, les acteurs avaient émis le souhait de préserver cette période sensible et aucun volume prélevable n'était autorisé par défaut.

Sur le bassin de la Sarthe aval, les acteurs ont souhaité saisir l'opportunité de définir des volumes prélevables sur cette période et de tester les deux approches (hautes eaux et basses eaux) avant de statuer sur celle à retenir. Les volumes prélevables obtenus à l'issue de cette analyse ont été présentés aux acteurs lors du groupe de travail du 24 avril 2017. Suite à cette réunion, l'approche haute eaux a été retenue et affectée aux mois d'avril / mai pour la détermination des volumes prélevables. En effet, elle reflète davantage les conditions d'écoulement sur cette période et, est plus sécuritaire pour les milieux.

4.1.1 Méthodologie en période de basses eaux

En période de basses eaux, le calcul des volumes prélevables se base sur deux variables fondamentales :

- Les chroniques de débits désinfluencée obtenues en phase 2 de l'étude ;
- Et le débit « plancher » estival appelé également débit biologique optimal déterminé précédemment dans le rapport.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

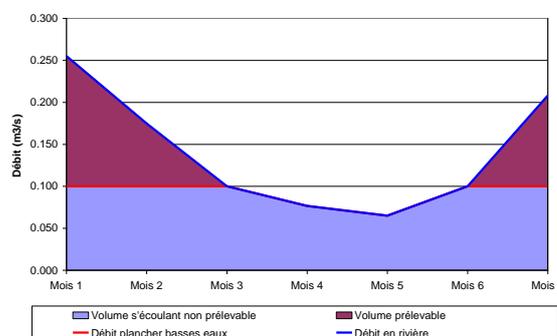
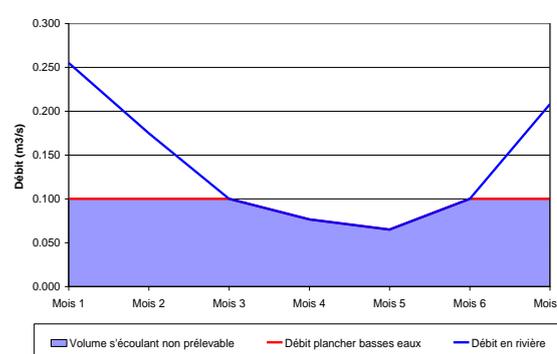
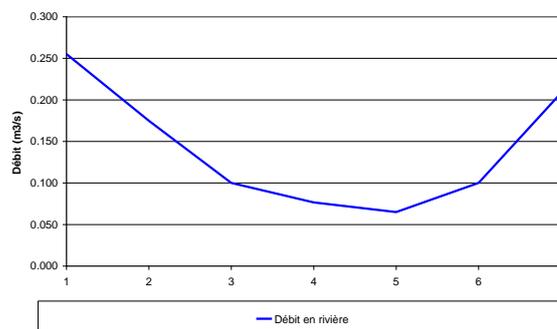
Les modalités de détermination des volumes prélevables sont synthétisées ci-après :

A partir des chroniques de débits désinfluencés obtenues en phase 2, la première étape consiste à calculer le débit mensuel minimal de période de retour 5 ans (QMN5 désinfluencé) par ajustement statistique pour chaque unité de gestion. Les valeurs obtenues représentent les débits qui ont 8 chances sur 10 d'être disponible chaque mois dans le cours d'eau considéré (1).

La deuxième étape du calcul vise à déterminer le débit « plancher » ou débit biologique optimal en dessous duquel les conditions de vie du milieu sont altérées. Cette analyse est présentée en détail dans le présent rapport. Les valeurs obtenues pour chaque unité sont précisées. Ce débit correspond à un seuil bas en-dessous duquel les prélèvements risquent d'impacter le milieu. Le volume prélevable est donc considéré comme nul. (2).

Les volumes prélevables s'obtiennent par soustraction du débit biologique ou débit plancher aux QMN5 désinfluencés obtenus par ajustement statistique. Ces volumes garantissent ainsi le respect du débit biologique sans recours aux premières restrictions de la gestion de crise, 8 années sur 10, dans chaque sous bassin contrôlé par les points stratégiques.

Dans le cas où les débits désinfluencés sont inférieurs au débit plancher fixé, le volume prélevable est nul.



Cette méthode permet d'aboutir aux volumes maximum prélevables sur une unité de gestion donnée :

- En l'absence de prélèvement sur les sous bassins versants amont ;
- Et sans tenir compte des besoins en eau à l'aval pour les usages.

Néanmoins, la détermination des volumes prélevables nécessite une approche intégrée à l'échelle du bassin versant qui pourrait être résumée par le postulat suivant : « le volume prélevable sur une unité donnée devra tenir compte du débit entrant (et donc des prélèvements sur d'éventuelles unités amont), tout en garantissant le débit biologique en son exutoire et les volumes prélevables sur les bassins versants aval ».



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

L'hypothèse implique donc la mise en œuvre d'une solidarité amont-aval sur le bassin versant : ainsi, même si des volumes pourraient être prélevés en plus grande quantité sur une unité amont tout en maintenant le débit biologique à son exutoire (volumes maximum prélevables), ceux-ci peuvent être éventuellement réduits pour permettre le maintien des débits biologiques et des usages à l'aval.

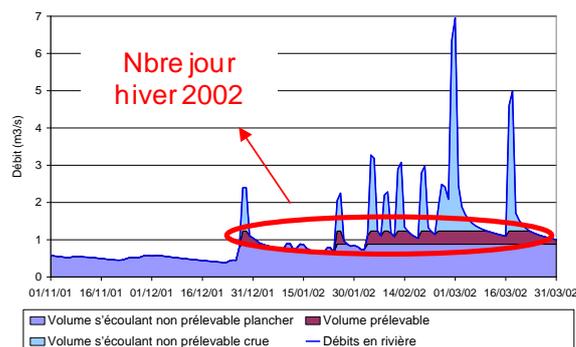
4.1.2 Méthodologie en période de hautes eaux

En période hivernale, le calcul des volumes prélevables est cadré par les orientations du SDAGE Loire-Bretagne « 2016-2021 ». Il se base sur trois variables fondamentales :

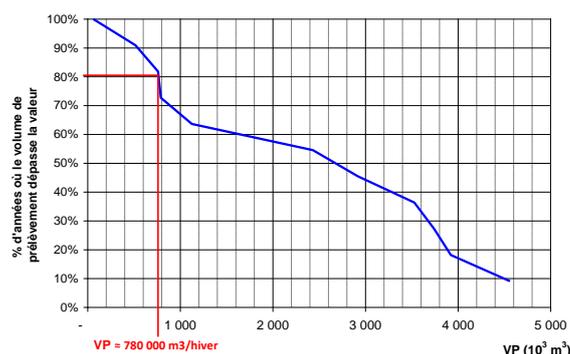
- Les chroniques de débits désinfluencés obtenues en phase 2 de l'étude sur la période 2000-2014 ;
- Le débit « plancher » hivernal pris égal au module désinfluencé du cours d'eau ;
- Et le débit maximal de prélèvement fixé à 0,2 x module désinfluencé (scénario par défaut du SDAGE).

Les modalités de détermination des volumes prélevables sont synthétisées ci-après :

A partir des chroniques de débits désinfluencés obtenues en phase 2, la première étape consiste à calculer le nombre de jours où les conditions de prélèvements sont satisfaites (1).



A partir de ces résultats, la seconde étape consiste à multiplier le nombre de jours par la fraction prélevable pour chaque année. Les volumes sont ensuite classés et un ajustement statistique est réalisé pour déterminer le volume qui sera respecté 8 années sur 10 (2).



Cette méthode permet d'aboutir aux volumes maximum prélevables sur un sous bassin versant donné. Comme pour la période de basses eaux, il convient d'intégrer aux calculs les prélèvements réalisés sur les unités amont et les besoins en eau pour les usages à l'aval du territoire. Une logique de solidarité amont/aval ainsi été mise en œuvre sur le territoire.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Par ailleurs, il est à souligner que le SDAGE « Loire-Bretagne » ne précise pas que les volumes prélevables doivent être satisfaits 8 années sur 10 comme pour la période estivale. En effet, le SDAGE « Loire Bretagne » préconise le maintien du module dans les cours d'eau chaque année.

Sur le bassin de la Sarthe, il a été retenu de conserver la notion statistique du respect des volumes prélevables 8 années sur 10 afin de s'affranchir des années climatiques extrêmes. Cela signifie que pour 2 années sur 10, les volumes prélevables déterminés ne sont pas garantis. Ainsi pour ces années, les volumes prélevables devront nécessairement être revus à la baisse afin de garantir, en tout état de cause, le module dans le cours d'eau.

4.2 Résultats obtenus par unité de gestion

Les paragraphes suivants présentent pour chaque unité de gestion les résultats de la méthodologie explicitée plus haut.

Pour rappel,

- En période hivernale, les résultats chiffrés font état de deux scénarios de gestion des prélèvements : gestion individuelle et gestion collective (la borne inférieure correspondant à une gestion individuelle, la borne supérieure à une gestion collective),
- Les rejets sont considérés comme prélevables,
- Les volumes prélevables définis sur chaque unité de gestion tiennent compte des besoins du milieu et des usages à l'aval ;
- Enfin, pour les unités qui ne sont pas en tête de bassin versant, les débits considérés pour établir les volumes prélevables intègrent de facto les volumes déjà prélevés sur le ou les sous-ensemble(s) en amont de ces masses d'eau.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.1 Unité : Sarthe amont

Les volumes bruts prélevables pour la Sarthe amont sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des résultats obtenus, **l'unité de gestion est largement bénéficiaire** sur l'ensemble du cycle hydrologique. Les volumes prélevables obtenus sont systématiquement supérieurs aux volumes historiquement prélevés. Ainsi, il existe un **potentiel de prélèvements supplémentaire**, sans impacter les milieux en période d'étiage et en respectant les orientations du SDAGE en période hivernale.

Par ailleurs, ce potentiel de prélèvements supplémentaire permet de « provisionner » des volumes sur cette unité afin de garantir les prélèvements à l'aval.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	911 834	791 965	848 214	777 150	790 875	868 083	1 230 994	1 034 395	870 406	780 402	769 548	873 138	10 547 003
dont ESO	250 142	218 532	226 324	212 963	212 502	281 153	485 114	431 867	283 554	213 107	212 294	253 465	3 281 015
dont ESU	661 692	573 433	621 890	564 187	578 373	586 930	745 880	602 528	586 852	567 295	557 254	619 673	7 265 987
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	1 069 834	835 757	897 941	914 538	886 090	1 013 670	1 435 764	1 235 284	989 282	881 719	832 923	927 297	11 920 100
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	719 982	709 358	722 557	684 853	709 968	718 547	750 581	712 026	743 538	698 194	690 969	771 662	8 632 233

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[3 330 908 : 4 104 520]	[3 035 424 : 3 740 409]	[3 330 908 : 4 104 520]	[3 223 459 : 3 972 116]	[3 330 908 : 4 104 520]	11 790 223	7 093 256	5 672 783	5 591 298	[3 330 908 : 4 104 520]	[3 223 459 : 3 972 116]	[3 330 908 : 4 104 520]	[56 284 443 : 62 354 802]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.2 Unité : Orne Champenoise

Les volumes bruts prélevables pour l'Orne Champenoise sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- **En période hivernale, l'unité de gestion est largement bénéficiaire.** Les volumes prélevables sont supérieurs aux volumes de prélèvement historiques. Sur cette période, il existe donc un **potentiel de prélèvements supplémentaire** tout en respectant les orientations du SDAGE.
- **En période d'étiage, l'unité de gestion est déficitaire.** Aucun volume prélevable n'est autorisé entre août et septembre. Le déficit en période d'étiage est délicat à évaluer dans la mesure où une partie des prélèvements actuels est réalisée en eau souterraine et n'influence pas ou peu le débit du cours d'eau. Toutefois, les volumes prélevables obtenus ne permettent pas de garantir, a minima, les prélèvements en eau superficielle. Ainsi, le potentiel de prélèvements manquants est compris entre 20 et 70 000 m³/mois à l'étiage.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est largement supérieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif ne se traduit pas en termes de volumes mais plutôt de répartition des prélèvements sur l'année.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	42 390	28 894	29 908	18 137	19 986	44 755	136 537	118 127	42 167	13 873	14 544	28 814	538 132
dont ESO	1 439	1 157	1 034	610	1 601	12 530	52 095	45 857	14 654	1 446	521	1 215	134 158
dont ESU	40 951	27 737	28 874	17 528	18 386	32 225	84 442	72 270	27 513	12 427	14 023	27 599	403 975
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	58 614	26 642	27 069	32 368	27 257	80 284	211 815	181 264	64 381	24 265	15 423	26 185	775 569
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	13 257	18 019	13 719	10 706	14 733	11 815	14 561	48 811	34 686	6 377	7 971	18 139	212 794

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[82 713 : 108 293]	[75 376 : 98 686]	[82 713 : 108 293]	[80 045 : 104 800]	[82 713 : 108 293]	217 939	67 668	0	0	[82 713 : 108 293]	[80 045 : 104 800]	[82 713 : 108 293]	[934 638 : 1 135 358]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.3 Unité : Gée

Les volumes bruts prélevables pour la Gée sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- **En période hivernale, l'unité de gestion est bénéficiaire** y compris dans le cas d'une année sèche. Les volumes prélevables sont supérieurs aux volumes de prélèvements historiques.
Sur cette période, il existe donc un **potentiel de prélèvements supplémentaire**, tout en respectant les orientations du SDAGE.
- **En période d'étiage, l'unité de gestion est déficitaire.** Le déficit le plus sévère est constaté sur août et septembre où aucun volume prélevable n'est disponible.
A minima, le déficit peut être estimé entre 10 000 et 20 000 m³/mois, ce qui correspond aux prélèvements moyens actuels en eau superficielle.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est largement supérieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif ne se traduit pas en termes de volumes mais plutôt de répartition des prélèvements sur l'année.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	67 224	56 953	58 077	52 602	51 535	64 092	83 085	73 446	57 429	49 317	52 000	66 920	732 681
dont ESO	39 574	37 751	38 029	41 659	41 657	53 466	59 761	53 326	48 144	41 245	41 358	47 636	543 606
dont ESU	27 650	19 201	20 049	10 943	9 878	10 627	23 324	20 120	9 285	8 073	10 642	19 284	189 076
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	79 292	52 696	52 612	59 618	51 700	63 684	86 443	74 488	54 582	49 098	47 714	60 880	732 807
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	39 763	44 091	40 228	37 693	40 354	48 260	51 881	57 839	50 702	37 969	39 969	51 290	540 039

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[141 045 : 167 839]	[128 533 : 152 950]	[141 045 : 167 839]	[136 495 : 162 425]	[141 045 : 167 839]	209 167	24 225	0	0	[141 045 : 167 839]	[136 495 : 162 425]	[141 045 : 167 839]	[1 340 141 : 1 550 388]



4.2.4 Unité : Vézanne

Les volumes bruts prélevables pour la Vézanne sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- L'unité de gestion est **déficitaire sur l'ensemble du cycle hydrologique**. Les volumes prélevables sont inférieurs aux prélèvements historiques.
- **En période d'étiage, un déficit quantitatif important** est identifié. En effet, sur la période critique portant de juillet à septembre, aucun volume prélevable n'est autorisé afin de ne pas impacter les conditions de vie piscicole.
Toutefois, il s'avère délicat d'évaluer le potentiel de prélèvements manquant (ou déficit quantitatif). En effet, une partie des prélèvements actuels est réalisée en eau souterraine et n'influence pas ou peu le débit du cours d'eau. Au minimum, le déficit quantitatif peut être estimé à hauteur des prélèvements superficiels soit entre 10 000 et 20 000 m³/mois en moyenne.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- **En période hivernale** les écarts entre les volumes prélevables et les volumes prélevés se réduisent. Les volumes prélevables sont notamment suffisants pour assurer les prélèvements en eau superficielle. **Il est donc probable que les orientations du SDAGE soient respectées.**
- Enfin, le volume prélevable global est inférieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif se traduit à la fois en termes de volume de prélèvements et de répartition annuelle.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	182 379	135 405	135 259	92 473	84 333	109 084	212 546	182 691	100 995	78 791	90 845	145 773	1 550 575
dont ESO	107 658	84 041	84 221	66 774	63 110	93 827	191 697	165 241	89 817	61 410	65 738	94 710	1 168 243
dont ESU	74 721	51 364	51 038	25 699	21 224	15 257	20 849	17 451	11 178	17 381	25 107	51 063	382 332
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	256 525	137 653	136 266	154 998	116 230	140 685	246 477	209 765	126 133	109 008	101 586	147 599	1 882 925
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	69 311	82 169	70 529	54 045	57 054	70 475	82 207	89 223	75 415	55 646	62 239	92 394	860 709

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[97 972 : 115 427]	[89 281 : 105 187]	[97 972 : 115 427]	[94 811 : 111 703]	[97 972 : 115 427]	32 734	0	0	0	[97 972 : 115 427]	[94 811 : 111 703]	[97 972 : 115 427]	[801 497 : 938 462]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.5 Unité : Deux Fonds

Les volumes bruts prélevables pour les Deux Fonds sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- L'unité de gestion est **déficitaire sur l'ensemble du cycle hydrologique** (exception faite du mois de juin).
- **En période hivernale**, l'unité de gestion **ne respecte pas les orientations du SDAGE**. En effet, les volumes prélevables obtenus ne permettent pas de garantir a minima les prélèvements en eau superficielle sur tous les mois.
- **En période d'étiage, un déficit quantitatif important est constaté**. En effet, l'écart entre les volumes prélevables et les volumes de prélèvements historiques est très important. Les volumes prélevables permettent de garantir a minima les prélèvements en eau superficielle mais il est probable que l'unité connaisse tout de même une tension quantitative importante.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est inférieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif se traduit à la fois en termes de volume de prélèvements trop importants et de répartition annuelle.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	169 670	131 234	128 844	102 026	99 620	146 999	298 669	258 244	137 871	92 698	99 902	145 072	1 810 849
dont ESO	107 389	89 890	88 984	81 696	82 841	132 905	272 504	235 640	126 566	79 034	80 378	104 770	1 482 596
dont ESU	62 282	41 344	39 859	20 330	16 779	14 094	26 166	22 604	11 305	13 664	19 524	40 302	328 253
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	188 460	116 034	115 208	131 044	109 960	157 751	279 223	236 888	136 368	104 371	98 648	131 220	1 805 176
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	76 995	85 864	77 924	73 210	80 831	96 144	104 406	145 690	122 030	73 556	77 726	100 714	1 115 091

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[42 290 : 49 824]	[38 539 : 45 404]	[42 290 : 49 824]	[40 926 : 48 217]	[42 290 : 49 824]	267 153	178 885	109 606	55 269	[42 290 : 49 824]	[40 926 : 48 217]	[42 290 : 49 824]	[942 756 : 1 001 873]



4.2.6 Unité : Vègre

Les volumes bruts prélevables pour la Vègre sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- **En période hivernale, l'unité de gestion est largement bénéficiaire.** Les volumes prélevables sont supérieurs aux volumes historiquement prélevés sur l'ensemble de la période hivernale. Sur cette période, il existe donc un **potentiel de prélèvements supplémentaire** tout en respectant les orientations du SDAGE.
- A l'inverse, **en période d'étiage, un déficit important est constaté** sur les mois d'août et de septembre où aucun volume prélevable n'est disponible.
Le déficit en période d'étiage est délicat à évaluer dans la mesure où une partie des prélèvements actuels est réalisée en eau souterraine et n'influence pas ou peu le débit du cours d'eau. Toutefois, les volumes prélevables obtenus ne permettent pas de garantir, a minima, les prélèvements en eau superficielle. Ainsi, le potentiel de prélèvements manquants avoisine au minimum, 60 000 à 150 000 de m³/mois entre août et septembre.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est largement supérieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif ne se traduit pas en termes de volumes mais plutôt de répartition des prélèvements sur l'année.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	195 092	151 633	154 442	116 583	117 382	163 231	303 755	258 671	142 207	105 706	115 207	165 117	1 989 026
dont ESO	75 116	68 278	70 021	70 678	72 095	92 446	122 289	107 842	83 006	69 996	70 609	82 105	984 480
dont ESU	119 976	83 354	84 421	45 905	45 287	70 785	181 466	150 829	59 201	35 710	44 598	83 013	1 004 546
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	248 117	149 506	150 812	167 468	141 441	185 280	298 044	250 716	152 279	130 847	124 158	164 436	2 163 106
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	97 042	108 959	98 304	81 607	90 746	102 153	114 887	134 616	112 202	83 031	89 219	121 485	1 234 251

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[368 610 : 398 106]	[335 911 : 362 790]	[368 610 : 398 106]	[356 720 : 385 264]	[368 610 : 398 106]	870 305	348 439	0	0	[368 610 : 398 106]	[356 720 : 385 264]	[368 610 : 398 106]	[4 111 146 : 4 342 593]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.7 Unité : Treulon

Les volumes bruts prélevables pour le Treulon sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- **En période hivernale, l'unité de gestion est bénéficiaire.** Les volumes prélevables sont supérieurs aux volumes historiquement prélevés sur l'ensemble de la période hivernale.
Il existe donc un **potentiel de prélèvements supplémentaire**, en particulier pour les mois d'octobre et novembre tout en respectant les orientations du SDAGE.
- En revanche, **à l'étiage, un déficit important est constaté.** Entre les mois de juin et septembre, aucun volume prélevable n'est autorisé afin de ne pas impacter les conditions de vie piscicole.
Il s'avère délicat d'évaluer le potentiel de prélèvements manquant (ou déficit quantitatif). En effet, une partie des prélèvements actuels est réalisée en eau souterraine et n'influence pas ou peu le débit du cours d'eau. Toutefois, les volumes prélevables obtenus ne permettent pas de garantir, a minima, les prélèvements en eau superficielle. Au minimum, le déficit quantitatif peut être estimé à hauteur des prélèvements superficiels soit entre 20 000 et 40 000 m³/mois en moyenne.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est supérieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif ne se traduit pas en termes de volumes mais plutôt de répartition des prélèvements sur l'année.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	126 916	89 741	90 432	48 527	41 794	31 670	38 546	33 084	23 462	35 179	48 655	90 017	698 024
dont ESO	12 783	8 825	8 756	4 243	3 891	6 157	15 620	12 598	3 790	2 855	4 437	8 725	92 681
dont ESU	114 133	80 916	81 676	44 284	37 903	25 513	22 926	20 486	19 673	32 325	44 218	81 291	605 344
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	159 139	75 056	74 977	83 592	55 845	35 018	35 064	30 227	24 994	47 296	46 183	74 462	741 851
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	40 425	52 418	41 482	17 134	18 768	22 026	34 502	25 999	15 606	19 310	26 190	53 154	367 014

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[133 353 : 155 307]	[121 523 : 141 530]	[133 353 : 155 307]	[129 051 : 150 297]	[133 353 : 155 307]	0	0	0	0	[133 353 : 155 307]	[129 051 : 150 297]	[133 353 : 155 307]	[1 046 390 : 1 218 659]



4.2.8 Unité : Erve

Les volumes bruts prélevables pour l'Erve sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- **En période hivernale, l'unité de gestion est bénéficiaire.** Les volumes prélevables sont du même ordre de grandeur ou supérieurs aux volumes historiquement prélevés. Le **potentiel de prélèvements supplémentaire** reste toutefois relativement **limité afin de respecter les orientations du SDAGE**
- **En revanche, l'unité de gestion est déficitaire à l'étiage.** Aucun volume prélevable n'est autorisé entre juillet et septembre afin de ne pas impacter les conditions de vie piscicole.
Le déficit en période d'étiage est délicat à évaluer dans la mesure où une partie des prélèvements actuels est réalisée en eau souterraine et n'influence pas ou peu le débit du cours d'eau. Toutefois, les volumes prélevables obtenus ne permettent pas de garantir, a minima, les prélèvements en eau superficielle. Ainsi, le potentiel de prélèvements manquants avoisine au minimum, 100 000 à 200 000 de m³/mois entre juin et septembre.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est inférieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif se traduit à la fois en termes de volume de prélèvements et de répartition annuelle.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	332 847	286 069	290 269	266 216	263 626	324 311	394 142	344 951	280 327	251 361	264 525	336 536	3 635 180
dont ESO	157 312	150 459	151 764	164 651	163 384	201 922	204 022	182 921	180 641	162 470	164 683	189 960	2 074 188
dont ESU	175 535	135 610	138 505	101 565	100 242	122 389	190 120	162 031	99 686	88 891	99 842	146 576	1 560 992
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	390 429	287 245	289 102	325 224	298 575	371 066	445 292	385 555	305 568	284 228	279 339	339 796	4 001 420
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	230 789	248 404	232 968	229 881	236 538	283 365	296 605	272 253	255 277	231 638	238 727	291 254	3 047 701

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[339 849 : 408 762]	[309 701 : 372 501]	[339 849 : 408 762]	[328 886 : 395 577]	[339 849 : 408 762]	25 414	0	0	0	[339 849 : 408 762]	[328 886 : 395 577]	[339 849 : 408 762]	[2 692 132 : 3 232 879]



4.2.9 Unité : Vaige

Les volumes bruts prélevables pour la Vaige sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- **En période hivernale, le déficit quantitatif est relativement faible** et les volumes prélevables obtenus sont du même ordre de grandeur que les volumes de prélèvement historiques. Il n'y a pas de déficit quantitatif avéré et **le respect des orientations du SDAGE est probable.**
- **En période d'été, un déficit quantitatif est constaté.** Aucun volume prélevable n'est autorisé entre juin et septembre afin de ne pas impacter les conditions de vie piscicole. Le déficit constaté en période d'été est délicat à évaluer dans la mesure où une partie des prélèvements actuels est réalisée en eau souterraine et n'influence pas ou peu le débit du cours d'eau. Toutefois, le potentiel de prélèvements manquants avoisine au minimum, 40 000 à 70 000 m³/mois entre juin et septembre.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est inférieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif se traduit à la fois en termes de volume de prélèvements et de répartition annuelle.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	252 221	200 120	202 406	156 652	148 946	156 846	166 609	148 661	133 912	138 808	155 325	221 197	2 081 701
dont ESO	77 871	74 683	75 748	82 146	81 768	100 319	100 195	90 167	90 141	81 138	82 110	94 254	1 030 540
dont ESU	174 350	125 437	126 658	74 506	67 177	56 527	66 414	58 493	43 771	57 670	73 214	126 944	1 051 160
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	304 958	188 189	189 489	211 653	175 868	178 607	190 276	166 905	145 080	162 658	159 814	209 511	2 283 008
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	139 115	158 624	141 146	114 402	119 505	140 806	159 529	141 596	122 474	117 287	127 068	176 644	1 658 197

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[207 386 : 245 260]	[188 989 : 223 503]	[207 386 : 245 260]	[200 696 : 237 349]	[207 386 : 245 260]	0	0	0	0	[207 386 : 245 260]	[200 696 : 237 349]	[207 386 : 245 260]	[1 627 311 : 1 924 501]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.10 Unité : Taude

Les volumes bruts prélevables pour la Taude sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- **En période hivernale**, l'unité de gestion est **globalement déficitaire** de décembre à mars. Les volumes prélevables sont inférieurs aux prélèvements historiques sur cette période et **ne respectent pas les orientations du SDAGE**. L'unité de gestion est en revanche bénéficiaire sur le reste de la période hivernale. Sur ces mois, il existe donc un potentiel de prélèvements supplémentaire en respectant les orientations du SDAGE.
- **En période d'étiage, un déficit quantitatif est constaté**. Aucun volume prélevable n'est autorisé de juillet à septembre afin de ne pas impacter les conditions de vie piscicole. Toutefois, il s'avère délicat d'évaluer le déficit quantitatif en période d'étiage car une partie des prélèvements actuels est réalisée en eau souterraine et n'influence pas ou peu le débit du cours d'eau. Les volumes prélevables déterminés sur les mois de juillet à septembre ne permettent pas de garantir, a minima, les prélèvements en eau superficielle. Ainsi, le potentiel de prélèvements manquants avoisine au minimum, 10 000 à 30 000 m³/mois sur ces mois déficitaires.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est inférieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif se traduit à la fois en termes de volume de prélèvements et de répartition annuelle.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	110 613	80 807	81 559	51 285	46 394	40 195	38 204	33 901	32 003	39 440	49 632	82 858	686 890
dont ESO	18 913	16 786	17 237	16 026	15 659	18 202	17 965	16 117	16 143	14 997	15 939	19 566	203 551
dont ESU	91 699	64 020	64 322	35 259	30 735	21 993	20 239	17 784	15 861	24 443	33 693	63 292	483 339
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	136 703	69 391	69 316	78 408	56 647	43 115	37 145	33 136	32 457	49 590	47 617	71 818	725 344
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	39 616	49 604	40 583	24 441	26 211	29 962	39 184	31 845	23 600	24 871	29 828	52 468	412 213

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[53 492 : 66 004]	[48 746 : 60 149]	[53 492 : 66 004]	[51 766 : 63 875]	[53 492 : 66 004]	59 061	0	0	0	[53 492 : 66 004]	[51 766 : 63 875]	[53 492 : 66 004]	[478 800 : 576 981]



4.2.11 Unité : Voutonne

Les volumes bruts prélevables pour la Voutonne sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- L'unité de gestion est **déficitaire sur l'ensemble du cycle hydrologique**. En effet, les volumes prélevables sont inférieurs aux prélèvements historiques sur toute l'année.
- **En période hivernale**, les volumes prélevables permettent de garantir, a minima, les prélèvements en eau superficielle. Cependant, les écarts entre volumes prélevables et volumes historiques apparaissent élevés. **Il est probable que les orientations du SDAGE ne soient pas respectées.**
- **En période d'étiage, un déficit quantitatif est constaté.** Les volumes prélevables ne permettent pas de garantir, a minima, les prélèvements en eau superficielle pour les mois de juillet à septembre pour lesquels aucun volume prélevable n'est autorisé afin de ne pas impacter les conditions de vie piscicole. Ainsi, le potentiel de prélèvements manquants sur ces mois avoisine au minimum, 25 000 à 75 000 m³/mois. **Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.**
- Enfin, le volume prélevable global est nettement inférieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif se traduit à la fois en termes de volume de prélèvements et de répartition annuelle.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	153 616	118 879	118 828	90 676	88 933	137 321	318 223	282 708	137 841	82 391	88 236	131 590	1 749 243
dont ESO	96 316	79 288	78 929	68 985	68 571	109 034	242 350	216 528	111 390	66 590	68 302	91 917	1 298 200
dont ESU	57 301	39 591	39 899	21 691	20 362	28 287	75 873	66 180	26 452	15 801	19 934	39 672	451 043
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	193 670	111 606	110 946	126 805	103 045	163 141	334 374	286 615	143 153	98 372	89 030	123 076	1 883 832
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	74 265	86 637	75 538	64 829	77 005	86 367	101 227	234 066	177 355	63 412	68 979	98 202	1 207 881

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[63 905 : 79 978]	[58 236 : 72 883]	[63 905 : 79 978]	[61 844 : 77 398]	[63 905 : 79 978]	28 184	0	0	0	[63 905 : 79 978]	[61 844 : 77 398]	[63 905 : 79 978]	[529 633 : 655 753]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.12 Unité : Baraize

Les volumes bruts prélevables pour la Baraize sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des volumes prélevables calculés les observations suivantes peuvent être faites :

- **En période hivernale**, les volumes prélevables sont supérieurs aux prélèvements historiques sur l'ensemble de la période (exception faite du mois de janvier). Sur cette période, il existe donc un **potentiel de prélèvements supplémentaire** tout en respectant les orientations du SDAGE.
- En revanche en **période d'étiage un déficit quantitatif important** est identifié. En effet, sur la période critique portant de juin à septembre, aucun volume prélevable n'est autorisé afin de ne pas impacter les conditions de vie piscicole. Le déficit quantitatif peut être estimé à hauteur des prélèvements superficiels soit entre 20 000 et 45 000 m³/mois a minima.
Les conditions de prélèvement actuelles sont donc susceptibles d'impacter les milieux.
- Enfin, le volume prélevable global est légèrement inférieur aux prélèvements historiques. Ainsi, le déséquilibre quantitatif se traduit surtout en termes de répartition annuelle.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	54 807	38 948	39 980	24 878	24 470	27 438	46 423	38 924	20 945	19 486	22 879	39 960	399 137
dont ESO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dont ESU	54 807	38 948	39 980	24 878	24 470	27 438	46 423	38 924	20 945	19 486	22 879	39 960	399 137
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	76 893	37 588	38 342	43 541	33 648	39 100	56 749	46 846	25 783	27 865	24 324	37 561	488 239
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	24 937	31 568	25 591	14 390	16 849	16 583	23 568	18 888	13 256	14 197	17 070	31 986	248 882

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[42 579 : 49 156]	[38 802 : 44 795]	[42 579 : 49 156]	[41 206 : 47 570]	[42 579 : 49 156]	0	0	0	0	[42 579 : 49 156]	[41 206 : 47 570]	[42 579 : 49 156]	[334 109 : 385 715]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.13 Unité : Sarthe médian

Les volumes bruts prélevables pour la Sarthe médian sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des résultats obtenus, **l'unité de gestion est bénéficiaire** sur l'ensemble du cycle hydrologique. Les volumes prélevables obtenus sont supérieurs aux volumes historiquement prélevés. Ainsi, il existe un **potentiel de prélèvements supplémentaire**, sans impacter les milieux en période d'étiage et en respectant les orientations du SDAGE en période hivernale. Le potentiel de prélèvements supplémentaire disponible en période d'étiage provient des volumes provisionnés sur l'unité de gestion de la Sarthe amont.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	527 084	460 379	467 183	455 297	477 263	750 744	1 539 656	1 347 869	766 208	453 204	434 479	546 161	8 225 528
dont ESO	72 717	53 496	55 381	37 250	34 652	40 153	74 496	67 246	40 614	31 991	36 500	56 841	601 336
dont ESU	454 367	406 883	411 801	418 048	442 611	710 591	1 465 161	1 280 624	725 594	421 214	397 979	489 320	7 624 192
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	631 371	471 981	476 546	547 463	529 997	966 790	1 851 864	1 592 000	910 543	536 825	463 757	562 722	9 541 860
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	396 064	426 807	400 561	431 912	469 951	524 113	539 424	773 918	707 832	411 082	414 616	501 749	5 998 029

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[4 002 270 : 4 728 286]	[3 647 229 : 4 308 842]	[4 002 270 : 4 728 286]	[3 873 164 : 4 575 761]	[4 002 270 : 4 728 286]	5 475 870	3 493 831	1 658 431	1 076 091	[4 002 270 : 4 728 286]	[3 873 164 : 4 575 761]	[4 002 270 : 4 728 286]	[43 109 130 : 48 806 017]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.14 Unité : Sarthe aval

Les volumes bruts prélevables pour la Sarthe aval sont présentés dans le tableau suivant. Les volumes prélevables obtenus sont comparés avec les prélèvements bruts historiques moyens sur la période 2000-2014, de l'année 2005 sèche et 2007 humide.

Au vu des résultats obtenus, **l'unité de gestion est largement bénéficiaire sur l'ensemble du cycle hydrologique**. Les volumes prélevables obtenus sont supérieurs aux volumes historiquement prélevés. Ainsi, il existe un **potentiel de prélèvements supplémentaire**, sans impacter les milieux en période d'étiage et en respectant les orientations du SDAGE en période hivernale.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevés en moyenne sur la période 2000 - 2014 (m3)													
Prélèvements totaux	227 960	171 171	176 529	136 643	142 698	186 929	291 201	247 626	149 877	113 015	117 710	181 525	2 142 883
dont ESO	13 570	9 568	9 444	5 236	4 629	4 223	6 997	6 122	3 559	3 943	5 455	9 534	82 281
dont ESU	214 389	161 603	167 085	131 406	138 069	182 705	284 204	241 503	146 317	109 072	112 255	171 992	2 060 602
Volumes prélevés en 2005 - année sèche (m3)													
Prélèvements totaux	314 094	168 307	175 290	208 570	182 496	278 839	387 941	331 214	193 308	157 828	122 674	175 731	2 696 291
Volumes prélevés en 2007 - année humide (m3)													
Prélèvements totaux	104 575	129 440	107 469	91 986	115 452	103 928	128 564	153 099	128 433	79 188	81 830	136 278	1 360 243

Volumes prélevables (m3)													
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Volumes prélevables	[4 811 113 : 5 500 431]	[4 384 321 : 5 012 490]	[4 811 113 : 5 500 431]	[4 655 916 : 5 322 998]	[4 811 113 : 5 500 431]	11 303 312	7 048 549	5 447 932	4 948 431	[4 811 113 : 5 500 431]	[4 655 916 : 5 322 998]	[4 811 113 : 5 500 431]	[66 499 942 : 71 908 865]



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

4.2.15 En synthèse

Les constats précédents pour chaque unité de gestion sont succinctement rappelés ci-après :

Tableau 9 : Identification des unités de gestion présentant des problématiques quantitative

Unité	Constats	
	Période estivale	Période hivernale
Sarthe amont	Pas de déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE
Orne Champenoise	Déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE
Gée	Déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE
Vézanne	Déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE probable
Deux Fonds	Fort Déficit quantitatif avéré	Non-respect des orientations du SDAGE
Vègre	Déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE
Treulon	Déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE
Erve	Déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE
Vaige	Fort déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE probable
Taude	Fort déficit quantitatif avéré	Non-respect des orientations du SDAGE
Voutonne	Fort déficit quantitatif avéré	Non-respect des orientations du SDAGE probable
Baraize	Déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE
Sarthe médian	Pas de déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE
Sarthe aval	Pas de déficit quantitatif avéré	Respect des orientations du SDAGE



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

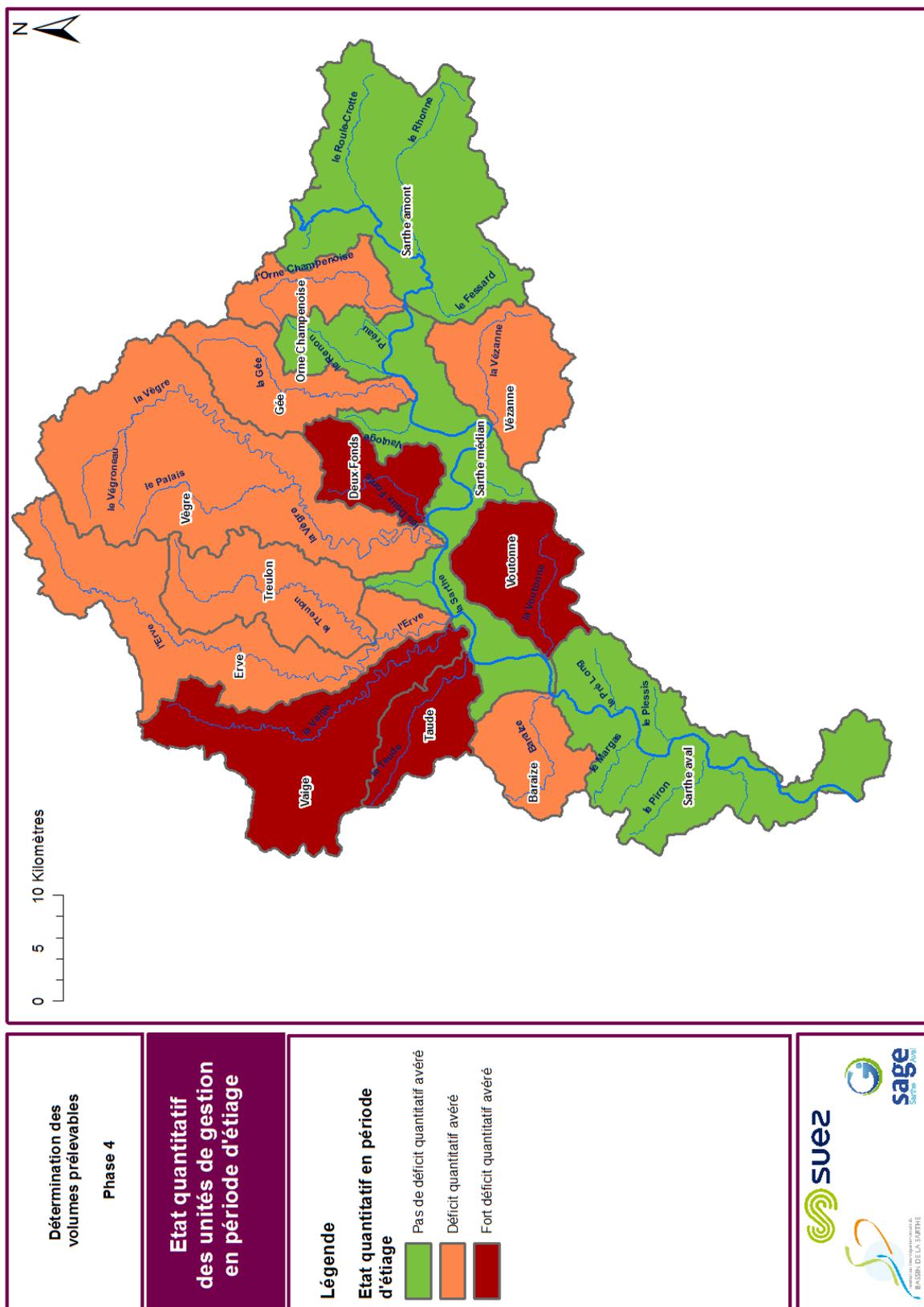


Figure 4-1 : Etat quantitatif des unités de gestion en période d'été



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

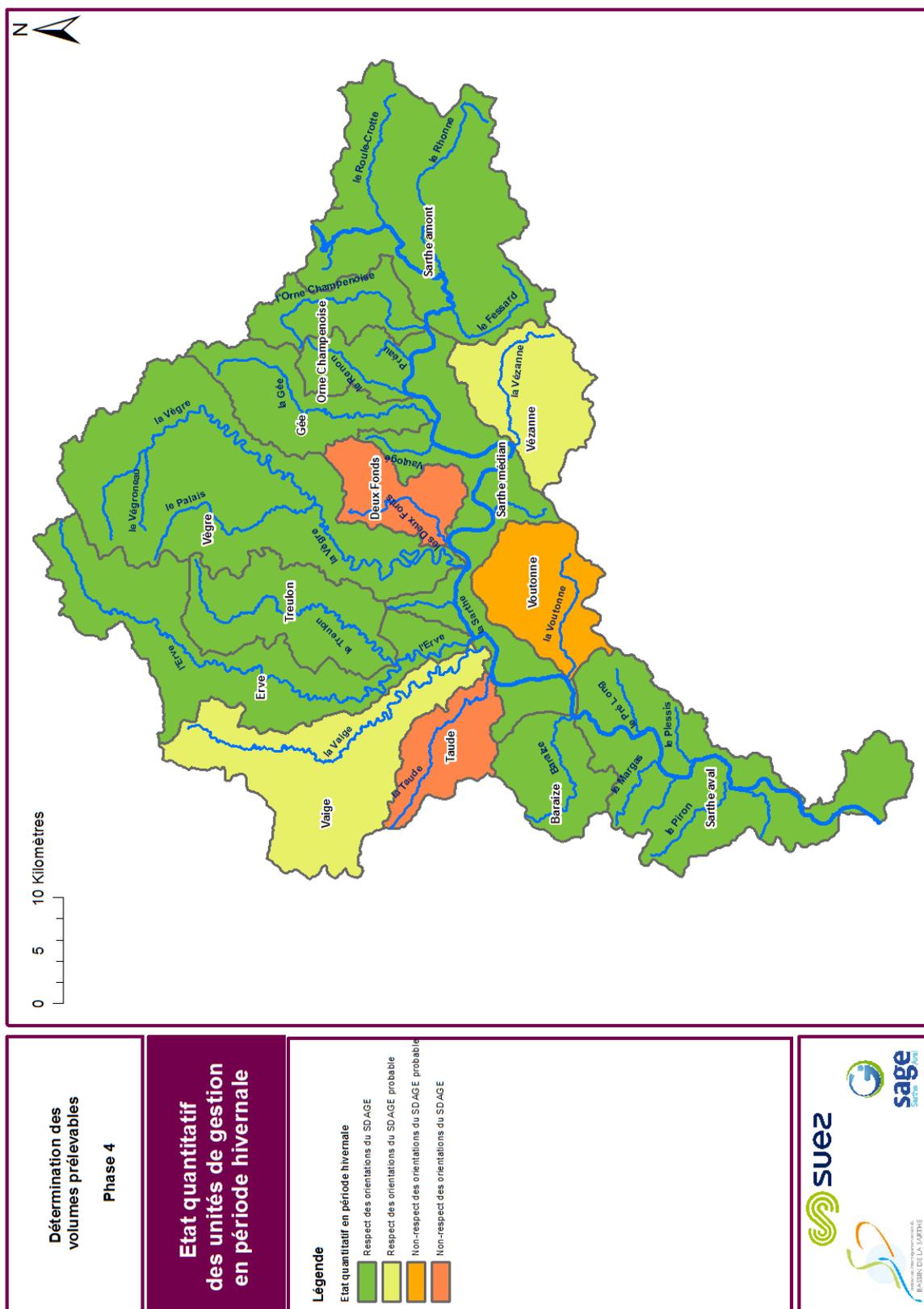


Figure 4-2: Etat quantitatif des unités de gestion en période hivernale



4.3 Limites de l'exercice

Les résultats obtenus précédemment doivent nécessairement être analysés à la lumière des données d'entrée et de la robustesse du modèle.

Concernant les données d'entrée, les principales incertitudes portent sur :

- Les données climatiques et leur répartition spatiale
- L'exhaustivité des données de prélèvements et de rejets,
- La robustesse des données annuelles collectées,
- Les hypothèses de répartition des volumes annuels au pas de temps mensuels.

Concernant le modèle, les principales incertitudes portent sur :

- L'approche simplifiée pour les aquifères souterrains,
- La fiabilité du calage,
- L'absence de station hydrométrique de référence pour 3 unités de gestion.

Pour les données d'entrée, la marge d'erreur reste difficile à appréhender. Les informations ont été collectées auprès des principaux services compétents. Les incertitudes pesant sur ces données sont indépendantes de la prestation et ne sont pas issues de l'analyse.

En revanche concernant la modélisation, il est possible de quantifier la marge d'erreur sur les volumes prélevables à l'échelle du bassin versant. La fiabilité du calage explique la majorité des écarts constatés.

L'analyse a porté sur les unités jaugées afin de pouvoir comparer et quantifier les écarts entre les débits mesurés et les débits simulés.

A l'échelle du bassin versant, le calage du modèle occasionne une sous-estimation des volumes prélevables de l'ordre de -10 à -15% entre juin et septembre.

Hors période d'étiage, la marge d'erreur est faible. Elle est comprise entre 0% et +5% sur le bassin versant.



ANALYSE DES DEBITS OBJECTIFS FIXES DANS LE SDAGE LOIRE-BRETAGNE

5.1 Rappels réglementaires

L'arrêté du 17 mars 2006 relatif au contenu des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux, modifié par Arrêté du 27 janvier 2009 précise dans son article 6 que :

« II.-Les objectifs de quantité en période d'étiage sont définis aux principaux points de confluence du bassin et autres points stratégiques pour la gestion de la ressource en eau appelés points nodaux. Ils sont constitués, d'une part, de débits de crise en dessous desquels seuls les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits, d'autre part, dans les zones du bassin où un déficit chronique est constaté, de débits objectifs d'étiage permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux. »

5.2 Valeurs des DOE du SDAGE Loire Bretagne

Sur le territoire de la Sarthe aval, un point de référence (appelé aussi point nodal) est recensé. Il permet un suivi de l'état quantitatif de la ressource en eau à l'échelle du bassin Loire-Bretagne. Le SDAGE Loire-Bretagne « 2016-2021 » définit pour chaque point nodal des valeurs de référence à savoir :

- Un Débit Objectif d'Étiage,
- Un débit Seuil d'Alerte,
- Un Débit de Crise.

Le point nodal et les valeurs de référence pour la Sarthe aval sont indiqués dans le tableau ci-après :

Tableau 10 : Point nodal du SDAGE Loire-Bretagne sur le bassin versant de la Sarthe aval

Cours d'eau	Code	Localisation	DOE (m ³ /s)	DSA (m ³ /s)	DCR (m ³ /s)
Sarthe	Sr1	Saint-Denis d'Anjou	8.6	7.0	5.0



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Cette partie s'attache à l'analyse du DOE. Les DSA et DCR seront abordés dans les paragraphes suivants du présent rapport.

5.3 Analyse du franchissement des DOE

Une analyse comparative des chroniques de débits mensuelles avec la valeur de DOE fixée dans le SDAGE Loire-Bretagne a été menée pour le point nodal précédent. Cette analyse permet de mettre en évidence le respect ou non de la valeur de DOE, 8 années sur 10, sur le bassin versant. Le dépassement du DOE est signalé dès que le débit sur 1 mois est inférieur au débit seuil.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Tableau 11 : Analyse du franchissement du DOE pour les point nodal présent sur le bassin versant de la Sarthe aval

Cours d'eau	Code	Localisation	Fréquence de franchissement du DOE	Année de franchissement	Respect du DOE 8 années sur 10
Sarthe	Sr1	Saint-Denis d'Anjou	9 années sur 45 (1971-2015)	1974 / 1976 / 1991 / 1992 / 1996 / 1998 / 2005 / 2006 / 2009	Oui Franchissement 2 années sur 10

La valeur de DOE fixée dans le SDAGE Loire-Bretagne est respectée sur le bassin versant de la Sarthe. Le DOE est franchi 1 année sur 5 pour la Sarthe à Saint-Denis d'Anjou ce qui correspond à la fréquence de franchissement maximale possible pour respecter le DOE.

5.4 Proposition de valeurs pour les DOE

5.4.1 Principes de détermination des débits objectifs d'étiage

Pour rappel, le débit d'objectif se définit comme le débit transitant au droit d'un point de référence et qui permet d'assurer, en moyenne 8 années sur 10, les besoins du milieu naturel et les usages à l'aval. Le débit d'objectif intègre les débits naturels disponibles pour une période de retour 8 années sur 10 et éventuellement les volumes prélevables associés.

En période de basses eaux, le débit d'objectif au droit d'un point de référence intègre le débit biologique et potentiellement les débits « provisionnés » pour assurer des volumes prélevables sur les bassins aval.

Compte-tenu des déséquilibres quantitatifs identifiés, aucun volume n'a pu être provisionné sur les bassins amont pour l'aval du bassin versant.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

5.4.2 Résultats obtenus pour chaque unité de gestion et mise en perspective des valeurs du SDAGE

Les débits objectifs proposés pour chaque unité de gestion de la Sarthe aval sont présentés dans le tableau suivant du mois de juin à septembre.

Tableau 12 : proposition de valeurs de DOE et comparaison avec les valeurs fixées dans le SDAGE Loire-Bretagne

Unité	Juin	Juillet	Août	Septembre	Rappel DOE SDAGE
Sarthe amont	8.40	6.50	6.00	6.10	
Orne Champenoise	0.10	0.10	0.10	0.10	
Gée	0.20	0.20	0.10	0.10	
Vézanne	0.10	0.10	0.03	0.02	
Deux Fonds	0.10	0.10	0.10	0.10	
Vègre	0.60	0.60	0.60	0.50	
Treulon	0.10	0.03	0.02	0.01	
Erve	0.60	0.40	0.20	0.20	
Vaige	0.20	0.10	0.10	0.04	
Taude	0.10	0.10	0.04	0.03	
Voutonne	0.10	0.10	0.04	0.02	
Baraize	0.10	0.03	0.02	0.01	
Sarthe médian	9.10	7.40	7.00	7.00	8.6

Pour le point nodal Sr1 – Sarthe à Saint-Denis d'Anjou, le DOE obtenu dans le cadre de cette étude est inférieure à la valeur actuellement fixée dans le SDAGE pour la période juillet-septembre. Ce constat est cohérent avec le fait qu'aucun constat de déficit quantitatif n'ait été constaté sur la Sarthe.



ANALYSE DU DISPOSITIF DE GESTION DE CRISE

6.1 Description du dispositif de gestion de crise actuel

6.1.1 Seuils de référence dans les arrêtés départementaux

La gestion de la crise sur le territoire du SAGE Sarthe aval est régie par les derniers arrêtés cadre départementaux suivants :

- Maine-et-Loire : dernier arrêté cadre en date du 19 mai 2014 ;
- Mayenne : dernier arrêté cadre en date du 8 janvier 2015 ;
- Sarthe : dernier arrêté cadre en date du 26 décembre 2011 ;

Dans les arrêtés cadres départementaux, des unités de gestion (ou zones d'alerte) sont définies. Sur chaque unité des seuils de gestion sont mis en place au niveau d'une ou plusieurs stations hydrométriques de référence. Les stations de référence sur le territoire du SAGE Sarthe aval sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 6-1 : Bilan de la gestion des crises d'étiage sur le bassin versant du Sarthe aval

Département	Unité de gestion (ou zone d'alerte)	Station de suivi	Débits seuils (l/s)			
			Alerte	Alerte renforcée	Coupure	Crise
Maine-et-Loire	SARTHE	La Sarthe à Saint Denis d'Anjour (Beffes)	Alerte	Alerte renforcée	Coupure	Crise
			9000	7000	5500	5000
Mayenne	SARTHE AVAL	La Vaige à Bouessay	Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise
			95	45	15	6
Sarthe			Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise
	LES DEUX-FONDS	Les Deux-Fonds à Avoise	120	80	50	40
	GEE	La Gée à Fercé-sur-Sarthe	200	100	70	40
	AFFLUENTS DE LA SARTHE MEDIANE	L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans	65	50	40	25
	SARTHE AVAL	La Sarthe à Saint Denis d'Anjour (Beffes)	9000	7000	5500	5000
	VEGRE	La Vègre à Asnières-sur-Vègre	960	640	480	320



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

6.1.2 Analyse critique du dispositif de gestion de crise

A partir du tableau précédent, plusieurs constats peuvent être faits :

- La station hydrométrique de la Sarthe à Saint-Denis d'Anjou sert de référence pour les départements du Maine-et-Loire et de la Sarthe. Elle est également définie comme point nodal dans le SDAGE Loire-Bretagne. Les seuils de débits définis dans les arrêtés préfectoraux sont identiques et correspondent à ceux indiqués dans le SDAGE. En revanche une confusion est apportée par la dénomination des seuils de débits selon les départements. En effet, le seuil d'alerte du SDAGE et du département de la Sarthe correspond au seuil d'alerte renforcée pour le département du Maine-et-Loire.
- Ainsi, il pourrait être intéressant que les arrêtés départementaux reprennent a *minima* :
 - La même terminologie : vigilance, alerte, alerte renforcée, crise ou autre dénomination commune,
 - Une description identique des usages concernés et des mesures de restriction / d'interdiction des usages de l'eau.

Précisons ici qu'il ne s'agit uniquement que de recommandations suite à une analyse des arrêtés cadre départementaux et des valeurs seuils.

6.1.3 Analyse du franchissement des DSA / DCR pour les points nodaux du SDAGE

Une analyse comparative des chroniques de débits journalières avec les valeurs de DSA/DCR fixées dans le SDAGE Loire-Bretagne a été menée pour le point nodal précédent (Sr1).

L'objectif est de mettre en évidence la pertinence des valeurs fixées vis-à-vis de l'hydrologie du cours d'eau.

Le dépassement des objectifs d'étiage est signalé dès que le débit sur 5 jours consécutifs est inférieur aux débits seuils. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6-2 : Analyse du franchissement du DSA et du DCR

	Débit seuil d'alerte	Débit de Crise
Station hydrométrique de la Sarthe à Saint-Denis d'Anjou		
Fréquence annuelle de franchissement	8 années sur 45 (1971-2015)	4 années sur 45 (1971-2015)
Durée moyenne de franchissement (jours)	27	24
Durée maximale de franchissement (jour)	67	53

A partir du tableau précédent, plusieurs constats peuvent être faits :

Le seuil d'alerte est franchi assez rarement sur la Sarthe. Le débit mesuré est inférieur au seuil d'alerte moins d'une année sur cinq. La durée de franchissement reste modérée et s'étend généralement sur 1 mois pendant la période estivale. Les mois d'août et de septembre ressortent comme les plus critiques en période d'étiage.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Le seuil de crise est rarement franchi sur la Sarthe. Le débit mesuré est inférieur au DCR moins d'une année sur dix. De même que pour le DSA, la durée de franchissement reste relativement courte et s'étend généralement sur moins d'un mois. Le mois d'août apparaît le plus sensible.

6.2 Révision des valeurs seuils de gestion de crise

6.2.1 Méthodologie générale

Le SDAGE Loire-Bretagne apporte en ces termes la définition du débit de crise (DCR) et du débit seuil d'alerte (DSA) :

« Le DSA est un débit moyen journalier. En dessous de ce débit, une des activités utilisatrices d'eau ou une des fonctions du cours d'eau est compromise. Le DSA est donc un seuil de déclenchement de mesures correctives. La fixation de ce seuil tient également compte de l'évolution naturelle des débits et de la nécessaire progressivité des mesures pour ne pas atteindre le DCR.

Le DCR est un débit moyen journalier. C'est la valeur du débit en dessous de laquelle seules les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits. A ce niveau, toutes les mesures de restriction des prélèvements et des rejets doivent donc avoir été mises en œuvre. »

Le débit de crise est donc calculé par sommation des besoins du milieu naturel et de l'alimentation en eau potable. Le DSA, lui, est un débit intermédiaire qui doit entraîner le déclenchement de mesures de restriction.

Généralement, la valeur minimale de DOE à chaque point de référence est retenue comme débit seuil d'alerte (DSA).

Pour le DCR, la méthodologie proposée repose sur les étapes suivantes :

- Détermination du débit biologique de crise : ce débit est présenté dans les paragraphes précédents du rapport. Ces valeurs avaient été approchées à l'aide du protocole Estimhab en 1 site du bassin versant puis extrapolées à l'ensemble du territoire à partir des données disponibles sur les bassins versant de l'Huisne et de la Sarthe amont et à partir des dires d'experts.
- Détermination des volumes provisionnés éventuellement en amont pour satisfaire les besoins AEP en aval (usages prioritaires),
- Détermination, pour chaque point de référence stratégique, du DCR par sommation du débit biologique et du débit correspondant aux besoins des usages prioritaires aval.

A noter que les besoins AEP provisionnés sur les bassins versants amont ont été répartis en fonction de l'hydrologie désinfluencée (QMNA5 désinfluencé) de chaque unité.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

6.2.2 Proposition de nouvelles valeurs de DSA / DCR sur l'ensemble des unités de gestion

Selon les principes méthodologiques énoncés précédemment, les valeurs de DSA et de DCR proposées sur le bassin versant de la Sarthe aval sont présentées dans le tableau suivant.

6.2.2.1 Cas des affluents de la Sarthe

Afin d'assurer la cohérence du débit seuil d'alerte (DSA) et du débit de crise (DCR), la valeur du DSA a été volontairement relevée sur certaines unités de gestion, à savoir : l'Orne Champenoise, la Gée, la Vézanne, le Treulon, l'Erve, la Vaige, la Taude, la Voutonne et la Baraize.

Tableau 6-3 : Proposition de DSA et DCR (m³/s)

	Propositions		Valeurs de référence des arrêtés cadres		Remarques par rapport aux éventuelles valeurs seuils existantes (SDAGE & arrêté cadre)
	DSA	DCR	DSA	DCR	
Orne Champenoise	0.10	0.05	0.05	0.025	Les valeurs de DSA et DCR obtenues sont supérieures à celles fixées dans l'arrêté départemental de la Sarthe. L'opportunité de revoir les valeurs à la hausse peut être saisie le cas échéant afin de préserver le milieu.
Gée	0.15	0.08	0.10	0.04	Les valeurs de DSA et DCR obtenues sont supérieures à celles fixées dans l'arrêté départemental de la Sarthe. L'opportunité de revoir les valeurs à la hausse peut être saisie le cas échéant afin de préserver le milieu.
Vézanne	0.10	0.06			-
Deux Fonds	0.10	0.05	0.08	0.04	Les valeurs de DSA et DCR obtenues sont cohérentes avec celles fixées dans l'arrêté départemental de la Sarthe.
Vègre	0.50	0.30	0.64	0.32	La valeur de DCR obtenue est cohérente avec celle fixée dans l'arrêté départemental de la Sarthe. En revanche, la valeur de DSA obtenue dans le cadre de cette étude est moins élevée (moins contraignantes pour les usages) que celle actuellement fixée dans l'arrêté.
Treulon	0.30	0.15	-	-	-
Erve	0.50	0.30	-	-	-
Vaige	0.30	0.15	0.045	0.006	Les valeurs de DSA et DCR obtenues sont largement supérieures à celles fixées dans l'arrêté départemental de la Mayenne. L'opportunité de revoir les valeurs à la hausse peut être saisie le cas échéant pour tenir compte des besoins du milieu mais est susceptible d'impacter les usages sur cette unité de gestion. Un relèvement progressif des valeurs pourrait être envisagé, couplé à la mise en œuvre d'actions visant à préserver l'état quantitatif.
Taude	0.10	0.05	-	-	-
Voutonne	0.10	0.06	-	-	-
Baraize	0.10	0.04	-	-	-



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

6.2.2.2 Cas particulier de la Sarthe

Sur l'axe Sarthe, la détermination des DSA et DCR ne peut se baser uniquement sur des considérations biologiques. En effet, sur ce cours d'eau, il est nécessaire de tenir compte du fonctionnement hydraulique de la Sarthe et des besoins en eau, notamment pour la navigation.

En l'absence d'éléments complémentaires, l'étude ne peut déterminer de DSA/ DCR avec précision, les valeurs des arrêtés cadres sécheresse existants ne sont donc pas remis en cause.

Ainsi, les valeurs de DSA et DCR sont respectivement de $7\text{m}^3/\text{s}$ et $5\text{m}^3/\text{s}$ à Saint-Denis d'Anjou.



DETERMINATION DE LA PIEZOMETRIE OBJECTIF

7.1 Principes de détermination des niveaux objectifs

7.1.1 Définition

Dans le cas d'une nappe en relation avec un cours d'eau dont elle assure le soutien d'étiage, comme c'est le cas pour la Sarthe, l'objectif de gestion n'est pas tant piézométrique que débitmétrique. **Il est nécessaire de définir une cote piézométrique (POE) qui permette de garantir le débit objectif d'étiage (DOE) du cours d'eau, qui constitue donc la contrainte.**

Dans un premier temps, il est nécessaire d'analyser et de déterminer s'il existe ou non des relations entre les niveaux piézométriques, d'un ou de plusieurs piézomètres, et les débits d'étiage du ou des cours d'eau.

La période de basse eau est appropriée pour réaliser des corrélations simples. En effet cette période correspond aux périodes où le débit de ruissellement va être le plus petit possible, voire nul. La corrélation se fait sur une période correspondant à la vidange de la nappe. L'effet ponctuel de la recharge est limité sur cette période.

7.1.2 Points de mesures piézométriques retenus

Les points de suivi quantitatif pris en compte pour la détermination des niveaux objectifs sont présentés dans Tableau 7-1 et localisés à la Figure 7-1.

Ces ouvrages doivent être représentatifs du fonctionnement hydrodynamique de la nappe dans le secteur aquifère qu'ils ont pour objectif de représenter. Pour cela, il est préférable que les niveaux enregistrés ne soient pas directement influencés (proximité immédiate d'un pompage) mais soient néanmoins sensibles aux impacts des prélèvements et des recharges.

De manière générale, le point de suivi de la nappe doit être relativement proche de la station de mesure de débit du cours d'eau.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Tableau 7-1 : Caractéristiques des piézomètres retenus

Code National BSS	Dénomination	Région	Dépt.	Commune	Mode de gisement	Code masse d'eau	Masse d'eau	Période couverte
03213X0011/ST-AEP	La Touche	PAYS DE LA LOIRE	72	Rouesse-Vasse	Libre	FRGG020	Bassin versant de la Sarthe aval	30/05/1996 - 13/01/2015
03567X0041/PZ4	Grez-en-Bouère	PAYS DE LA LOIRE	53	Grez-En-Bouère	Libre	FRGG020	Bassin versant de la Sarthe aval	10/12/2003 - 01/04/2016
03577X0012/PZ13	La Culloterie	PAYS DE LA LOIRE	72	Saint-Pierre-Des-Bois	Libre	FRGG079	Calcaires et marnes du Lias et Dogger mayennais et sarthois Libres	23/06/1993 - 13/01/2015
03581X0003/SPZ5	Les Croix de Menueau	PAYS DE LA LOIRE	72	Coulans-sur-Gée	Captif	FRGG120	Calcaires du Lias et Dogger mayennais et sarthois captifs	25/02/1993 - 23/03/2014
03922X0027/S1	La Richardière	PAYS DE LA LOIRE	72	Parce-sur-Sarthe	Libre	FRGG079	Calcaires et marnes du Lias et Jurassique moyen de la bordure nord-est du massif	25/02/1993 - 22/01/2014
03928X0026/PZ	Le Buisson	PAYS DE LA LOIRE	72	Ligron	Libre	FRGG081	Sables et grès du Cénomaniens sarthois	31/12/1996 - 12/01/2015



Caractérisation de l'état
quantitatif des ressources du
territoire

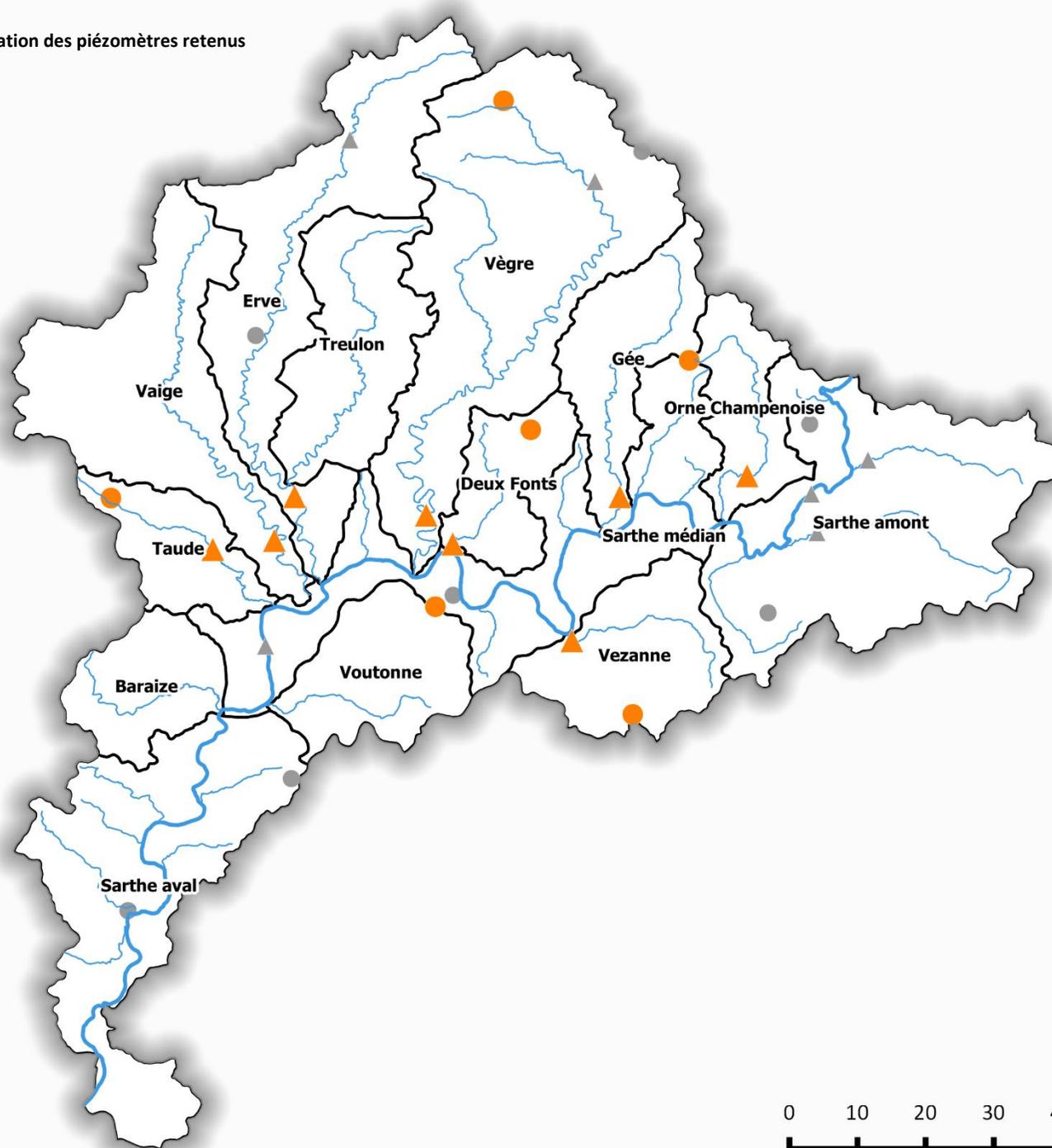
Phase 2

Piézomètres retenus pour la
détermination des niveaux
objectifs

Légende

-  Unité de gestion
-  la Sarthe
-  Affluents de la Sarthe
- Piézomètres**
-  Non retenu
-  Retenu
- Stations débitmétriques**
-  Non retenu
-  Retenu

Figure 7-1 : Localisation des piézomètres retenus



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Le Tableau 7-2 présente le rattachement des piézomètres aux différentes unités de gestion définies sur le secteur d'étude.

Tableau 7-2 : Piézomètres retenus par unité de gestion

Unité de gestion	Code station débitmétrique	Nom station débitmétrique	Piézomètre associé
Baraize			03567X0041/PZ4
Deux Fonds	M0556030	Le Deux Fonds à Avoise [Gué Avezel]	03577X0012/PZ13
Erve	M0633010	L'Erve à Auvers-le-Hamon [Moulin la Roche]	03567X0041/PZ4
Gée	M0535010	La Gée à Fercé-sur-Sarthe [Planche Augis]	03581X0003/SPZ5
Orne Champenoise	M0525210	L'Orne Champenoise à Voivres-lès-le-Mans	03581X0003/SPZ5
Taude	M0674010	La Taude à Saint-Brice	03567X0041/PZ4
Treulon	M0633010	L'Erve à Auvers-le-Hamon [Moulin la Roche]	03567X0041/PZ4
Vaige	M0653110	La Vaige à Bouessay	03567X0041/PZ4
Vègre	M0583020	La Vègre à Asnières-sur-Vègre	03213X0011/ST-AEP
Vézanne	M0544010	La Vézanne à Malicorne-sur-Sarthe	03928X0026/PZ
Voutonne			03922X0027/S1

* s.o. : sans objet

7.1.3 Présentation de la méthodologie retenue

Les chroniques de débits ou de niveaux peuvent présenter des lacunes sur certaines périodes ce qui ne permet pas une corrélation sur l'ensemble des pas de temps. En conséquence, trois types de corrélations ont été réalisés entre les niveaux piézométriques et les débits en cours d'eau :

- les corrélations sur la chronique complète ;
- les corrélations sur les valeurs mensuelles de basses eaux (extraction des valeurs du mois d'octobre) ;
- les corrélations sur les moyennes mensuelles de basses eaux (valeur moyenne du mois d'octobre).

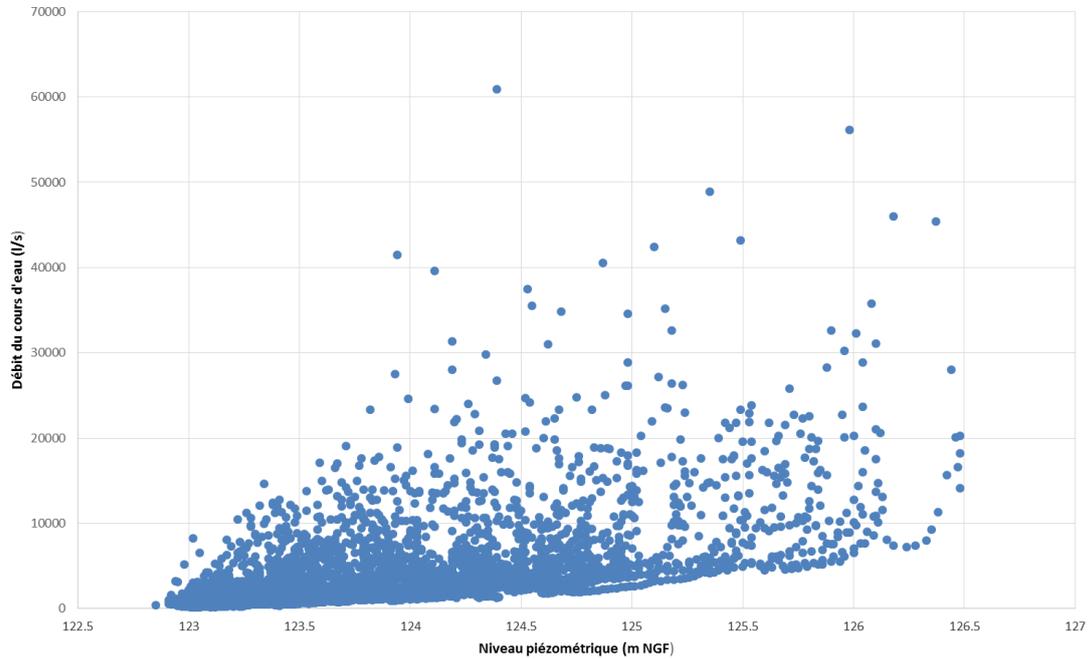
La Figure 7-2 présente un exemple de corrélation réalisé sur le secteur de la Vègre entre le piézomètre référencé 03213X0011/ST-AEP et la station débitmétrique de La Vègre à Asnières-sur-Vègre.



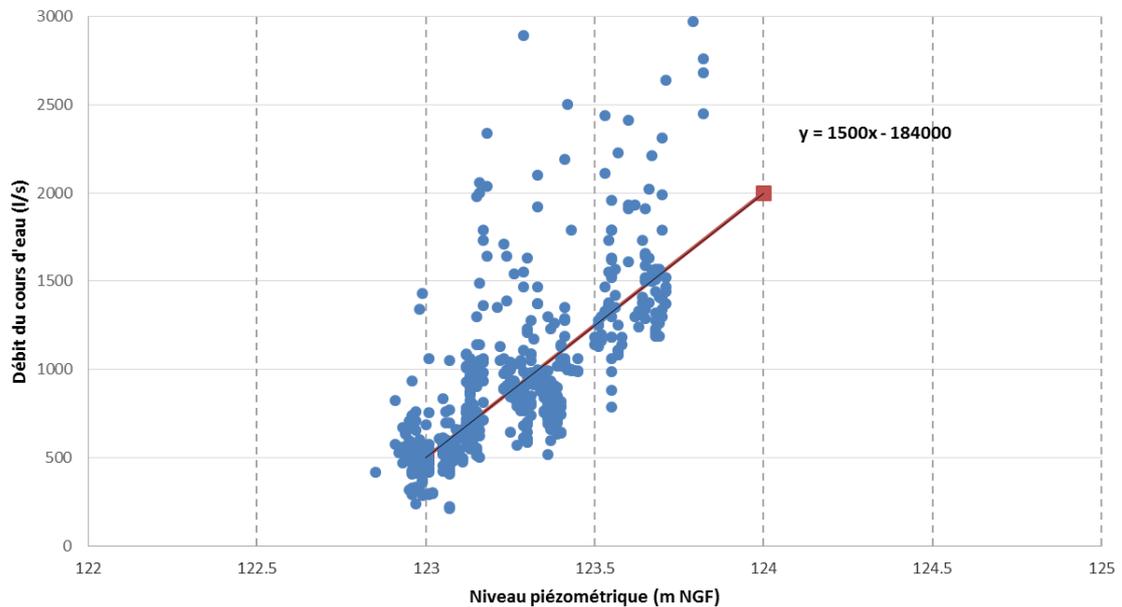
RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

A : Corrélation – Chronique complète



B : Corrélation - Données mensuelles basses eaux



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

C : Corrélation – Moyennes mensuelles basses eaux

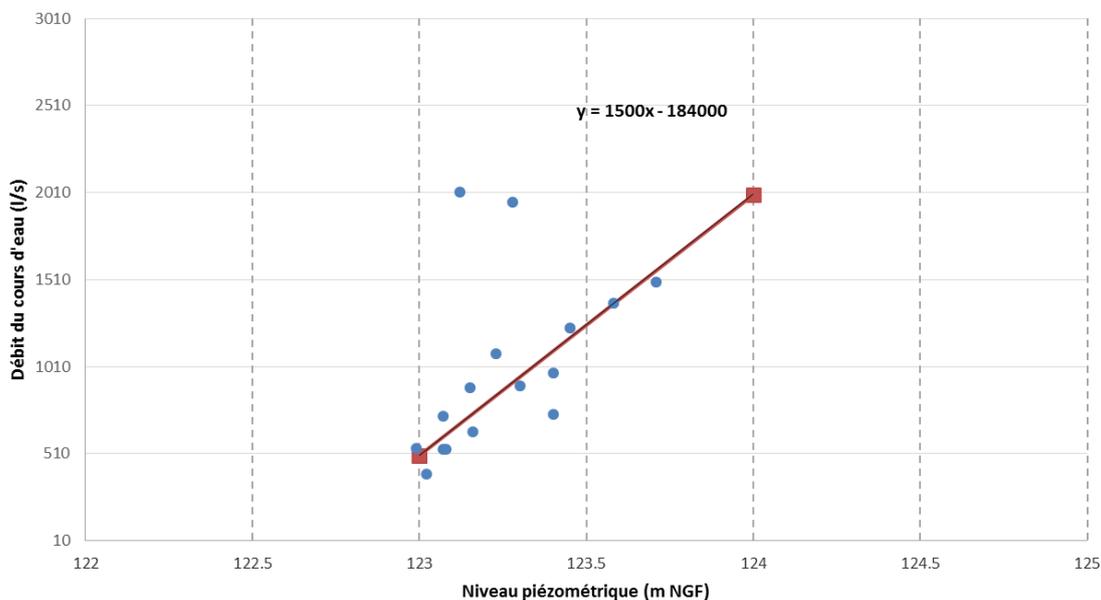


Figure 7-2 : Comparaison des types de corrélation (A, B et C) Niveau piézométrique – Débit rivière

La relation ainsi obtenue (cf. Figure 7-2) permet d'évaluer de manière plus précise les niveaux piézométriques objectifs à partir du débit d'objectif du cours d'eau. Cette méthode permet notamment de lisser les fluctuations des niveaux piézométriques ou/et des débits mesurés (point singulier).

La Figure 7-3 présente un exemple de détermination de piézométrie d'objectif sur le secteur de la Vègre à partir du piézomètre référencé 03213X0011/ST-AEP. Deux valeurs de piézométrie d'objectif ont été retenues :

- piézométrie objectif seuil d'alerte (jaune)
- piézométrie objectif seuil de crise (rouge)

Les valeurs de DSA et de DCR proposées sur le bassin versant du Loir sont présentées au chapitre 6.2.2 dans le Tableau 6-3.

Les résultats pour l'ensemble du secteur d'étude sont présentés au paragraphe suivant.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

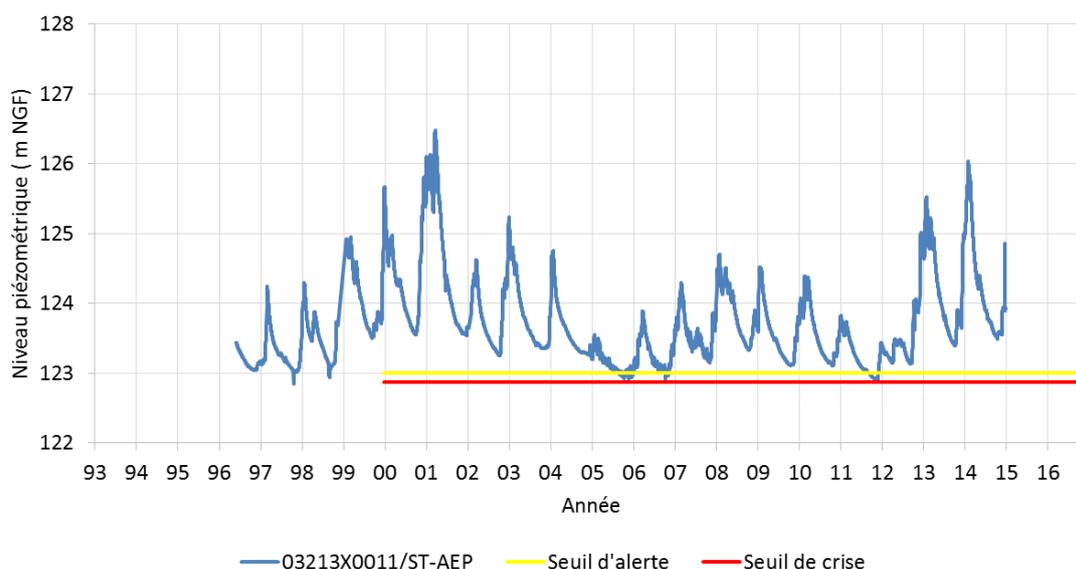


Figure 7-3 : Illustration des niveaux objectifs obtenus sur le secteur de la Vègre

7.2 Résultats obtenus

A partir de la méthodologie décrite au paragraphe précédent, il est possible de déterminer un niveau piézométrique d'objectif à partir de chacun des piézomètres patrimoniaux disponibles sur le secteur d'étude.

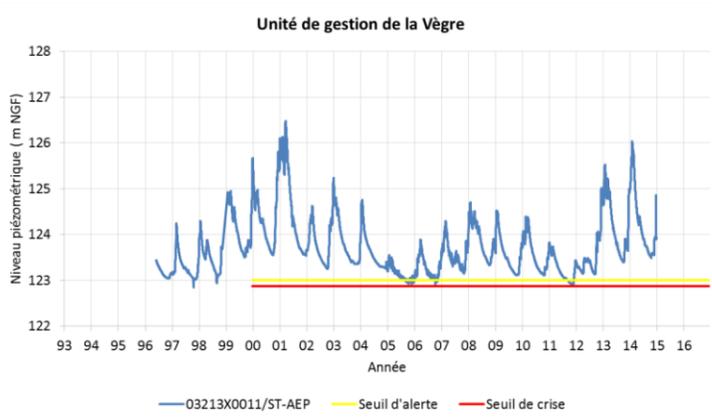
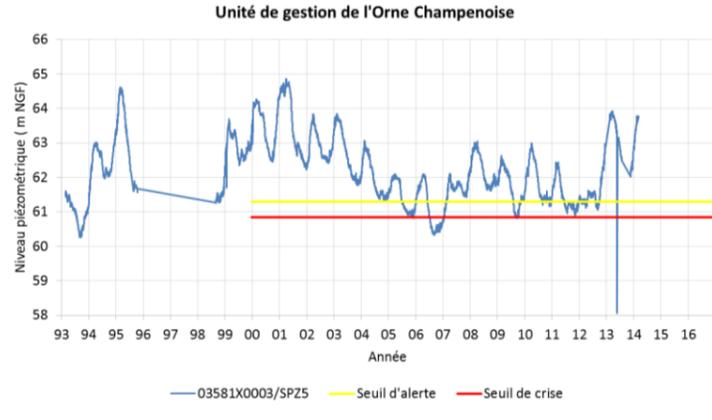
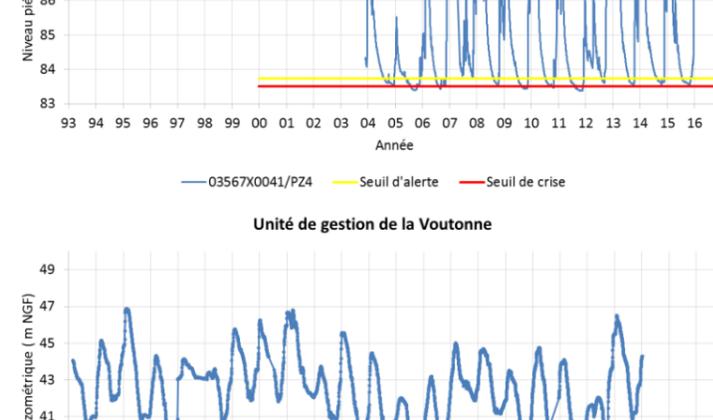
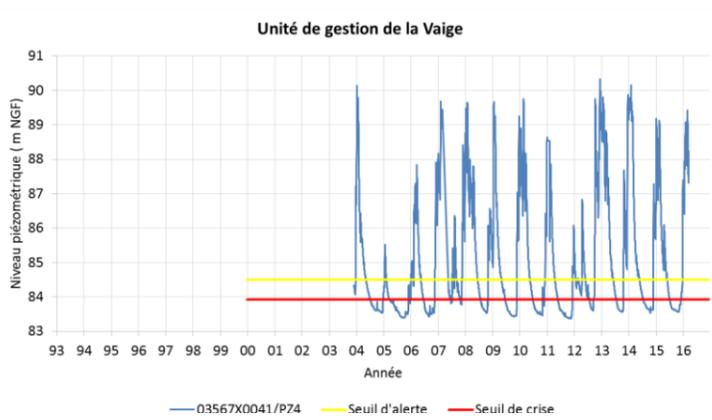
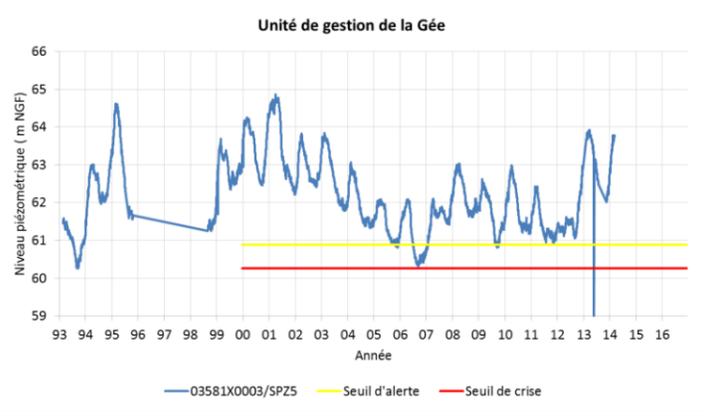
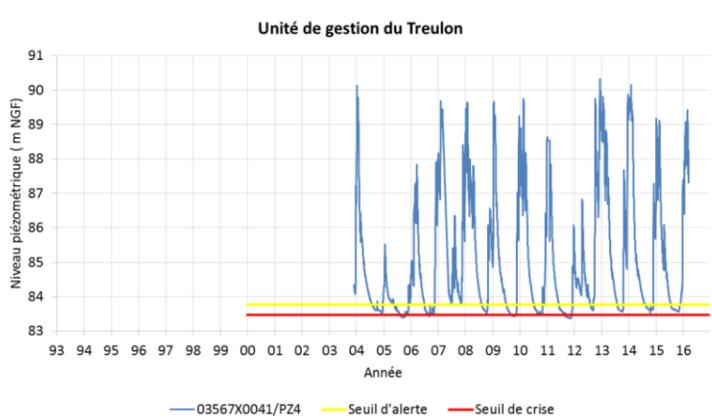
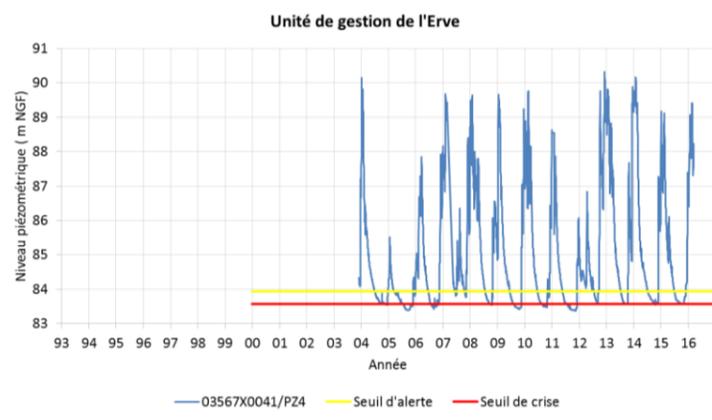
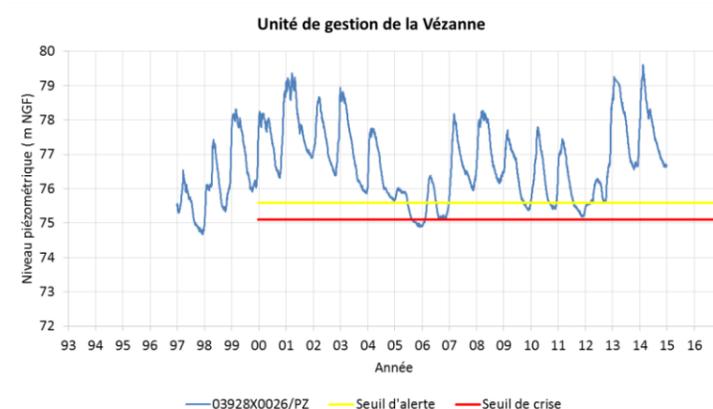
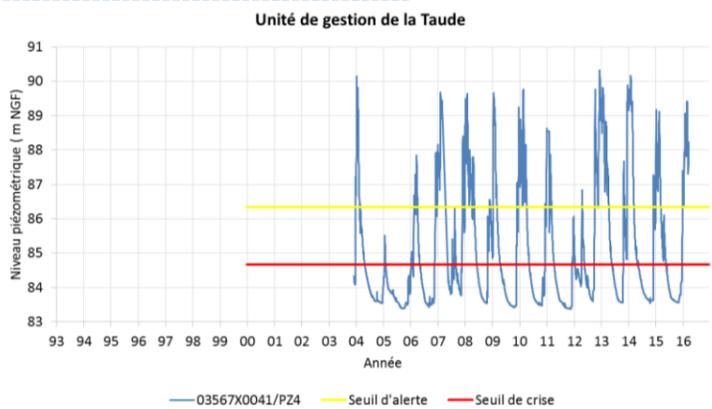
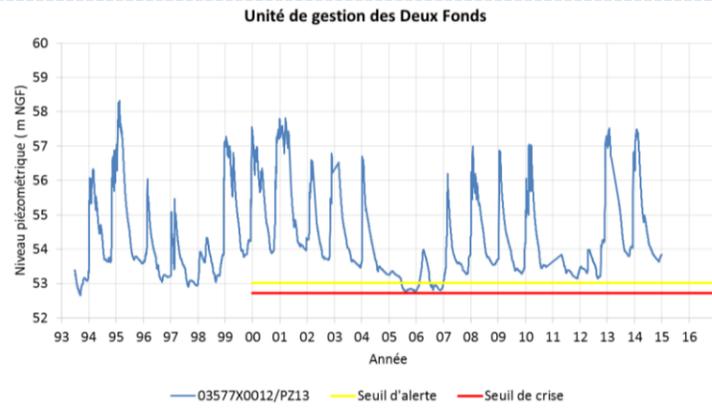
La figure suivante présente les différents seuils piézométriques d'objectif obtenus pour chaque unité de gestion auquel ils sont rattachés. Les valeurs ont été différenciées selon les débits objectifs (DSA et DCR) proposées sur le bassin versant du Loir (voir chapitre 6).

Suite à la demande des membres du groupe de travail du 2 mai 2017, la méthodologie a été adaptée pour proposer des niveaux piézométriques objectifs sur les unités de gestion « Baraize » et « Voutonne », dont les territoires ne bénéficient pas de stations débitométriques et de piézomètres. La corrélation a été réalisée à partir des débits influencés calculés par le modèle hydrologique et de mesures piézométriques disponibles sur les territoires voisins situés au sein de contextes hydrogéologiques similaires.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Le Tableau 7-3 présente les valeurs de piézométrie d'objectif pour les différents seuils (alerte et crise).

Tableau 7-3 : Proposition de valeurs de piézométrie d'objectif pour les différents seuils

Unité de gestion	Code station débitmétrique	Piézomètre associé	Seuil d'alerte		Seuil de crise	
			Débit (m ³ /s)	Piézométrie (m NGF)	Débit (m ³ /s)	Piézométrie (m NGF)
Baraize		03567X0041/PZ4	0.10	83.7	0.04	83.5
Deux Fonds	M0556030	03577X0012/PZ13	0.10	53.0	0.05	52.7
Erve	M0633010	03567X0041/PZ4	0.50	83.9	0.30	83.6
Gée	M0535010	03581X0003/SPZ5	0.15	60.9	0.08	60.3
Orne Champenoise	M0525210	03581X0003/SPZ5	0.10	61.3	0.05	60.8
Taude	M0674010	03567X0041/PZ4	0.10	86.3	0.05	84.7
Treulon	M0633010	03567X0041/PZ4	0.30	83.8	0.15	83.5
Vaige	M0653110	03567X0041/PZ4	0.30	84.5	0.15	83.9
Vègre	M0583020	03213X0011/ST-AEP	0.50	123	0.30	122.9
Vézanne	M0544010	03928X0026/PZ	0.10	75.6	0.06	75.1
Voutonne		03922X0027/S1	0.10	39.5	0.06	39.3

Les résultats obtenus donnent un bon ordre de grandeur et attirent l'attention au droit de ces secteurs sur la vigilance à apporter à l'observation des niveaux piézométriques.

Les unités de gestion concernées par un contexte hydrogéologique de socle sont « la Taude », « la Vaige », « l'Erve » et « le Treulon ». L'analyse réalisée sur ces unités indique un secteur sensible notamment sur les unités de gestion de « la Taude » et de « la Vaige » où les niveaux piézométriques d'alerte ont été franchis annuellement au cours de la période d'étude.

Ce territoire concerné par des aquifères compartimentés et généralement peu productifs nécessite une vigilance. Notons que sur ce territoire, les corrélations se sont appuyées sur un unique point de suivi piézométrique disponible.

Les unités de gestion de « l'Orne Champenoise », « la Gée » et « les Deux Fonds » sont concernées par les nappes des calcaires du Jurassique. L'analyse de ce secteur a permis d'identifier une sensibilité des unités plus accrue en amont par rapport à l'aval. L'unité de « l'Orne champenoise » est concernée plus régulièrement à des dépassements des niveaux piézométriques d'alerte que les unités de « la Gée » et des « Deux Fonds » situées plus en aval.

Le comportement observé sur ces unités est similaire à celui observé sur l'unité de gestion de « la Vézanne » située en rive gauche de la Sarthe dans les formations cénomaniennes.



PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ÉVOLUTION DES USAGES

8.1 Évolution des données météorologiques

8.1.1 Les scénarii d'évolution climatique du GIEC

L'organisme qui fait référence en matière d'études sur le changement climatique est le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Le GIEC a publié en 2014 son cinquième rapport. Le GIEC développe dans ce rapport **quatre scénarii dits « RCP »** (Representative Concentration Pathways) d'évolution du climat. Ces scénarii sont détaillés ci-dessous :

- RCP2.6 : correspond à un scénario avec une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂ afin de limiter le réchauffement planétaire à 2°C en 2100. Il exige que l'on investisse dans l'atténuation sans tarder et que l'on adopte des techniques à émissions négatives plus tard au cours du présent siècle (pic puis déclin) ;
- RCP4.5 : correspond à un scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂ avant 2100 (stabilisation sans dépassement) ;
- RCP6.0 : correspond à un scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂ après 2100 (stabilisation sans dépassement) ;
- RCP8.5 : Scénario sans politique climatique (concentration en CO₂ croissante).

D'autres analyses, plus anciennes, s'appuient sur les **scénarii SRES** du quatrième rapport du GIEC, à savoir :

- Le scénario A1 est associé à une croissance économique rapide, une population mondiale atteignant un maximum au milieu du siècle avant de décliner et de nouvelles technologies plus efficaces. Il est aussi caractérisé par une convergence entre régions, en particulier du revenu par habitant. Dans le cas du scénario A1B, l'évolution technologique respecte un équilibre entre les sources d'énergie.
- Le scénario A2 est associé à un monde très hétérogène avec un développement économique essentiellement régional, un accroissement continu de la population et une évolution technologique plus lente que pour les autres scénarios.
- Le scénario B1 décrit un monde convergent avec une population mondiale culminant au milieu du siècle comme pour le scénario A1. L'accent est placé sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

- Le scénario B2 décrit un monde où l'accent est placé sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue mais à un rythme plus faible que dans A2 et l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse que dans les scénarios B1 et A1.

Ces scénarii sont souvent repris par des organismes, comme **Météo France**, pour bâtir leurs prévisions d'évolution du climat.

8.1.2 Les modèles WRF de l'IPSL et Aladin de Météo France

Les évolutions climatiques en France sont simulées par deux modèles climatiques régionaux mis en œuvre au CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques de Météo-France), le modèle Aladin, et à l'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace) en collaboration avec l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), le modèle WRF. Les simulations s'appuient sur trois des quatre scénarios considérés dans le cinquième rapport du GIEC (RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5).

8.1.3 Projections du climat

Le site Drias ^{les futurs du climat} a pour vocation de mettre à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat. Les évolutions de température et de pluviométrie pressenties sur le bassin versant de la Sarthe aval sont extraites de ce site. Elles sont issues des projections climatiques calculées aux trois horizons : proche (2021-2050), moyen (2041-2070) et lointain (2071-2100) selon les deux modèles Aladin-Climat et WRF présentés précédemment.

8.1.3.1 Évolution des températures

Pour caractériser les températures maximales, un indicateur intéressant est le nombre de jours de forte chaleur pour lesquels la température maximale est supérieure de plus de 5°C à la normale de saisons. Sur le territoire de la Sarthe aval, environ 35 jours par an sont anormalement chauds sur la période de référence (1976-2005).

Le tableau suivant présente l'évolution moyenne du nombre de jours anormalement chauds selon les 2 modèles et les trois scénarii, sur le territoire du SAGE de la Sarthe aval. L'évolution annuelle, hivernale (sur 3 mois : janvier, février, mars) et estivale (sur 3 mois : juillet, août, septembre) est précisée.

Tableau 8-1: Écart du nombre de jours anormalement chauds prévus selon les modèles (Source : Drias)

Horizon	Modèle	annuelle			hivernale			estivale		
		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Proche (2050)	WRF		+21/+23	+15/+17		+7/+8	+5/+6		+5/+6	+2/+3
	Aladin	+20/+23	+25/+28	+23/+28	+4/+6	+6/+7	+8/+9	+4/+6	+6/+8	+4/+5
Moyen (2070)	WRF		+26/+28	+32/+34		+7/+8	+12/+13		+8/+9	+7/+8
	Aladin	+28/+32	+29/+32	+52/+55	+7/+8	+7/+8	+13/+14	+7/+10	+7/+10	+16/+19
Lointain (2100)	WRF		+34/+36	+67/+70		+11/+12	+26/+27		+6/+7	+12/+13
	Aladin	+26/+28	+58/+62	+117/+122	+5/+6	+16/+17	+28/+29	+9/+10	+16/+18	+36/+38



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Le nombre de jours de fortes chaleurs devrait s'accroître fortement dès l'horizon proche. Pour 2050, les modèles prévoient une augmentation du nombre de jours avec forte chaleur comprise entre 20 et 28 jours, soit une augmentation comprise entre 60 et 65% par rapport à la période de référence.

L'augmentation des journées de forte chaleur devrait être constatée tout au long de l'année, cependant les mois d'été seront les plus touchés. Cette augmentation des températures est susceptible d'avoir un impact direct sur la consommation d'eau et les volumes de prélèvements quel que soit le type d'usage.

8.1.3.2 Évolution des précipitations

Comme pour les températures, les évolutions de précipitations sur le bassin versant de la Sarthe aval ont été obtenues sur le site Drias^{les futurs du climat}.

Le tableau suivant présente l'évolution du cumul des précipitations annuelles, hivernales (sur 3 mois : janvier/février/mars) et estivales (sur 3 mois : juillet, août, septembre) en mm selon les 2 modèles et les trois scénarii, sur le territoire du SAGE de la Sarthe aval. Le cumul de précipitations annuelles sur la Sarthe aval est compris entre environ 630mm et 800 mm pour la période de référence, 1976-2005.

Tableau 8-2 : Écarts des cumuls de précipitations annuelles, estivales et hivernales (en mm) (Source : Drias)

Horizon	Modèle	annuelle			hivernale			estivale		
		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Proche (2050)	WRF		+45/+65	+40/+60		+32/+44	+20/+30		-1/+15	-11/-5
	Aladin	+2/+10	+40/+55	+32/+40	-5/+2	+25/+30	+12/+18	+9/+14	+2/+5	+14/+24
Moyen (2070)	WRF		+53/+70	+55/+75		+23/+33	+65/+69		-9/+15	-33/-23
	Aladin	+20/+35	+20/+30	-10/+7	+17/+22	-4/+4	+20/+23	+10/+16	+3/+7	+2/+10
Lointain (2100)	WRF		+55/+75	+155/+180		+35/+45	+105/+117		+4/+9	-20/-5
	Aladin	0/+12	-35/-10	-65/-35	+5/+12	+7/+17	+35/+45	-8/0	-21/-11	-26/-15

Les modèles prévoient une croissance des précipitations annuelles à l'horizon proche et moyen, quels que soient les scénarii socio-économiques. A horizon lointain, les deux modèles divergent, WRF prévoit une augmentation importante des précipitations (jusqu'à 180mm) alors qu'Aladin prévoit une diminution des précipitations annuelles pouvant aller jusqu'à -65mm.

Les différences de cumuls de précipitation ne sont pas réparties équitablement dans l'année. Une faible augmentation voire une diminution des précipitations (selon le modèle et le scénario) serait observée sur la saison estivale alors qu'une augmentation des précipitations serait constatée en hiver.

8.1.3.3 Évolution des sécheresses

Afin de caractériser l'évolution des épisodes de sécheresse pouvant impacter les débits des cours d'eau il est intéressant d'étudier l'évolution du nombre maximum de jours secs consécutifs sur le bassin versant de la Sarthe aval. Le nombre maximum de jour secs consécutifs est d'environ 22 jours sur le territoire de la Sarthe aval pour la période de référence, 1976-2005.

Le tableau suivant présente l'évolution moyenne du maximum de jours secs consécutifs selon les 2 modèles et les 3 scénarii, sur le territoire du SAGE de la Sarthe aval.

Tableau 8-3 : Écarts des maximum de jours secs consécutifs annuels, estivaux et hivernaux (en jours) (Source : Drias)



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

Horizon	Modèle	annuelle			hivernale			estivale		
		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Proche (2050)	WRF		-2/0	-3/0		-4/-2	-2/-1		-2/0	-2/0
	Aladin	0/+3	-1/+3	-1/+2	+1/+2	-1/+1	0/+1	-2/0	0/+3	-2/+2
Moyen (2070)	WRF		-4/-1	-1/+1		-3/-1	-2/-1		-3/-1	0/+3
	Aladin	-1/+3	-2/+3	+3/+8	+2/+3	+2/+3	0/+1	0/+3	-2/+1	0/+5
Lointain (2100)	WRF		-4/-1	-4/0		-2/0	-3/-2		-3/-1	-2/+3
	Aladin	-1/+4	+6/+9	+7/+11	+1/+2	+1/+2	-1/0	0/+4	+5/+10	+6/+10

De manière générale, aucune tendance nette d'évolution ne se dégage à l'horizon proche. En revanche, le nombre maximum de jours secs consécutifs devrait s'accroître dans les horizons plus lointains.

Ces constats peuvent avoir un impact sur les débits et l'état quantitatif global de la ressource en eau.

8.2 Évolution des débits

8.2.1 Projet Explore 2070

L'impact du changement climatique sur les débits d'étiage s'est basée sur les données et conclusions de l'étude Explore 2070. Ce projet, porté par la direction de l'eau et de la biodiversité du MEDDE, s'est déroulé de juin 2010 à octobre 2012.

Les objectifs de l'étude étaient :

- De connaître les impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et la ressource en eau à échéance 2070, pour anticiper les principaux défis à relever et hiérarchiser les risques encourus ;
- D'élaborer et d'évaluer des stratégies d'adaptation dans le domaine de l'eau en déterminant les mesures d'adaptation les plus appropriées pour répondre aux défis identifiés tout en minimisant les risques encourus.

Le projet Explore 2070 a pour objet d'évaluer les changements possibles sur la ressource en eau à l'horizon 2046-2065, par rapport à un état de référence (1961-1960) sur la base du scénario d'émission de gaz à effet de serre SRES A1B (médian en termes d'évolution thermique) et d'un ensemble de modèles climatiques et hydrologiques.

Sept scénarios climatiques ont été modélisés. Pour chacun des 7 scénarios de climat, 2 modélisations hydrologiques ont été effectuées utilisant :

- le **modèle GR4J (GR)** de l'IRSTEA qui est un modèle conceptuel global,
- le **modèle Safran-Isba-Modcou (SIM)** de Météo-France qui est un modèle distribué.

Ainsi 14 résultats sur les évolutions climatiques et hydrologiques ont été obtenus. Il est à noter que les résultats sont présentés comme des débits naturels, les calculs ignorent les influences anthropiques.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

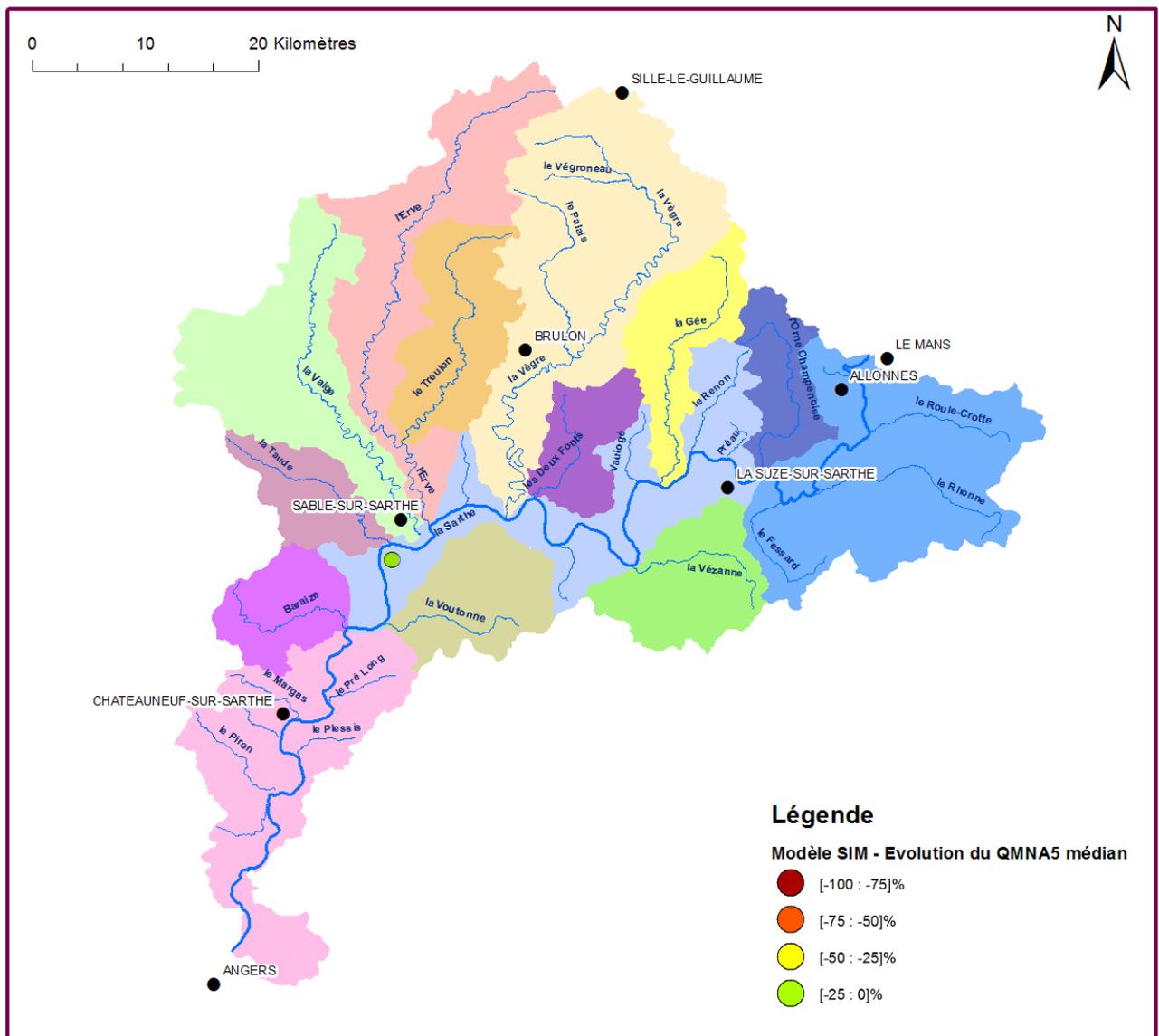


Figure 8-2 : Évolution du QMNA5 médian à horizon 20456-2065 pour le modèle SIM



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

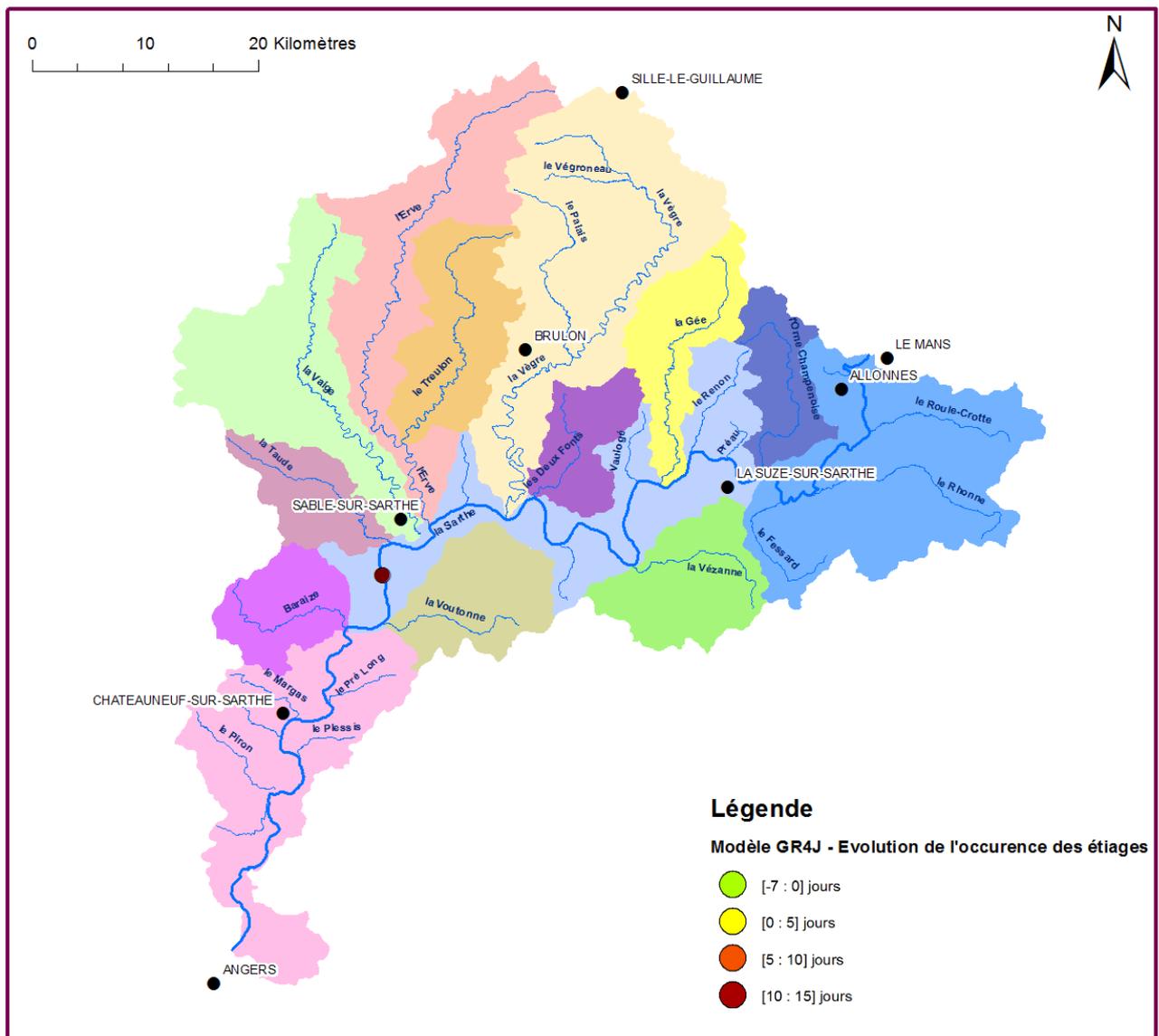


Figure 8-3 : Évolution des occurrences des sécheresses à horizon 2045-2065 pour le modèle GR4J



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

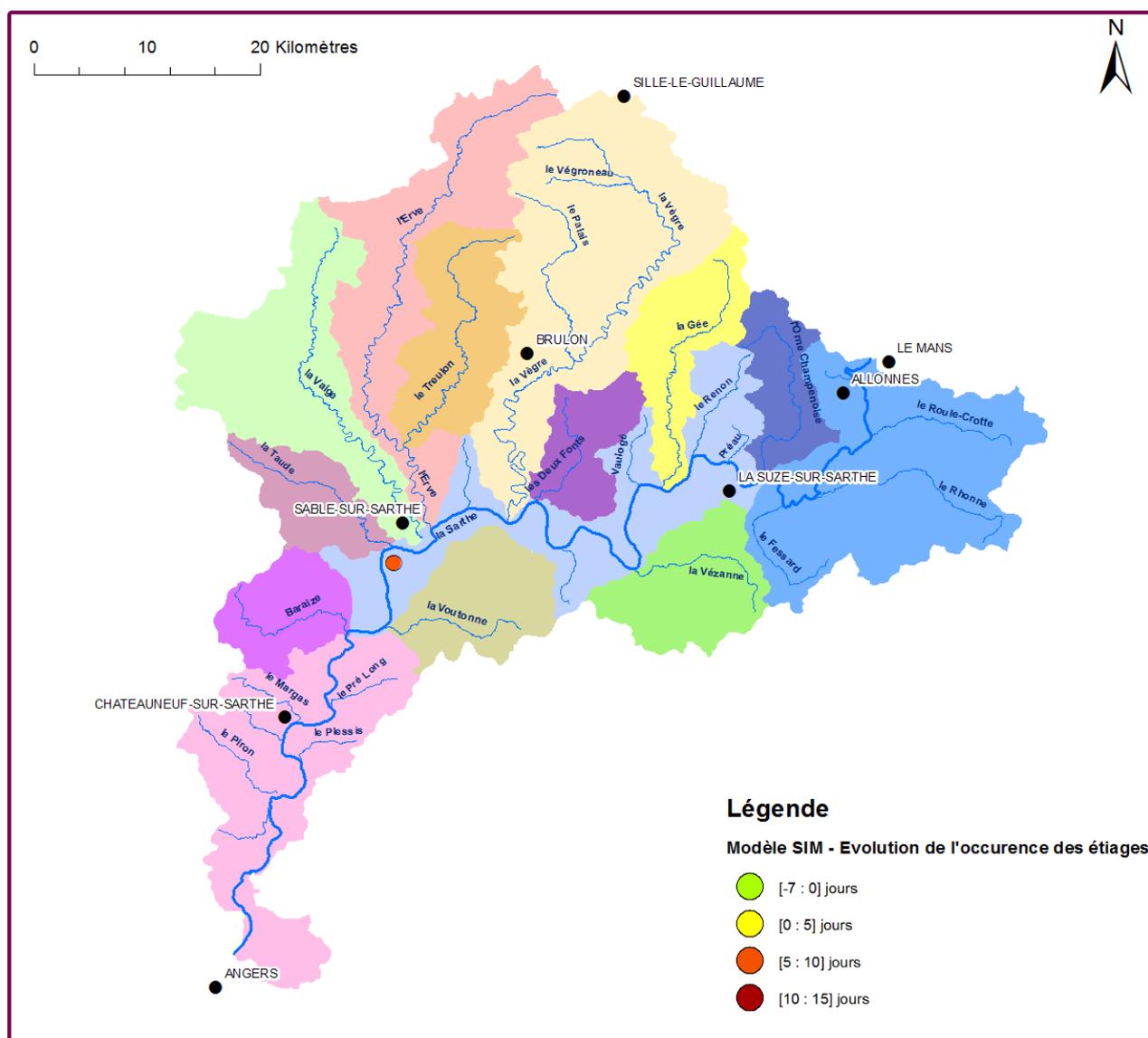


Figure 8-4 : Évolution des occurrences des sécheresses à horizon 20456-2065 pour le modèle SIM

Le projet 2070 met en évidence une évolution à la baisse du QMNA5 sur le territoire à l'horizon 2046-2065 particulièrement marqué dans les prévisions du modèle GR4J. Le modèle GR4J estime une diminution de l'ordre de 55% des débits caractéristiques d'étiage en moyenne contre 5% pour le modèle SIM. L'occurrence des étiages devrait parallèlement augmenter dans les années à venir, de 9 jours pour le modèle SIM à 18 jours pour le modèle GR4J.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

8.3 Synthèse

En résumé, les principales conclusions de l'analyse précédente sont :

- Le nombre de jours de fortes chaleurs devrait s'accroître fortement dès l'horizon proche. Pour 2050, les modèles prévoient une augmentation du nombre de jours de forte chaleur comprise entre 20 et 28 jours par rapport à la période de référence.
- Une convergence des modèles autour d'une croissance des précipitations annuelles aux horizons proche et moyen a été constatée, quels que soient les modèles socio-économiques et les horizons temporels. A horizon lointain, les deux modèles divergent, WRF prévoit une augmentation importante des précipitations (alors qu'Aladin prévoit une diminution des précipitations annuelles. Dans le dernier cas, la diminution des précipitations toucherait surtout la saison estivale.
- A horizon lointain, les deux modèles prévoient une forte diminution des précipitations annuelles. La diminution des précipitations toucheraient surtout la saison estivale.
- Le nombre maximum de jours secs consécutifs devrait s'accroître dans les horizons plus lointains.
- Enfin, les évolutions attendues à l'horizon 2046-2065 montrent une baisse des débits caractéristiques d'étiage sur le bassin versant et une augmentation de l'occurrence des étiages.

En conclusion, même si la quantification des phénomènes reste entachée d'une forte incertitude, le bassin versant de la Sarthe aval doit se préparer à une situation globalement plus sèche dans les années à venir, avec des écoulements réduits.

8.4 Conséquences possibles du changement climatique

La DREAL Pays de la Loire a mené une étude sur l'impact du changement climatique sur l'agriculture dans la Région. De manière générale, les principales conclusions démontrent que c'est l'effet cumulé qui est générateur d'impact sur l'activité agricole : l'augmentation des températures induit une augmentation de l'évapotranspiration donc du besoin en eau des plantes, tandis que les précipitations seront moindres en printemps et en été. Sur l'économie agricole, l'impact sera particulièrement sensible sur la production de fourrage et les cultures à forte valeur ajoutée, en particulier le maïs et le maraîchage.

Plus largement, la ressource en eau potable, la biodiversité, l'état des masses d'eau (diminution de l'hydrologie, augmentation de la température de l'eau et des concentrations en polluants) seront affectés par le changement climatique et ses effets en termes de réduction des débits.

8.5 Evolution prévue des usages

D'après le scénario tendanciel du SAGE Sarthe aval, la tendance d'évolution suivante peut être envisagée pour les prélèvements sur la ressource en eau.



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Tendance d'évolution passée		Tendance projetée à 15/20 ans	
Eau potable	Prélèvements stables depuis 2000, avec environ 13 millions de m ³ par an	→	Besoins croissants en eau potable : - Augmentation de la population dans la vallée de la Sarthe - Recherche d'autonomie du bassin	↗
Agriculture	Hausse progressive des prélèvements pour arriver en 2010 à 18 millions de m ³ par an	↗	Besoins croissants en irrigation : - Nouveaux besoins agricoles - Poursuite de l'irrigation importante sur les cultures (hausse des surfaces), y compris sur les surfaces fourragères.	↗
			Diminution des besoins des cheptels	↘
Industrie	Prélèvements stables depuis 2000, avec environ 8 millions de m ³ par an	→	Besoins stables voir décroissants pour l'industrie : Amélioration des process et poursuite de la lente désindustrialisation	↘

L'évolution attendue des usages est susceptible d'impacter la ressource en eau sur le bassin versant. En effet, le bassin versant de la Sarthe devrait être soumis à des prélèvements plus importants notamment pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation.



SUITE DE L'ETUDE

Le travail mené précédemment a permis de mettre en évidence les déséquilibres quantitatifs existants sur le bassin versant de la Sarthe aval.

Ces résultats couplés aux conclusions de la phase 2 de l'étude viendront à présent éclairer le programme d'actions à définir en phase 5 pour résorber les déficits existants et préserver l'état quantitatif de la ressource en eau.



ANNEXE 1

VOLUMES PRELEVABLES OBTENUS AVEC L'HYPOTHESE 0,4 X MODULE EN PERIODE HIVERNALE



RAPPORT PHASE 3-4

Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau de nappe pour les eaux souterraines / Détermination et répartition des volumes prélevables

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Sarthe amont	[5 013 532 : 6 888 841]	[4 568 784 : 6 277 734]	[5 013 532 : 6 888 841]	[4 851 805 : 6 666 620]	[5 013 532 : 6 888 841]	11 790 223	7 093 256	5 672 783	5 591 298	[5 013 532 : 6 888 841]	[4 851 805 : 6 666 620]	[5 013 532 : 6 888 841]	[69 487 613 : 84 202 734]
Orne Champenoise	[116 665 : 176 689]	[106 316 : 161 015]	[116 665 : 176 689]	[112 902 : 170 989]	[116 665 : 176 689]	217 939	67 668	0	0	[116 665 : 176 689]	[112 902 : 170 989]	[116 665 : 176 689]	[1 201 048 : 1 672 040]
Gée	[196 147 : 286 585]	[178 747 : 261 163]	[196 147 : 286 585]	[189 819 : 277 341]	[196 147 : 286 585]	209 167	24 225	0	0	[196 147 : 286 585]	[189 819 : 277 341]	[196 147 : 286 585]	[1 772 509 : 2 482 160]
Vézanne	[124 692 : 194 683]	[113 631 : 177 412]	[124 692 : 194 683]	[120 670 : 188 403]	[124 692 : 194 683]	32 734	0	0	0	[124 692 : 194 683]	[120 670 : 188 403]	[124 692 : 194 683]	[1011160 : 1560361]
Deux Fonds	[49 980 : 82 421]	[45 546 : 75 109]	[49 980 : 82 421]	[48 368 : 79 762]	[49 980 : 82 421]	267 153	178 885	109 606	55 269	[49 980 : 82 421]	[48 368 : 79 762]	[49 980 : 82 421]	[1 003 092 : 1 257 647]
Vègre	[637 210 : 733 571]	[580 684 : 668 496]	[637 210 : 733 571]	[616 655 : 709 908]	[637 210 : 733 571]	870 305	348 439	0	0	[637 210 : 733 571]	[616 655 : 709 908]	[637 210 : 733 571]	[6 218 786 : 6 974 908]
Treulon	[203 681 : 273 442]	[185 612 : 249 185]	[203 681 : 273 442]	[197 111 : 264 621]	[203 681 : 273 442]	0	0	0	0	[203 681 : 273 442]	[197 111 : 264 621]	[203 681 : 273 442]	[1 598 234 : 2 145 631]
Erve	[436 764 : 638 490]	[398 019 : 581 850]	[436 764 : 638 490]	[422 675 : 617 893]	[436 764 : 638 490]	25 414	0	0	0	[436 764 : 638 490]	[422 675 : 617 893]	[436 764 : 638 490]	[3 452 603 : 5 035 496]
Vaige	[308 351 : 427 609]	[280 997 : 389 676]	[308 351 : 427 609]	[298 404 : 413 815]	[308 351 : 427 609]	0	0	0	0	[308 351 : 427 609]	[298 404 : 413 815]	[308 351 : 427 609]	[2 419 554 : 3 355 348]
Taude	[34 357 : 108 055]	[31 309 : 98 469]	[34 357 : 108 055]	[3 3249 : 104 569]	[34 357 : 108 055]	59 061	0	0	0	[34 357 : 108 055]	[33 249 : 104 569]	[34 357 : 108 055]	[328 649 : 906 940]
Voutonne	[80 984 : 131 014]	[73 800 : 119 392]	[80 984 : 131 014]	[78 372 : 126 788]	[80 984 : 131 014]	28 184	0	0	0	[80 984 : 131 014]	[78 372 : 126 788]	[80 984 : 131 014]	[663 643 : 1 056 218]
Baraize	[63 261 : 82 584]	[57 650 : 75 258]	[63 261 : 82 584]	[61 221 : 79 920]	[63 261 : 82 584]	0	0	0	0	[63 261 : 82 584]	[61 221 : 79 920]	[63 261 : 82 584]	[496 395 : 648 017]
Sarthe médian	[4 299 581 : 6 305 956]	[3 918 167 : 5 746 557]	[4 299 581 : 6 305 956]	[4 160 885 : 6 102 538]	[4 299 581 : 6 305 956]	5 475 870	3 493 831	1 658 431	1 076 091	[4 299 581 : 6 305 956]	[4 160 885 : 6 102 538]	[4 299 581 : 6 305 956]	[45 442 064 : 61 185 634]
Sarthe aval	[6 477 863 : 9 484 479]	[5 903 214 : 8 643 114]	[6 477 863 : 9 484 479]	[6 268 900 : 9 178 528]	[6 477 863 : 9 484 479]	11 303 312	7 048 549	5 447 932	4 948 431	[6 477 863 : 9 484 479]	[6 268 900 : 9 178 528]	[6 477 863 : 9 484 479]	[79 578 551 : 103 170 784]





Institution Interdépartementale du
BASSIN DE LA SARTHE

Juin 2017
16DHF008



Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant de la Sarthe aval et de détermination des volumes prélevables



Rapport de phase 5

Direction Océans, Fleuves et Ressources
Unité Hydraulique fluviale
Parc de l'Île, 15-27 rue du Port 92022 NANTERRE Cedex



Sommaire

1	Préambule.....	4
1.1	Contexte général de l'étude.....	4
1.2	Périmètre d'investigation	4
1.3	Déroulement de la mission	7
1.4	Objectifs de la phase 5.....	7
2	Rappels des conclusions des phases précédentes	8
2.1	Bilan des déséquilibres	8
2.2	Bilan des usages	11
2.2.1	Les prélèvements d'origine anthropique.....	11
2.2.2	Les restitutions au milieu naturel	12
2.3	Retour sur les volumes prélevables	13
2.3.1	Volumes prélevables obtenus.....	13
2.4	Synthèse des débits objectifs proposés.....	15
3	Définition de la stratégie pour améliorer l'état quantitatif de la ressource en eau sur le territoire	17
4	Proposition de mesures pour garantir l'équilibre quantitatif.....	19
4.1	Démarche générale retenue	19
4.2	Mesures proposées	20
4.2.1	Axe 1 : Améliorer les connaissances sur la ressource en eau.....	20
4.2.2	Axe 2 : Encourager les économies d'eau et sensibiliser les usagers.....	24
4.2.3	Axe 3 : Agir sur l'Alimentation en Eau Potable	30
4.2.4	Axe 4 : Agir sur le volet agricole.....	33
4.2.5	Axe 4 : Agir sur les plans d'eau et les ouvrages hydrauliques	37
4.2.6	Axe 6 : Promouvoir une gestion concertée de la ressource	44
4.2.7	Axe 7 : Adapter le dispositif de gestion de crise.....	47



5 Conclusions	52
---------------------	----



PREAMBULE

1.1 Contexte général de l'étude

Dans le cadre de l'élaboration du SAGE Sarthe Aval, l'enjeu de gestion équilibrée de la ressource en eau est apparu comme un des axes stratégiques sur lequel les acteurs du territoire souhaitent s'investir pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par la Directive Cadre sur l'Eau.

L'Institution interdépartementale du Bassin de la Sarthe, structure porteuse du SAGE engage donc en 2016 une étude permettant :

- D'améliorer les connaissances sur l'état quantitatif des masses d'eau superficielles et souterraines sur le bassin versant de la Sarthe aval ;
- De doter le territoire de valeurs de référence (volumes prélevables, débits / piézométrie objectifs) pertinentes et adaptées pour améliorer la gestion quantitative de la ressource en eau sur le bassin versant de la Sarthe aval;
- De proposer une stratégie à mettre en œuvre pour résorber les déséquilibres quantitatifs existants ou préserver l'état des masses d'eau. Ces éléments pourront éventuellement repris dans les documents du SAGE, notamment le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable ;

1.2 Périmètre d'investigation

L'étude porte sur le périmètre du SAGE Sarthe aval défini par arrêté préfectoral le 16 juillet 2009. D'une superficie de 2 727 km², le SAGE s'étend sur 192 communes sur les départements de la Sarthe, de la Mayenne et du Maine-et-Loire en région Pays de la Loire.

Le bassin versant de la Sarthe aval est « atypique ». En effet, il bénéficie des apports des bassins de la Sarthe amont et de l'Huisne, deux territoires ayant fait l'objet d'une étude de gestion quantitative. Ainsi, il conviendra d'étendre le périmètre d'intervention de l'étude au bassin complet de la Sarthe notamment en phases 2 et 5 afin d'assurer un traitement de la problématique dans sa totalité. Les débits transitant sur le territoire de la Sarthe aval dépendent en partie des modalités de gestion quantitative de la ressource en eau sur les bassins de la Sarthe amont et de l'Huisne. Les résultats obtenus sur ces études seront donc utilisés à bon escient.

Les principales caractéristiques du secteur d'étude sont résumées dans le tableau ci-dessous :



Tableau 1-1 : Carte d'identité du périmètre d'étude

Carte d'identité du bassin de la Sarthe aval	
Contexte	Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant de la Sarthe aval et de détermination des volumes prélevables
Structure porteuse	Institution Interdépartementale du Bassin de la Sarthe
Organisation administrative	Une région : Pays de la Loire Trois départements : Sarthe, Mayenne, Maine et Loir 192 communes
Superficie	2727 km ²
Réseau hydrographique	3191 km de linéaire cumulé de cours d'eau
Masses d'eau	31 masses d'eau superficielles 11 masses d'eau souterraines



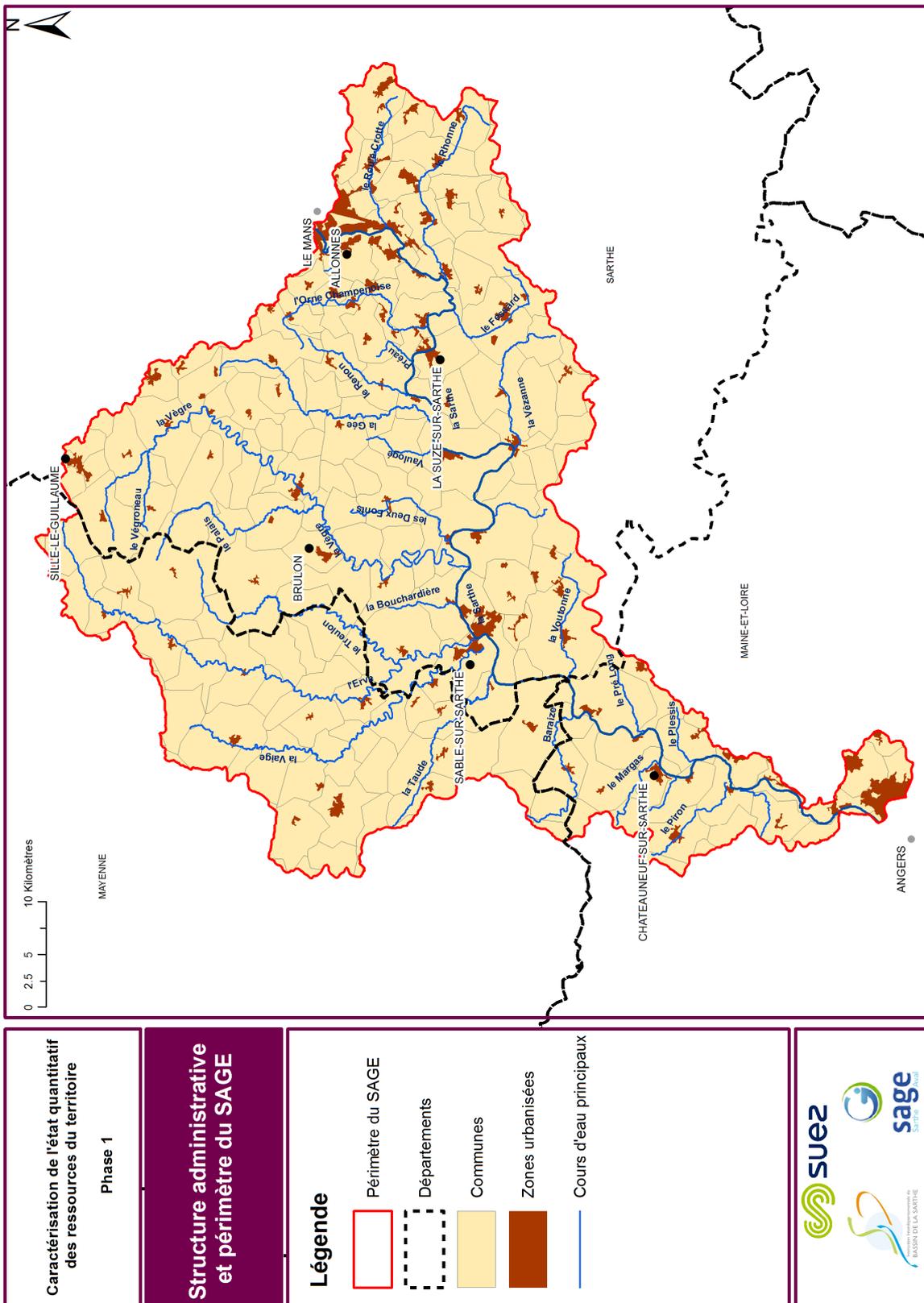


Figure 1-1 : Structure administrative et périmètre du SAGE Sarthe aval



1.3 Déroutement de la mission

La mission se décompose en 5 phases successives :

- **Phase 1** : Découpage en unités de gestion ;
- **Phase 2** : Connaissance des prélèvements et des rejets et quantification du potentiel naturel du bassin versant ;
- **Phase 3** : Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau en nappe pour les eaux souterraines ;
- **Phase 4** : Détermination et répartition des volumes prélevables ;
- **Phase 5** : Estimation des besoins en eau futurs et définition de mesures de gestion

Le présent document constitue le rapport de la phase 5.

1.4 Objectifs de la phase 5

Cette dernière phase conclut l'étude « Volumes Prélevables » engagée sur le territoire de la Sarthe Aval. Elle a pour but d'établir une « feuille de route » pour préserver l'équilibre quantitatif sur le bassin versant ou résorber les déficits observés.

Pour chaque orientation de gestion, les éléments suivants sont précisés :

- Une description de la mesure;
- La localisation géographique ;
- L'identification d'un maître d'ouvrage potentiel ;
- Une description qualitative des gains/impacts attendus.

Ces éléments seront éventuellement retranscrits dans les documents du SAGE Sarthe aval à savoir :

- Le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable ;
- Et le règlement.

Cette phase se construit à partir des conclusions des phases précédentes sur la gestion passée et actuelle de la ressource en eau sur le territoire. Elle tient également compte de l'évolution projetée du bassin versant dans les années à venir – évolution des usages et changement climatique – afin de proposer des solutions pérennes et durables.



RAPPELS DES CONCLUSIONS DES PHASES PRECEDENTES

Cette partie vise à rappeler de façon succincte les différentes conclusions des phases précédentes de l'étude. L'objectif ici est de fournir les éléments de contexte permettant de comprendre le programme d'actions proposé par les acteurs du territoire dans le paragraphe *Proposition de mesures pour garantir l'équilibre quantitatif* du document.

Pour des explications plus détaillées, il conviendra de se référer aux rapports rédigés pour chacune des phases.

2.1 Bilan des déséquilibres

L'analyse réalisée en phase 1 de l'étude a permis de dresser un état des lieux des déséquilibres de la ressource en eau sur le bassin versant de la Sarthe aval. Cette première approche visait à identifier les secteurs et les masses d'eau les plus vulnérables, notamment en période d'étiage, et pour lesquels les tensions quantitatives étaient particulièrement marquées.

En première approche, l'identification des déséquilibres s'est uniquement basée sur les impacts visibles de la gestion quantitative actuelle de la ressource en eau sur le bassin versant.

L'analyse ainsi menée a permis de tirer les principaux constats suivants :

- Le bassin versant est caractérisé par un régime pluvial présentant une période de basses eaux et de hautes eaux. La variabilité saisonnière est cependant relativement faible ce qui traduit l'existence d'un soutien de nappes modéré.
- Le bassin versant est sensible en étiage, ainsi des perturbations des écoulements et des assecs sont observés régulièrement sur le Roule-Crotte, le Rhonne, l'Orne Champenoise, la Taude, la Vaige, la Vègre amont, le Treulon, le Gast (affluents en rive droite de l'Erve) et le Pré-Long.
- Ainsi, malgré une sensibilité avérée de l'ensemble du bassin versant, la sévérité des étiages et des déséquilibres varient selon les secteurs et les masses d'eau :
 - **L'axe Sarthe** apparaît comme relativement préservé en période d'étiage, notamment grâce à son débit important.
 - **Pour les bassins la Taude, la Vézanne, la Vaige, l'Orne Champenoise et les Deux fond**, une tension quantitative est constatée.
 - **Sur les autres masses d'eau**, la tension quantitative est variable mais globalement moindre.



- **Sur le chevelu secondaire** : la période d'été semble particulièrement critique pour les petits cours d'eau et affluents secondaires. Ces cours d'eau semblent touchés par des assècs récurrents.

Suite à cette analyse, le bassin versant de la Sarthe aval a été découpé en plusieurs sous-bassins versants qui correspondront aux unités sur lesquelles une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau sera définie dans la dernière phase de l'étude. Les unités de gestion ont été définies selon les critères suivants :

- La cohérence avec les masses d'eau décrites dans le SDAGE Loire Bretagne ;
- La proximité avec une station hydrométrique ;
- La disponibilité d'un piézomètre représentatif sur le sous bassin concerné ;
- Les usages de l'eau.

Le découpage des unités de gestion est présenté ci-après.



2.2 Bilan des usages

La phase 2 de l'étude a permis de dresser un inventaire des usages de l'eau sur le territoire et d'identifier les secteurs pour lesquels les pressions de prélèvements sont importantes. Sur chaque unité de gestion les prélèvements et les rejets d'eau au milieu naturel ont donc été listés et analysés afin d'aboutir à une synthèse par sous bassin versants des usages de l'eau.

2.2.1 Les prélèvements d'origine anthropique

Les prélèvements d'origine anthropique considérés sont :

- Les prélèvements pour l'alimentation en eau potable ;
- Les prélèvements dédiés à l'irrigation et à l'abreuvement du bétail ;
- Les prélèvements à usage industriel ;
- *Les pertes par sur-évaporation des plans d'eau.*

Les prélèvements pour l'alimentation en eau potable représentent en moyenne entre 35 % et 45 % des prélèvements effectués sur le bassin versant.

Une diminution des prélèvements peut être observée sur le bassin versant depuis 2003, les volumes prélevés sont passés d'environ 14 millions de m³ en 2003 à environ 11 millions de m³ en 2014.

Les unités de gestion les plus sollicitées pour l'AEP sont la Sarthe médian, l'Erve et la Sarthe amont.

Les prélèvements dédiés à l'irrigation représentent entre 25 % et 40 % des prélèvements effectués sur le bassin versant.

La grande variabilité des prélèvements ne permet pas d'établir de tendance d'évolution. Le climat et l'assolement étant des facteurs essentiels, les volumes prélevés varient fortement d'une année à l'autre. Ils représentent en général entre 6 et 12 millions de m³.

Les prélèvements pour l'irrigation sont concentrés principalement le long de la Sarthe et sur les unités de gestion de la Vézanne, des Deux Fonds et de la Voutonne.

Les prélèvements dédiés à l'abreuvement représentent plus de 5 % des prélèvements effectués sur le bassin versant.

Une baisse des prélèvements s'observe depuis 2000 et s'explique par une diminution importante du cheptel. Ils représentent un peu plus d'un million de m³ en 2014.

Les unités de gestion les plus sollicitées sont l'Erve et la Vaige.

Les prélèvements à usage industriel sont importants et représentent environ 25 % des prélèvements effectués sur le bassin versant.

Ils varient entre 6.5 et 8.5 millions de m³ par an.



Plus de 90 % des prélèvements sont effectués sur l'unité de gestion de la Sarthe amont. Les autres sous bassins sont assez peu sollicités pour l'activité industrielle par des prélèvements directs au milieu.

Les pertes par sur-évaporation des plans d'eau sont fortement dépendantes des conditions climatiques annuelles. Elles peuvent varier entre 3 et 8 millions de m³.

Compte tenu des volumes mis en jeu, il est attendu que l'impact des plans d'eau puisse être significatif et perturbe les écoulements en période d'étiage.

Les pertes par évaporation sont réparties de manière homogène entre les unités de gestion. Les plus importantes se situent sur les sous-bassins unités de gestion situées le long de la Sarthe.

2.2.2 Les restitutions au milieu naturel

Les restitutions au milieu naturel considérées sont :

- Les pertes à la production d'eau potable (AEP) et sur les réseaux de distribution ;
- Les rejets d'assainissement collectif et non collectif ;
- Les rejets industriels.

Les pertes AEP représentent environ 10 % des restitutions sur le bassin versant.

Une diminution des pertes peut être constatée (2.5 millions de m³ en 2014 contre plus de 3 millions de m³ en 2003). Cette diminution peut être mise en lien avec la diminution des prélèvements pour l'alimentation en eau potable et l'augmentation des rendements des réseaux.

Les pertes AEP les plus importantes sont enregistrées sur les secteurs les plus urbanisés situés le long de la Sarthe, la Vègre et la Vaige.

Les rejets d'assainissement collectif représentent environ 65 % des restitutions sur le bassin versant.

Ils varient entre 20 et 26 millions de m³ par an. Une augmentation des rejets est constatée sur la dernière décennie. Elle s'explique par une hausse croissante des raccordements au réseau collectif.

Près de 75% des rejets se situent dans l'unité de gestion de la Sarthe amont. Ces rejets très importants correspondent aux rejets des deux stations du Mans.

Les rejets d'assainissement non collectif représentent environ 5 % des restitutions sur le bassin versant.

Ils sont compris entre 1.5 et 1.8 million de m³. Ainsi, une diminution relativement importante des rejets peut être remarquée depuis 2000. Elle pourrait s'expliquer à la fois par une population globalement stable associée à l'augmentation progressive du taux de raccordement au réseau d'assainissement collectif.

Les rejets d'assainissement non collectif les plus importantes sont enregistrées sur les secteurs les plus urbanisés situés le long de la Sarthe et la Vègre.



Les rejets industriels représentent environ 20 % des restitutions sur le bassin versant.

Une augmentation des rejets peut être observée sur le bassin versant depuis 2000, les volumes prélevés sont passés d'environ 6 millions de m³ en 2000 à environ 8 millions de m³ en 2014.

Les rejets industriels se concentrent principalement sur l'unité de gestion de la Sarthe amont. Des rejets significatifs sont également identifiés sur l'unité de gestion de la Sarthe médian.

2.3 Retour sur les volumes prélevables

2.3.1 Volumes prélevables obtenus

Les phases 3 et 4 de l'étude ont permis d'aboutir pour chaque sous bassin versant à la détermination des volumes prélevables bruts sur l'ensemble du cycle hydrologique. Les valeurs obtenues ont été confrontées aux volumes historiquement prélevés afin de mettre en évidence les secteurs soumis à des déséquilibres quantitatifs.

De manière générale, les résultats obtenus ont mis en évidence que :

- Sur l'axe Sarthe : des prélèvements sont possibles sur l'ensemble du cycle hydrologique.
- Sur les autres unités de gestion (affluents de la Sarthe), des déficits quantitatifs avérés, parfois sévères, sont observés en période estivale. Les prélèvements sur cette période ne peuvent être assurés sans impacter le milieu aquatique. Les volumes prélevables peuvent être nuls sur certains mois d'étiage pour les unités de gestion les plus impactées.
- Cependant, un potentiel de prélèvement important existe en période hivernale pour la majorité des unités de gestion. Les volumes prélevables obtenus pour ces unités de gestion sont supérieurs aux volumes historiquement prélevés. Ce constat n'est pas valable pour la Vézanne, les Deux Fonds, la Vaige et la Voutonne ;
- La période estivale apparaît comme la plus critique vis-à-vis de la satisfaction des usages de l'eau, notamment les mois de juillet à septembre ;
- Sur l'ensemble du cycle hydrologique, la somme des volumes prélevables est relativement proche de la somme des volumes historiquement prélevés sur la majorité des unités de gestion. Sur certains secteurs, le potentiel serait même plus important que par le passé, mais disponible quasi exclusivement sur la période hivernale. Sur certains secteurs en revanche, il existe un déficit volumique global associé à une mauvaise répartition des prélèvements sur l'année (Vézanne, Deux Fonds, Erve, Vaige, Taude, Voutonne) ;
- Les volumes obtenus en gestion collective sont plus importants que ceux en gestion individuelle. En effet pour rappel, deux conditions de prélèvements ont été distinguées en période hivernale :
 - **Cas d'une gestion collective des prélèvements : le seuil de déclenchement est pris égal au module du cours d'eau.** Ainsi, les prélèvements sont autorisés dès que les débits dans les cours d'eau sont supérieurs au module.



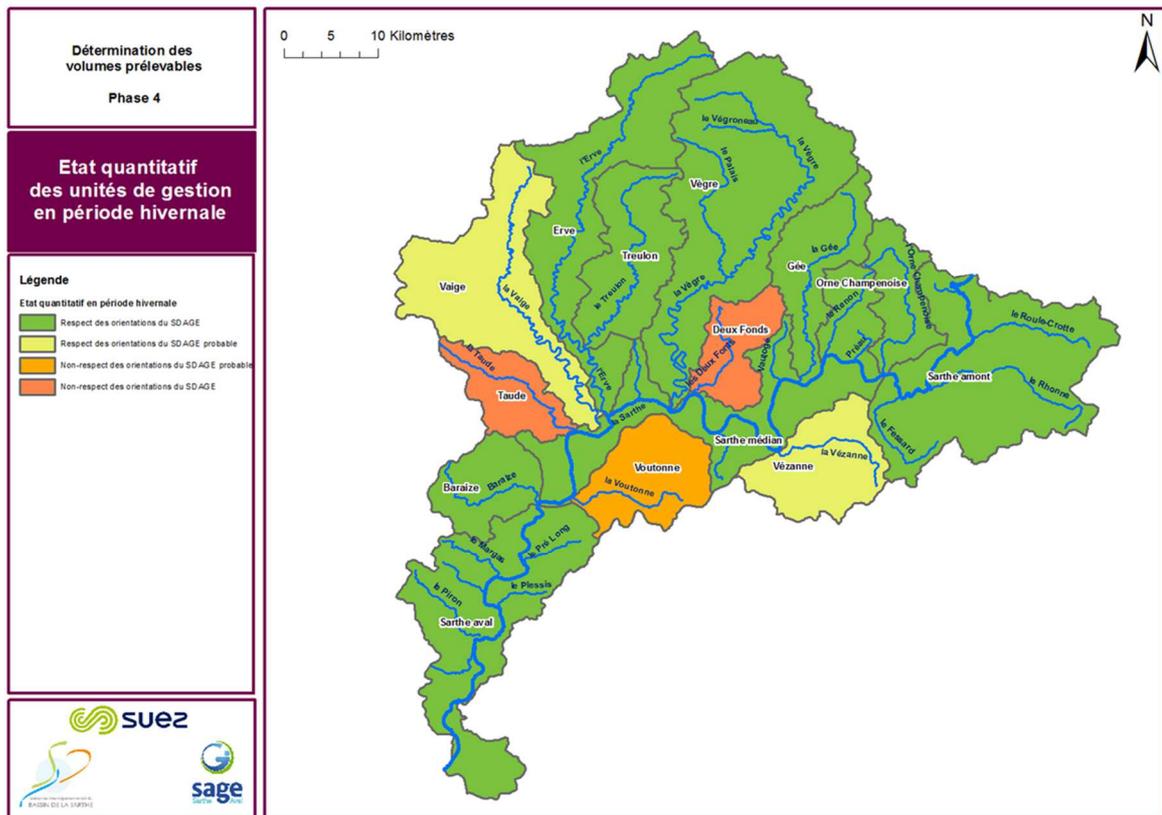


Figure 2-3 : Etat quantitatif des unités de gestion en période hivernale

2.4 Synthèse des débits objectifs proposés

Les débits objectifs fixés dans le rapport de phases 3 et 4 sont récapitulés pour chaque unité de gestion dans le tableau ci-après.

Pour rappel, le débit d'objectif se définit comme le débit transitant au droit d'un point de référence et qui permet d'assurer, en moyenne 8 années sur 10, les besoins du milieu naturel et les usages à l'aval. En période estivale, le débit d'objectif au droit d'un point de référence intègre le débit biologique et potentiellement les débits « provisionnés » pour assurer des volumes prélevables sur les bassins aval.

Les débits objectifs ont servi à la détermination des volumes prélevables. Ces valeurs constituent des références sur le territoire pour les services de la police de l'eau et les acteurs locaux. Elles permettent notamment de calculer les débits réservés à respecter à l'aval de chaque ouvrage.



Tableau 2-1 : Synthèse des DOE par unité de gestion

Unité	Juin	Juillet	Août	Septembre	Rappel DOE SDAGE
Sarthe amont	8.40	6.50	6.00	6.10	
Orne Champenoise	0.10	0.10	0.10	0.10	
Gée	0.20	0.20	0.10	0.10	
Vézanne	0.10	0.10	0.03	0.02	
Deux Fonds	0.10	0.10	0.10	0.10	
Vègre	0.60	0.60	0.60	0.50	
Treulon	0.10	0.03	0.02	0.01	
Erve	0.60	0.40	0.20	0.20	
Vaige	0.20	0.10	0.10	0.04	
Taude	0.10	0.10	0.04	0.03	
Voutonne	0.10	0.10	0.04	0.02	
Baraize	0.10	0.03	0.02	0.01	
Sarthe médian	9.10	7.40	7.00	7.00	8.6

En période hivernale, le débit d'objectif correspond au débit plancher de prélèvement hivernal, c'est-à-dire le module désinfluencé du cours d'eau.



DEFINITION DE LA STRATEGIE POUR AMELIORER L'ETAT QUANTITATIF DE LA RESSOURCE EN EAU SUR LE TERRITOIRE

L'étude « Volumes prélevables » a débuté en mars 2016. Elle a abouti, mi 2017, à :

- **Phase 1 - L'identification des secteurs en déséquilibres quantitatifs.** Cette phase s'est appuyée sur une collecte de données bibliographiques élargie sur le bassin versant afin d'établir un bilan de l'état quantitatif de la ressource en eau.
- **Phase 2 - L'inventaire des usages de l'eau (prélèvements/rejets) et l'évaluation de leurs impacts sur l'hydrologie du bassin versant.** Cette étape a été menée en étroite collaboration avec les acteurs locaux tant pour collecter des données que pour statuer sur les hypothèses à retenir pour la répartition journalière des prélèvements et des rejets. Cette phase a permis de disposer des chroniques de débits désinfluencés à l'exutoire des principales masses d'eau.
- **Phases 3 et 4 :**
 - **La détermination des débits minimum biologiques optimaux et de survie pour toutes les unités de gestion du bassin versant de la Sarthe aval en période d'étiage.** Pour cela, le protocole ESTIMHAB a été mis en œuvre sur une unité de gestion. Les résultats ont ensuite été extrapolés à l'ensemble du territoire et comparés aux résultats obtenus sur les bassins versants voisins. Pour les affluents de la Sarthe le débit biologique optimal (DBO) a été fixé à 1/5 du module et le débit biologique de survie (DBS) à 1/10 du module. Sur l'axe Sarthe ils ont été fixés respectivement à 1/10 et 1/20 du module.
 - **La détermination des volumes prélevables sur un cycle hydrologique complet pour toutes les unités de gestion du bassin versant Sarthe aval.** Pour cela, deux approches ont été utilisées en période d'étiage et en période de hautes eaux. Pour l'hiver, les acteurs du territoire ont retenu un seuil maximal de prélèvements fixés à « 1,2 x module ».
 - **L'identification des unités de gestion en déficit quantitatif.** Lorsqu'un potentiel de prélèvement restant est possible, cela signifie que le volume supplémentaire peut être mobilisé pour les usages sans impacter la qualité des milieux en période d'étiage et en respectant les conditions du SDAGE en période hivernale. Dans le cas contraire, des actions doivent être engagées pour résorber le déficit et les projets de développement des usages de l'eau sont incompatibles avec les conclusions de l'étude prélevables.



- **L'analyse critique du réseau de gestion quantitative actuelle de la ressource en eau.** Cette étape a conduit à proposer de nouvelles valeurs de seuils pour le débit seuil d'alerte (DSA) et le débit de crise (DCR) sur les affluents de la Sarthe.
- **L'estimation des besoins futurs pour les usages de l'eau sur le territoire de la Sarthe aval.** Cette analyse permet de confronter les évolutions tendanciennes sur le bassin versant avec les volumes prélevables obtenus sur chaque unité de gestion.

Fort des conclusions des phases précédentes, les acteurs du territoire ont défini 7 axes prioritaires d'actions sur lesquels ils souhaitent s'investir pour améliorer l'état quantitatif de la ressource en eau. Les objectifs fixés sont les suivants :

- Améliorer les connaissances sur la ressource en eau
- Encourager les économies d'eau et sensibiliser les usagers
- Agir sur l'alimentation en eau potable
- Agir sur le volet agricole
- Agir sur les plans d'eau et les ouvrages hydrauliques
- Promouvoir une gestion concertée de la ressource
- Adapter le dispositif de gestion de crise

Le programme de mesures sur le volet quantitatif est présenté ci-après.



PROPOSITION DE MESURES POUR GARANTIR L'ÉQUILIBRE QUANTITATIF

4.1 Démarche générale retenue

Lors de la réunion de travail du 2 mai 2017, les acteurs du territoire étaient invités à proposer des mesures possibles à mettre en œuvre afin de retrouver un équilibre quantitatif entre les usages et les besoins du milieu sur le bassin versant de la Sarthe aval. Ce travail a été présenté et discuté en bureau de CLE le 9 mai 2017. Le fruit de cette réflexion est présenté dans les paragraphes suivants. Pour chaque solution envisagée, les éléments suivants sont précisés :

- Une description de la solution retenue ;
- La localisation géographique ;
- L'identification d'un maître d'ouvrage potentiel ;
- Une estimation sommaire des coûts,
- Une description qualitative des gains / impacts attendus.

L'impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau est également signalé selon le code couleur suivant :

++	Impact positif important
+	Impact positif
=	Pas d'impact
-	Impact négatif

Les mesures sont distinguées selon :

- Les mesures de communications ;
- Les mesures de connaissance ;
- Les mesures opérationnelles ;
- Les mesures règlementaires.

Enfin précisions que les mesures proposées constituent des grandes orientations à suivre sur le territoire pour un retour à un équilibre quantitatif. Les mesures sont volontairement générales afin de pouvoir être intégrées dans des documents de planification tels que le SAGE de la Sarthe aval. Il ne s'agit pas ici de décrire précisément les actions à réaliser mais bien de préciser les axes stratégiques sur lesquels les acteurs du territoire souhaitent s'investir pour améliorer l'état quantitatif de la ressource en eau.



4.2 Mesures proposées

4.2.1 Axe 1 : Améliorer les connaissances sur la ressource en eau

Cet axe est constitué des 3 mesures suivantes :

- Densifier le réseau de suivi quantitatif des masses d'eau superficielles à l'aval du bassin versant
- Améliorer les connaissances sur les secteurs Rhonne, Roule crottes et Fessard
- Renforcer le suivi des masses d'eau souterraines



Densifier le réseau de suivi quantitatif des masses d'eau superficielles à l'aval du bassin versant

Sur le territoire du SAGE Sarthe aval, 20 stations hydrométriques en activité sont gérées par la DREAL Pays de la Loire et permettent de suivre l'hydrométrie du bassin versant.

Toutefois, ce réseau de suivi est inégalement réparti. En effet, l'amont du bassin versant ainsi que les principaux affluents de la Sarthe sont couverts par plusieurs stations hydrométriques. A l'inverse, l'aval du bassin versant dispose de peu de stations de suivi. C'est le cas en particulier de l'axe Sarthe et de certains de ces affluents (Voutonne, Baraize).

Ainsi, il pourrait être intéressant de densifier le réseau de suivi afin d'améliorer les connaissances sur les écoulements et le fonctionnement hydrologique de la Sarthe et de certains de ses affluents.

Enfin, la structure porteuse du SAGE se charge de centraliser les données quantitatives, veille à archiver les résultats produits et à les communiquer aux acteurs locaux.

Localisation	Aval du bassin versant (Sarthe, Voutonne, Baraize)	Typologie	Connaissance	
Porteurs d'actions pressentis	DREAL Pays de la Loire / Structure porteuse du SAGE			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction du réseau de suivi mis en place : * Installation d'une station hydrométrique 5 000 € + coût exploitation annuel * Mise en place d'une campagne de jaugeages (10 mesures) : 1 000€			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Améliorer les connaissances sur les secteurs Rhonne, Roule crottes et Fessard

Le Rhonne, le Roule Crottes et le Fessard ont été inclus dans l'unité de gestion « Sarthe amont ». Ainsi, le bon état quantitatif relatif constaté sur cette unité de gestion peut masquer des disparités locales. Des situations de tension en période d'étiage ont notamment été notées sur ces secteurs par les acteurs du territoire.

Dans ce contexte, il pourrait être intéressant d'améliorer les connaissances sur les écoulements et le fonctionnement hydrologique de ces affluents de la Sarthe. Pour cela, il peut être proposé de :

- valoriser des données de suivi débitmétriques existantes sur le Rhonne et le Roule Crottes,
- Identifier les usages de l'eau majoritaires sur ces secteurs,
- Définir des mesures de gestion plus adaptées localement.

Par ailleurs, il pourrait être intéressant de mettre en place un réseau de suivi quantitatif sur le Fessard. Les opportunités d'installer des stations de mesures en continu sont notamment à saisir. A défaut, des jaugeages réguliers en période d'étiage peuvent être réalisés. Pour mémoire, une station hydrométrique était en activité jusqu'à 2008.

Localisation	Secteurs Rhonne, Roule crottes et Fessard	Typologie	Connaissance	
Porteurs d'actions pressentis	DREAL Pays de la Loire / Structure porteuse du SAGE			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation Ou 10 000€ si étude externalisée			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Densifier le réseau de suivi quantitatif des masses d'eau souterraines

Actuellement, 13 piézomètres sont recensés sur le territoire de la Sarthe aval. Ils concernent principalement les aquifères stratégiques suivants : nappe du Cénomaniens et du Jurassique.

En revanche, plusieurs secteurs « orphelins » de suivi sont recensés sur le contexte hydrogéologique de socle.

Ainsi, il pourrait être opportun de densifier le réseau de suivi existant sur ces secteurs en particulier. Pour cela, la structure porteuse du SAGE réalise un bilan des données piézométriques existantes (privées et publiques). Elle évalue les besoins en données complémentaires et localise les points de suivis adéquats.

La valorisation et l'équipement de captages existants sont à privilégier plutôt que la création d'un nouveau forage.

Localisation	Contexte hydrogéologique de socle	Typologie	Connaissance	
Porteurs d'actions pressentis	BRGM / Collectivités territoriales et établissements publics locaux compétents / structure porteuse du SAGE			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction du réseau de suivi mis en place : * Equipement d'un captage existant : 5 000 € + coût exploitation annuel * Installation d'un nouveau piézomètre : 20 000 € + coût exploitation annuel			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



4.2.2 Axe 2 : Encourager les économies d'eau et sensibiliser les usagers

Cet axe est constitué des 5 mesures suivantes :

- Sensibiliser la profession agricole et les industriels à la gestion de la ressource
- Sensibiliser les consommateurs d'eau potable et encourager les économies d'eau domestiques
- Sensibiliser les scolaires à la préservation de la ressource en eau
- Promouvoir la réutilisation des eaux pluviales par les privés et les collectivités
- Communiquer sur l'importance et le rôle des zones humides (tampon, soutien d'étiage)



Sensibiliser la profession agricole et les industriels à la gestion de la ressource

Les chambres consulaires sont encouragées à poursuivre leurs actions auprès des professionnels (agricoles, industriels et artisans) afin de rationaliser la consommation d'eau, adapter les systèmes et les pratiques à la préservation de la ressource en eau.

De manière générale, les actions de communication réalisées viseront à :

- Communiquer sur l'état des masses d'eau et leur sensibilité aux pressions quantitatives ;
- Faire le bilan précis des prélèvements et de leur répartition dans l'année ;
- Évaluer les besoins futurs et anticiper les projets d'expansion ;
- Évaluer les marges de manœuvre restantes pour stabiliser les prélèvements ou permettre des gains substantiels. Les gains possibles sur les prélèvements doivent être évalués dans un souci de maintien et pérennisation de l'activité.

La communication ciblée auprès des industriels pourra notamment se traduire par l'encouragement aux économies d'eau et au recyclage des eaux industrielles et les circuits fermés.

La communication à destination des exploitants agricoles et irrigants pourra, pour sa part, insister sur la promotion et la diffusion des progrès réalisés par la profession agricole sur le matériel et les bonnes pratiques d'irrigation.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Communication	
Porteurs d'actions pressentis	Chambres consulaires / Structure porteuse du SAGE			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation 2000 € l'édition de 100 plaquettes de communication			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Sensibiliser les consommateurs d'eau potable et encourager les économies d'eau domestiques

La structure porteuse du SAGE mène des campagnes de sensibilisation auprès des collectivités territoriales et des particuliers afin de limiter leur consommation d'eau.

Pour les collectivités territoriales, les campagnes de communication mettent l'accent principalement sur :

- Le développement de solutions alternatives et la mise en place de programmes d'économie d'eau pour les usages les plus importants, de la conception à l'entretien (piscines, arrosage des espaces verts, bâtiments publics, entretien de la voirie...);
- La réalisation d'une étude-diagnostic lors de la rénovation des bâtiments publics qui consomment le plus d'eau, afin d'identifier les possibilités de réaliser des économies d'eau;
- L'intégration aux projets de nouvelles constructions publiques les règles de Haute Qualité Environnementale visant les économies d'eau, lorsque leur impact le justifie.

Pour les particuliers, la sensibilisation pourrait notamment porter sur :

- Les volumes consommés et le coût de l'eau ;
- Les dispositifs de gestion économe de l'eau existants (utilisation d'appareils électroménagers économes, systèmes économes sur la robinetterie, arrosage goutte à goutte, modification des comportements...)
- La formation aux petites réparations domestiques pour économiser l'eau.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Communication	
Porteurs d'actions pressentis	Structure porteuse du SAGE			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation 2000 € l'édition de 100 plaquettes de communication 5000 € pour l'organisation d'une journée de formation			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Sensibiliser les scolaires à la préservation de la ressource en eau

La structure porteuse du SAGE met en place, en collaboration avec les collectivités territoriales et établissements publics locaux, des campagnes de sensibilisation et une animation spécifiques à destination des scolaires.

Ces campagnes de communication devront être adaptées aux différents niveaux et âges. Elles pourront notamment porter sur :

- Le cycle de l'eau,
- Les différents usages de l'eau,
- Les bonnes pratiques pour limiter la consommation d'eau à la maison.

Cette démarche s'inscrit dans un cadre ludique et pédagogique et pourra par exemple intégrer des visites de sites (zone humide, usine de production d'eau potable, ...).

Localisation	Tout le territoire		Typologie	Communication
Porteurs d'actions pressentis	Structure porteuse du SAGE / collectivités territoriales et établissements publics locaux			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation 2000 € l'édition de 100 plaquettes de communication			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Promouvoir la réutilisation des eaux pluviales par les privés et les collectivités

La diversification des origines de l'eau peut également conduire à des économies notables de la consommation, ou à une moindre sollicitation des ressources de qualité et à faible capacité de renouvellement.

Ainsi, une prospection peut être réalisée afin d'identifier les ressources en eau mobilisables sur le territoire et évaluer pour chaque usage envisagé, sa faisabilité technique, juridique, financière et environnementale.

Parmi les ressources mobilisables, nous pouvons citer :

- la récupération des eaux de pluie,
- la réutilisation des eaux grises (eaux domestiques),
- l'utilisation d'eaux usées épurées, bien que les exigences réglementaires sont actuellement contraignantes.

Dans ce cadre, les collectivités territoriales compétentes et à leurs groupements sont invités à étudier l'intérêt et la faisabilité de la récupération des eaux pluviales pour leur réutilisation pour différents usages (arrosage, nettoyage, ...) sur les bâtiments existants.

Les maîtres d'ouvrages privés et les particuliers sont également encouragés à étudier, les opportunités d'un approvisionnement en eau à partir d'eaux pluviales pour les activités qui ne nécessitent pas une eau de qualité aussi stricte que l'eau potable.

Localisation	Tout le territoire		Typologie	Communication / opérationnelle
Porteurs d'actions pressentis	Collectivités territoriales et établissements publics locaux / Maîtres d'ouvrages privés			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction des projets Etude prospective mutualisée sur le territoire : 75 000€			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Communiquer sur l'importance et le rôle des zones humides

La structure porteuse du SAGE élabore et met en œuvre, en collaboration avec l'Agence de l'eau, les services de l'Etat et les associations environnementales, un plan de communication pluriannuel à l'échelle du bassin versant sur les zones humides à destination :

- des élus, des collectivités territoriales et leurs groupements ;
- des propriétaires et gestionnaires de zones humides ;
- De la population locale.

Ce plan de communication vise à :

- Sensibiliser les acteurs sur le rôle, les fonctionnalités et les services écosystémiques rendus par les zones humides et notamment pour la gestion de la ressource en eau (rôle tampon soutien d'étiage, ...) ;
- Exposer les principales menaces pesant sur les zones humides et leurs conséquences ainsi que les outils de protection et de gestion existants.

La structure porteuse du SAGE développe des projets pédagogiques en collaboration avec les communes autour des zones humides.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Communication	
Porteurs d'actions pressentis	Structure porteuse du SAGE			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation 2000 € l'édition de 100 plaquettes de communication			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



4.2.3 Axe 3 : Agir sur l'Alimentation en Eau Potable

Cet axe est constitué des 2 mesures suivantes :

- Améliorer le rendement des réseaux d'alimentation en eau potable
- Intégrer les capacités d'alimentation en eau potable du territoire lors de projets d'urbanisme



Améliorer le rendement des réseaux AEP

Les pertes sur le réseau AEP sont estimées à environ 10 % des volumes de rejets totaux annuels sur le bassin de la Sarthe aval. Elles représentent près de 2.5 millions de m³ de pertes chaque année.

Une marge de manœuvre reste donc possible sur les réseaux AEP pour améliorer les rendements des secteurs où ils sont les plus faibles, et pour maintenir les excellents rendements des secteurs où ils sont les plus élevés.

La CLE insiste pour que les actions en faveur de l'amélioration des rendements soit mis en œuvre prioritairement par les structures ayant les plus faibles rendements au sein de leur catégorie (rural / urbain).

Conformément aux orientations de la loi « Grenelle 2 », les rendements primaires minimaux à atteindre sont :

- 85 % pour les réseaux de type urbain / Indice de pertes linéaires inférieur à 8 m³/j/km ;
- 75 % pour les réseaux de type rural / Indice de pertes linéaires compris entre 1,5 m³/j/km et 2 m³/j/km.

Pour ce faire il est par exemple possible de réaliser : l'analyse des réseaux, la recherche de fuites, la pose de compteurs de sectorisation, la connaissance des volumes non-comptabilisés...

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Collectivités territoriales et établissements publics locaux			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction des dysfonctionnements constatés			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Intégrer les capacités d'alimentation en eau potable du territoire lors des projets d'urbanisme

Tous les porteurs de projets sont invités à se rapprocher des structures compétentes AEP en amont des projets d'urbanisme afin d'évaluer les besoins en eau potables associés.

Les besoins en eau potable projetés sont systématiquement confrontés :

- d'une part, à la capacité d'alimentation en eau potable du champ captant,
- d'autre part, au volume prélevable disponible sans impacter l'état de la ressource en eau et des milieux.

Si les besoins en eau potable exprimés sont supérieurs aux volumes mobilisables et à la capacité du champ captant, il est vivement recommandé aux porteurs de projets de définir des solutions alternatives pour préserver la ressource :

- Via des économies d'eau : par l'utilisation d'appareils électroménagers économes, de systèmes économes sur la robinetterie par exemple ;
- Via la récupération et réutilisation des eaux de pluie pour les usages le permettant, associée à une réflexion sur la facturation au titre des eaux rejetées dans les réseaux d'assainissement.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Connaissance	
Porteurs d'actions pressentis	Collectivités territoriales et établissements publics locaux			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction des projets d'urbanisme projetés			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



4.2.4 Axe 4 : Agir sur le volet agricole

Cet axe est constitué des 3 mesures suivantes :

- Sensibiliser la profession agricole au changement climatique et promouvoir des systèmes d'exploitation et des cultures plus économes en eau
- Substituer les prélèvements estivaux par des prélèvements hivernaux
- Limiter les effets du drainage en tête de bassin versant



Sensibiliser la profession agricole au changement climatique et promouvoir des systèmes d'exploitation et des cultures plus économes en eau

La Chambre d'Agriculture et les structures de conseils au monde agricole sont encouragées à poursuivre leurs actions auprès de la profession afin de rationaliser la consommation d'eau et adapter les systèmes ainsi que les pratiques aux évolutions climatiques attendues à moyen et long termes.

Cet accompagnement peut se traduire par :

- Un accompagnement à l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation, par des investissements complémentaires si nécessaires : remplacement des équipements, utilisation de sondes tensiométriques ou capacitatives, sondes avec enregistrement en champ ou transfert des données par GPRS par exemple).
- Une sensibilisation à l'intérêt des cultures peu gourmandes en eau. Dans cette optique, deux approches sont envisageables :
 - La conservation des espèces irriguées à l'heure actuelle mais la recherche de variétés plus précoces permettant de limiter les prélèvements à usage d'irrigation en juillet/août ;
 - La modification de l'assolement pour développer la culture d'espèces moins exigeantes en irrigation pendant le cœur de la période d'étiage.

Ainsi, en conservant les surfaces irriguées actuelles, mais en modifiant les variétés/cultures concernées et en améliorant les systèmes d'irrigation, il est possible d'envisager de limiter la pression sur la ressource.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Exploitants agricoles / irrigants / Structure de conseil au monde agricole / chambres d'agriculture			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation 2000 € l'édition de 100 plaquettes de communication			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Substituer les prélèvements estivaux par des prélèvements hivernaux

Compte tenu du potentiel de prélèvement disponible en période hivernale sur certaines unités de gestion, l'une des solutions possibles pour résorber les déséquilibres quantitatifs serait de substituer une partie des prélèvements agricoles réalisés en étiage par un prélèvement hivernal dans une ou plusieurs retenues prévues à cet effet.

Etant donné le nombre de plans d'eau sur le bassin versant (6 681 plans d'eau recensés), il serait judicieux de mobiliser en priorité les retenues existantes sans usage économique déconnectées du réseau hydrographique.

Dans un second temps, des retenues pourront être créées au cas par cas en veillant notamment à ce que l'ouvrage soit totalement déconnecté du réseau hydrographique pour ne pas impacter les écoulements en période estivale.

La DREAL Pays de la Loire a publié en mai 2012 un Guide régional pour la création de retenues de substitution. Ce document pourra être consulté utilement le cas échéant.

Localisation	Tout le territoire sauf Taude, Deux Fonds, Voutonne, Vaige, Vezanne	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Exploitants agricoles / irrigants			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction des projets			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



limiter les effets du drainage en tête de bassin versant

Sur les têtes de bassins versants de la Sarthe aval, une forte proportion de surface a été drainée afin d'augmenter la superficie des terres agricoles et d'avancer la date de ressuyage des sols. Des opérations de drainage ont également été réalisées afin de favoriser la sylviculture.

Ces drainages ont entraîné une modification du fonctionnement des hydrosystèmes des têtes de bassins versants provoquant une diminution du temps de réponse des bassins versants et une augmentation des débits de pointe en période de crue.

L'assèchement et le drainage de zones humides ont également entraîné la destruction de milieux humides empêchant la réalisation de leur rôle de tampon et de soutien d'étiage notamment.

Afin de préserver les têtes de bassins, particulièrement sensibles quantitativement, il est préconisé de limiter les impacts du drainage. Pour ce faire, plusieurs actions peuvent être envisagées :

- L'incitation au changement de pratiques culturales via la diminution des surfaces drainées et la recherche d'alternatives ;
- la limitation du drainage de nouvelles surfaces ;
- le tamponnement des eaux de drainage ;
- la reconquête de zones humides drainées par le biais d'un retour en prairies non drainées des parcelles riveraines des cours d'eau ;
- la réouverture de petits cours d'eau enterrés, aujourd'hui considérés comme de simples drains.

Localisation	Têtes de bassins de la Sarthe aval		Typologie	Opérationnelle
Porteurs d'actions pressentis	Exploitants agricoles / chambres d'agriculture / collectivités territoriales et établissements publics locaux			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction des projets			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



4.2.5 Axe 4 : Agir sur les plans d'eau et les ouvrages hydrauliques

Cet axe est constitué des 6 mesures suivantes :

- Sensibiliser les propriétaires à la bonne gestion des plans d'eau et des ouvrages
- Consolider l'inventaire des plans d'eau sur le territoire et les prioriser
- Limiter l'impact des plans d'eau au cas par cas (déconnexion, suppression, respect des débits réservés)
- Inciter les structures compétentes à engager des opérations coordonnées d'aménagement des plans d'eau
- Adapter la période de remplissage des plans d'eau
- Suivre et contrôler les débits réservés à l'aval des ouvrages



Sensibiliser les propriétaires à la bonne gestion des ouvrages

La structure porteuse du SAGE, en partenariat avec les services de l'Etat et les collectivités territoriales, mène des campagnes de sensibilisation auprès des propriétaires d'ouvrages hydrauliques afin de :

- Rappeler la réglementation existante sur les plans d'eau connectés au réseau hydrographique et les ouvrages hydrauliques ;
- Sensibiliser sur les conséquences d'une mauvaise gestion des ouvrages sur l'hydrologie du bassin versant ;
- Informer sur les actions structurelles et les aménagements possibles à réaliser sur les ouvrages pour respecter la réglementation ;
- Communiquer sur les aides techniques et financières à disposition des propriétaires riverains pour leur projet d'aménagement.

Par ailleurs, la structure porteuse du SAGE peut se charger de centraliser les projets d'aménagements connus et de favoriser la réalisation de projets groupés (mutualisation des moyens et des coûts).

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Communication	
Porteurs d'actions pressentis	Propriétaires d'ouvrages / services de police de l'eau			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation 2000 € l'édition de 100 plaquettes de communication			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Consolider l'inventaire des plans d'eau sur le territoire et les prioriser

L'étude volumes prélevables a permis de constituer une base de données sur les plans d'eau à partir des informations contenues dans les inventaires de la DREAL et des DDT. Au total, 6 681 plans d'eau ont été recensés sur le territoire du SAGE Sarthe aval.

Les informations disponibles sur les plans d'eau restent toutefois très hétérogènes et lacunaires. Ainsi, il apparaît opportun de consolider l'inventaire réalisé et de renseigner, a minima, pour les plans d'eau les plus impactants les informations suivantes :

- Sa date de création et son historique ;
- Son statut règlementaire ;
- Son usage ;
- Son mode de connexion au réseau hydrographique ;
- Ses modalités de remplissage et de vidange ;
- Et son dispositif de restitution du débit réservé.

Cet inventaire permettra d'améliorer la connaissance sur l'impact des plans d'eau et de prioriser les actions à mettre en œuvre sur le territoire.

Les priorités d'actions sont à mener notamment sur :

- les secteurs à forte densité de plans d'eau pour lesquels l'impact provient principalement de la multiplicité des plans d'eau (> 2.5 plans d'eau / km²). C'est le cas pour les unités de gestion de la Vézanne, l'Orne Champenoise, la Sarthe amont ainsi que, dans une moindre mesure, la Sarthe médian, la Baraize, la Taude, la Vaige et la Voutonne;
- les plans d'eau connectés aux cours d'eau et pour lesquels le remplissage s'effectue en période d'étiage,
- les plans d'eau de grande superficie.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Connaissance	
Porteurs d'actions pressentis	Collectivités territoriales et établissements publics locaux / Structure porteuse du SAGE			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation Ou 150 000€ à 200 000 € si étude externalisée			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Limiter l'impact des plans d'eau au cas par cas

Les trois principaux leviers identifiés pour réduire l'impact des plans d'eau sur l'hydrologie du bassin en période d'étiage sont :

- Le respect des débits réservés ;
- La déconnexion de plans d'eau ;
- La suppression de plans d'eau.

Ces différents leviers sont détaillés ci-après :

1- le respect des débits réservés : il s'agit ici d'une obligation réglementaire - Article L214-18 du Code de l'Environnement. Ainsi, les ouvrages hydrauliques sont tenus de restituer à l'aval le 1/10e du module naturel du cours d'eau, ou tout au moins le débit alimentant l'ouvrage si celui-ci est inférieur au 1/10e du module. Cette obligation s'applique aux ouvrages et plans d'eau sur cours d'eau ou alimentés par dérivation de cours d'eau.

2 – la déconnexion des plans d'eau. Les aménagements varient selon les caractéristiques des ouvrages et leur mode de connexion / remplissage actuel : plan d'eau sur cours d'eau, en dérivation, alimentés par ruissellement ou par les nappes.

3 – la suppression des plans d'eau : Sont concernés les plans d'eau ne présentant pas d'usage économique ou d'intérêt environnemental

Pour les deux derniers points, les solutions d'aménagements retenues peuvent faire l'objet d'un Dossier l'Eau sur l'Eau ou d'une étude d'impact.

Enfin, les plans d'eau les plus impactants identifiés dans l'inventaire sont à traiter en priorité. Les acteurs du territoire, peuvent par ailleurs s'ils le souhaitent, se fixer un nombre de déconnexion / suppression par an à atteindre dans le cadre du SAGE Sarthe aval notamment.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Propriétaires d'ouvrage / services de police de l'eau			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction des projets			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Inciter les structures compétentes à engager des opérations coordonnées d'aménagement des plans d'eau

L'étude « volumes prélevables » a permis de constituer une base de données sur les plans d'eau à partir des informations contenues dans les inventaires de la DREAL et des DDT. Au total, 6 681 plans d'eau ont été recensés sur le territoire du SAGE Sarthe aval.

Afin de limiter l'impact des plans d'eau conformément à la disposition précédente, les structures compétentes sont invitées à engager des opérations coordonnées d'aménagement des plans d'eau. L'objectif est de mener une action cohérente et efficace à l'échelle des différentes unités de gestion.

Les opérations groupées permettront également de mutualiser les biens et les moyens pour l'aménagement des plans d'eau. Elles présentent également l'avantage de pouvoir facilement faire bénéficier les différents porteurs de projet du retour d'expérience sur le territoire des aménagements réalisés.

Cette action est à encourager en priorité sur les secteurs à forte densité de plans d'eau mis en évidence dans le cadre de l'étude.

Localisation	Tout le territoire en particulier sur les unités de gestion à forte densité de plans d'eau (> 2.5 plans d'eau / km ²) : Vézanne, Orne Champenoise, Sarthe amont puis Sarthe médian, Baraize, Taude, Vaige, Voutonne		Typologie	Opérationnelle
Porteurs d'actions pressentis	Structures compétentes (Collectivités territoriales et établissements publics locaux)			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Adapter la période de remplissage des plans d'eau

Les résultats de l'étude volumes prélevables ont montré qu'un potentiel de prélèvement important était disponible en période hivernale sur certaines unités de gestion.

Ainsi, afin de résorber une partie des déséquilibres quantitatifs en période d'étiage, le remplissage des retenues pourraient s'étendre préférentiellement du mois de décembre au mois de mars. La période de remplissage favorable sera néanmoins amenée à évoluer chaque année en fonction des conditions hydrologiques et climatiques.

Les plans d'eau ayant un usage imposant une période de remplissage stricte ne seront pas concernés par cette mesure.

Localisation	Tout le territoire sauf Taude, Deux Fonds, Voutonne, Vaige, Vezeanne	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Propriétaires d'ouvrages			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Suivre et contrôler les débits réservés à l'aval des ouvrages

Obligation réglementaire : Article L214-18 du Code de l'Environnement

Le suivi des débits réservés est une étape essentielle pour vérifier le respect de la réglementation.

L'article L214-18 du Code de l'Environnement précise que l'exploitant de l'ouvrage est tenu d'assurer le fonctionnement et l'entretien des dispositifs garantissant dans le lit du cours d'eau les débits minimaux.

Cette mesure vise ainsi à s'assurer que le dispositif en place restitue 1/10e du module naturel du cours d'eau, ou tout au moins le débit alimentant l'ouvrage si celui-ci est inférieur au 1/10e du module.

Dans le cas contraire, des travaux de mise en conformité sont à réaliser. Les solutions d'aménagements peuvent concerner :

- la mise en dérivation de l'ouvrage
- la mise en place d'équipements spécifiques,
- Sa suppression dans certains cas.

Afin de faciliter le suivi et le contrôle des débits à l'aval des ouvrages, des dispositifs simples (échelle limnimétrique, jaugeage...) peuvent être installés.

Le rôle des services de la police de l'eau est dans un second temps de veiller à ce que les dispositifs existent et qu'ils fonctionnent.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Réglementaire	
Porteurs d'actions pressentis	Propriétaires d'ouvrages / services de police de l'eau			
Estimation financière sommaire	A définir en fonction des travaux de mise en conformité A définir en fonction des équipements de suivi : * 1 000 € échelle limnimétrique * Mise en place d'une campagne de jaugeages (10 mesures) : 1 000€			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



4.2.6 Axe 6 : Promouvoir une gestion concertée de la ressource

Cet axe est constitué des 2 mesures suivantes :

- Mettre en place une gestion collective de la ressource en eau pour l'irrigation
- Engager la réflexion sur la répartition des volumes prélevables par usage



Mettre en place une gestion collective de la ressource en eau pour l'irrigation

Une gestion coordonnée des prélèvements pourrait être mise en place sur le territoire de la Sarthe aval, sous l'égide des Chambres d'Agriculture.

Les Chambres d'Agriculture pourraient ainsi « piloter » les prélèvements agricoles et renseigner les agriculteurs sur les volumes disponibles et sur les périodes les plus favorables pour le remplissage des retenues. Les informations seraient fonction des conditions hydrologiques et climatiques.

Une réflexion pourra être engagée sur la mise en œuvre opérationnelle de cette gestion collective. En effet, plusieurs formes de gestion collective pourront être proposées :

- Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC) ;
- Adhésion à une charte ;
- ...

Par ailleurs, compte tenu de la superficie du bassin versant, il convient de veiller à :

- l'échelle d'intervention pertinente pour la gestion des prélèvements agricoles : échelles administratives, par unités de gestion, par groupement d'unités de gestion ayant des fonctionnements similaires...
- la cohérence des gestions menées par les différentes chambres d'agriculture.

Localisation	Tout le territoire		Typologie	Opérationnelle
Porteurs d'actions pressentis	Chambres d'agriculture			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Engager la réflexion sur la répartition des volumes prélevables par usage

Pour chaque unité de gestion, un volume prélevable a été défini selon les périodes de l'année :

- Période estivale de juin à septembre,
- Période hivernale d'octobre à mai,

De même, les usages et les prélèvements actuels ont été inventoriés sur le territoire de la Sarthe aval sur chaque unité.

Ainsi, il est vivement recommandé de valoriser les résultats obtenus dans le cadre de cette étude et d'inscrire les volumes ainsi que la répartition par usage souhaitée dans les documents du SAGE.

Concernant la répartition des volumes par usage, un groupe de travail pourrait être mis en place sur le territoire et définir conjointement la répartition par usage à inscrire, dans un souci de préservation de la ressource et de pérennité des activités.

Une règle pourra également être éditée sur le fondement juridique suivant :

Article R.212-47 du Code de l'environnement

« 1° Prévoir, à partir du volume disponible des masses d'eau superficielles ou souterraines situées dans une unité hydrographique ou hydrogéologique cohérente, la répartition en pourcentage de ce volume entre les différentes catégories d'utilisateurs. »

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Chambres consulaires / collectivités et établissements publics locaux / Structure porteuse du SAGE			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



4.2.7 Axe 7 : Adapter le dispositif de gestion de crise

Cet axe est constitué des 4 mesures suivantes :

- Densifier le réseau de gestion de crise
- Etudier la nécessité d'une gestion différenciée des eaux superficielles et souterraines
- Renforcer le suivi des eaux souterraines et définir si besoin des règles de prise de décision pour la gestion de crise
- Harmoniser les seuils et les mesures de gestion des arrêtés cadres sur les 3 départements sur la base des conclusions de l'étude volume prélevable



Densifier le réseau de gestion de crise

Les arrêtés cadre départementaux définissent des mesures et seuils de déclenchement des restrictions des usages de l'eau à l'échelle de bassins hydrographiques cohérents. Ces bassins sont généralement étendus et englobent plusieurs sous bassins versants.

L'étude « Volumes prélevables » a permis d'affiner le dispositif de gestion de crise sur le bassin de la Sarthe aval. Des débits seuils d'alerte (DSA) et de crise (DCR) ont notamment été définis sur l'ensemble des affluents de la Sarthe.

Ainsi, il pourrait être opportun dans les arrêtés cadre départementaux :

- d'inciter à la gestion à l'échelle des unités de gestion et ainsi de redéfinir les bassins hydrographiques cohérents,
- d'ajuster ou d'inscrire pour chaque unité de gestion les seuils de référence définis dans l'étude.

Pour cela, il convient de s'assurer en premier de l'existence d'une station hydrométrique à l'exutoire de chaque unité de gestion pour veiller au respect des débits seuils. Dans le cas contraire, des dispositifs de suivi seront à mettre en place.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Services de l'Etat			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation * Installation d'une station hydrométrique 5 000 € + coût exploitation annuel * Mise en place d'une campagne de jaugeages (10 mesures) : 1 000€			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Etudier la nécessité d'une gestion différenciée des eaux superficielles et souterraines

Le bassin versant de la Sarthe aval est aujourd'hui concerné par 3 arrêtés cadres sécheresse. Parmi ceux-ci, l'arrêté cadre du département de Maine-et-Loire différencie la gestion des eaux superficielles et souterraines. Sur les départements de la Sarthe et de la Mayenne, la gestion de crise ne se base, quant à elle, que sur le suivi des eaux superficielles.

Ainsi pour la Sarthe et la Mayenne, la pertinence de mettre en place une gestion différenciée de la ressource en eau en période d'étiage peut se poser.

Pour cela, il convient d'évaluer :

- En premier lieu l'état quantitatif des principaux aquifères rencontrés,
- les enjeux liés aux différents aquifères (nappe stratégique pour l'alimentation en eau potable par exemple),
- l'évolution projetée des usages et les conséquences attendues du changement climatique (vulnérabilité des aquifères).

Si des situations de tensions quantitatives s'observent ou sont pressentis sur ces masses d'eau alors l'identification de piézomètres de référence pour le suivi de crise pourrait être opportune.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Services de l'Etat / BRGM			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation 150 000€ à 200 000€ si étude externalisée			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Renforcer le suivi des eaux souterraines et définir si besoin des règles de prise de décision pour la gestion de crise

Si une gestion de crise différenciée pour les masses d'eau superficielles et souterraines est jugée pertinente sur le territoire, la Commission Locale de l'Eau incite les services de l'Etat à adapter leurs dispositifs de gestion de crise en conséquence.

Pour cela, il convient de :

- identifier les piézomètres de référence et les bassins hydrogéologiques cohérents où s'appliqueront les mesures de restriction des usages de l'eau,
- Définir les seuils d'alerte et de crise pertinents pour chaque piézomètre de référence identifié. Pour rappel, des niveaux seuil et de crise ont été définis pour chaque unité de gestion dans le cadre de l'étude « Volumes Prélevables »,
- Établir des règles de prise de décisions et les mesures à prendre sur les usages de l'eau,
- Adapter les arrêtés cadre départementaux et les dispositifs de suivi.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Services de l'Etat / BRGM			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



Harmoniser les seuils et les mesures de gestion des arrêtés cadres sur les 3 départements sur la base des conclusions de l'étude volume prélevable

L'analyse des arrêtés cadre départementaux a mis en évidence des divergences entre les différents documents. Ces différences peuvent nuire à la bonne compréhension et application des mesures de restrictions des usages de l'eau sur le territoire.

Ainsi, il pourrait être opportun d'harmoniser le contenu des arrêtés cadre, tant sur le fond que sur la forme.

A ce titre,

- il peut être proposé d'augmenter le nombre de points de référence pour le suivi sécheresse (cf. disposition XX).
- il pourrait être intéressant que les arrêtés départementaux reprennent à minima :
 - Le même nombre de débits seuils.
 - La même terminologie : vigilance, alerte, alerte renforcée, crise ou autre dénomination commune, ou une mise en cohérence avec l'outil national Propluvia.
 - Une description identique des usages concernés et des mesures de restriction / d'interdiction des usages de l'eau.

Cette mesure se heurte toutefois à la difficulté de conjuguer gestion administrative par département et gestion à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente. Ainsi, il conviendra de veiller à ce que cette mesure n'impacte pas les bassins versants voisins.

Localisation	Tout le territoire	Typologie	Opérationnelle	
Porteurs d'actions pressentis	Services de l'Etat			
Estimation financière sommaire	Temps d'animation			
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	-	=	+	++



CONCLUSIONS

Au total, 25 actions ont été proposées pour un retour à l'équilibre quantitatif entre les besoins du milieu et la satisfaction des usages de l'eau. Un bilan des mesures de gestion proposées et du gain attendu est présenté ci-dessous.

Tableau 5-1 : Tableau récapitulatif des orientations de gestion

N°	Intitulé	Impact état quantitatif			
Améliorer les connaissances sur la ressource en eau					
1	Densifier le réseau de suivi quantitatif des masses d'eau superficielles à l'aval du bassin versant	-	=	+	++
2	Améliorer les connaissances sur les secteurs Rhonne, Roule crottes et Fessard	-	=	+	++
3	Renforcer le suivi des masses d'eau souterraines	-	=	+	++
Encourager les économies d'eau et sensibiliser les usagers					
4	Sensibiliser la profession agricole et les industriels à la gestion de la ressource	-	=	+	++
5	Sensibiliser les consommateurs d'eau potable et encourager les économies d'eau domestiques	-	=	+	++
6	Sensibiliser les scolaires à la préservation de la ressource en eau	-	=	+	++
7	Promouvoir la réutilisation des eaux pluviales par les privés et les collectivités	-	=	+	++
8	Communiquer sur l'importance et le rôle des zones humides (tampon, soutien d'étiage)	-	=	+	++
Agir sur l'Alimentation en Eau Potable					
9	Améliorer le rendement des réseaux d'alimentation en eau potable	-	=	+	++
10	Intégrer les capacités d'alimentation en eau potable du territoire lors de projets d'urbanisme	-	=	+	++
Agir sur le volet agricole					
11	Sensibiliser la profession agricole au changement climatique et promouvoir des systèmes d'exploitation et des cultures plus économes en eau	-	=	+	++
12	Substituer les prélèvements estivaux par des prélèvements hivernaux	-	=	+	++
13	Limiter les effets du drainage en tête de bassin versant	-	=	+	++



RAPPORT PHASE 5

Définition de mesures de gestion

N°	Intitulé	Impact état quantitatif			
Agir sur les plans d'eau et les ouvrages hydrauliques					
14	Sensibiliser les propriétaires à la bonne gestion des plans d'eau et des ouvrages	-	=	+	++
15	Consolider l'inventaire des plans d'eau sur le territoire et les prioriser	-	=	+	++
16	Limitier l'impact des plans d'eau au cas par cas (déconnexion, suppression, respect des débits réservé)	-	=	+	++
17	Inciter les structures compétentes à engager des opérations coordonnées d'aménagement des plans d'eau	-	=	+	++
18	Adapter la période de remplissage des plans d'eau	-	=	+	++
19	Suivre et contrôler les débits réservés à l'aval des ouvrages	-	=	+	++
Promouvoir une gestion concertée de la ressource					
20	Mettre en place une gestion collective de la ressource en eau pour l'irrigation : OUGC ou autre forme: charte ...	-	=	+	++
21	Engager la réflexion sur la répartition des volumes prélevables par usage	-	=	+	++
Adapter le dispositif de gestion de crise					
22	Densifier le réseau de gestion de crise	-	=	+	++
23	Etudier la nécessité d'une gestion différenciée des eaux superficielles et souterraines	-	=	+	++
24	Renforcer le suivi des eaux souterraines et définir si besoin des règles de prise de décision pour la gestion de crise	-	=	+	++
25	Harmoniser les seuils et les mesures de gestion des arrêtés cadres sur les 3 départements sur la base des conclusions de l'étude volume prélevable	-	=	+	++

Il apparait néanmoins essentiel de préciser que des actions sur la qualité de l'eau, la restauration morphologique des cours d'eau et la préservation des zones humides ainsi qu'une meilleure gestion des eaux pluviales participent également à l'amélioration de l'état quantitatif des masses d'eau et à la sécurisation de l'AEP. Ces aspects n'ont pas été abordés (ou succinctement) dans le cadre de cette étude et seront traités par le SAGE Sarthe aval.

Cette phase clôture l'étude Volumes Prélevables engagée en mars 2016.

