



Mai 2017
16DHF008



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

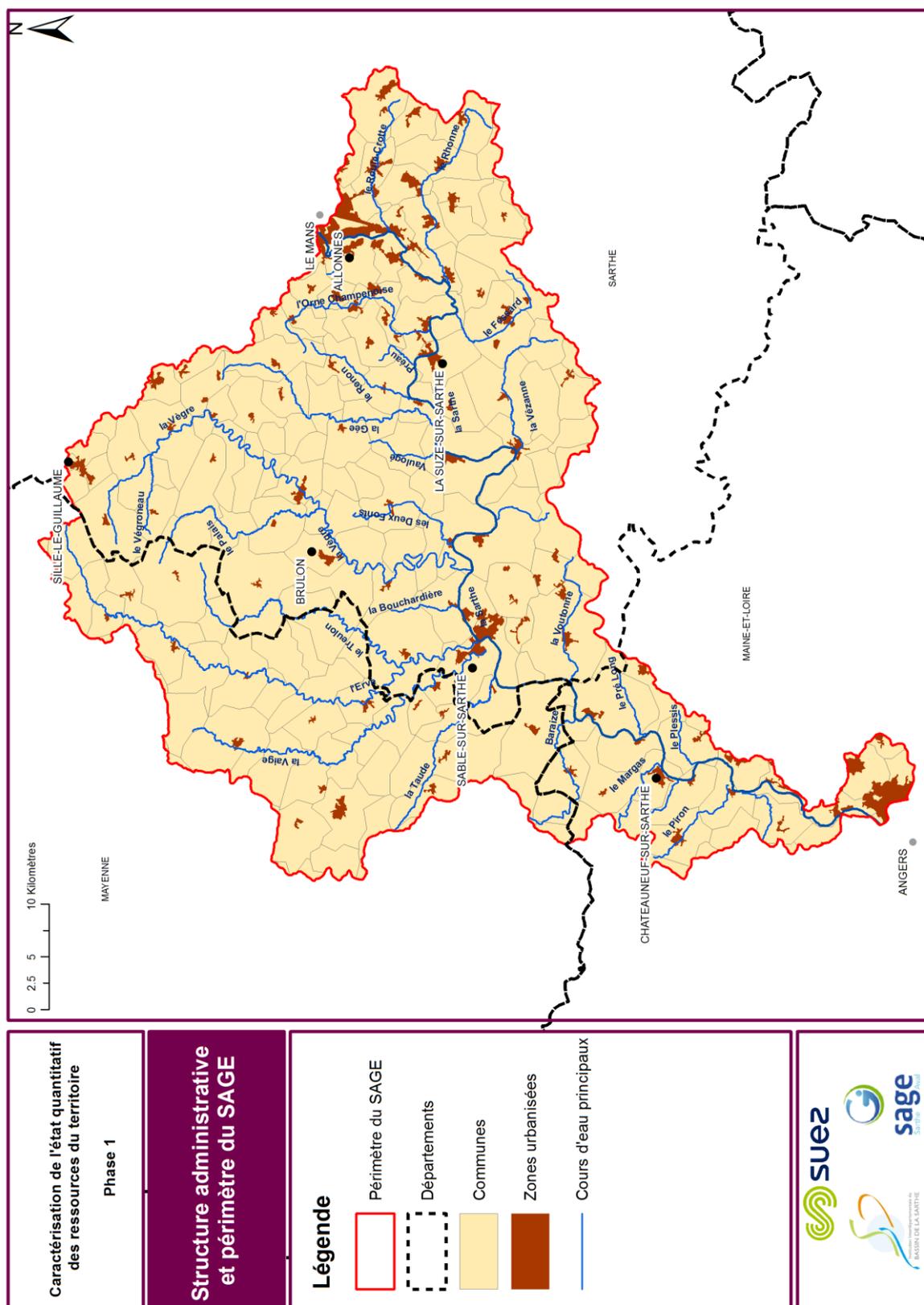


Figure 1-1 : Structure administrative et périmètre du SAGE Sarthe aval



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

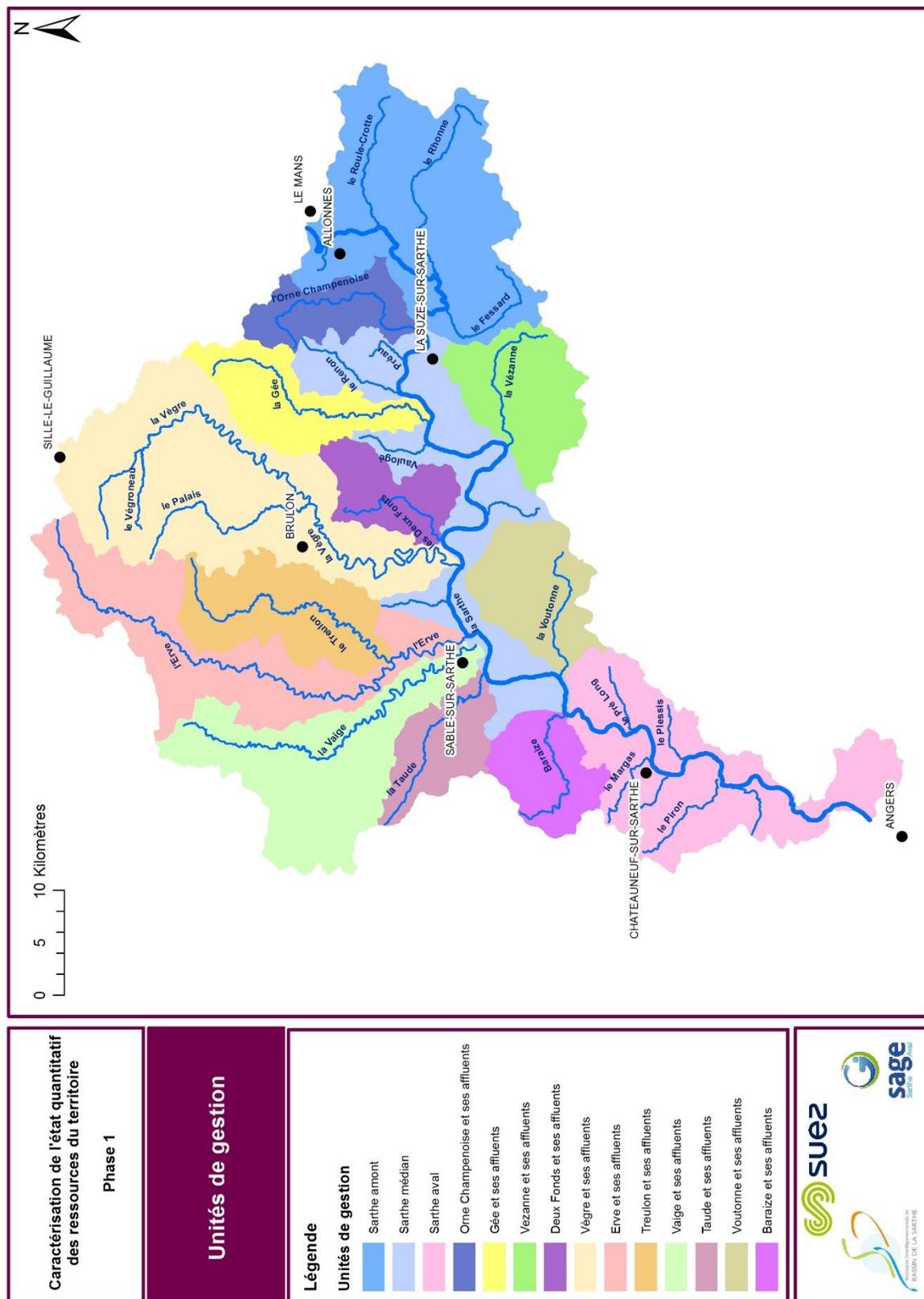


Figure 1-2 : Sous-bassins versants définis sur le territoire du SAGE Sarthe aval



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.

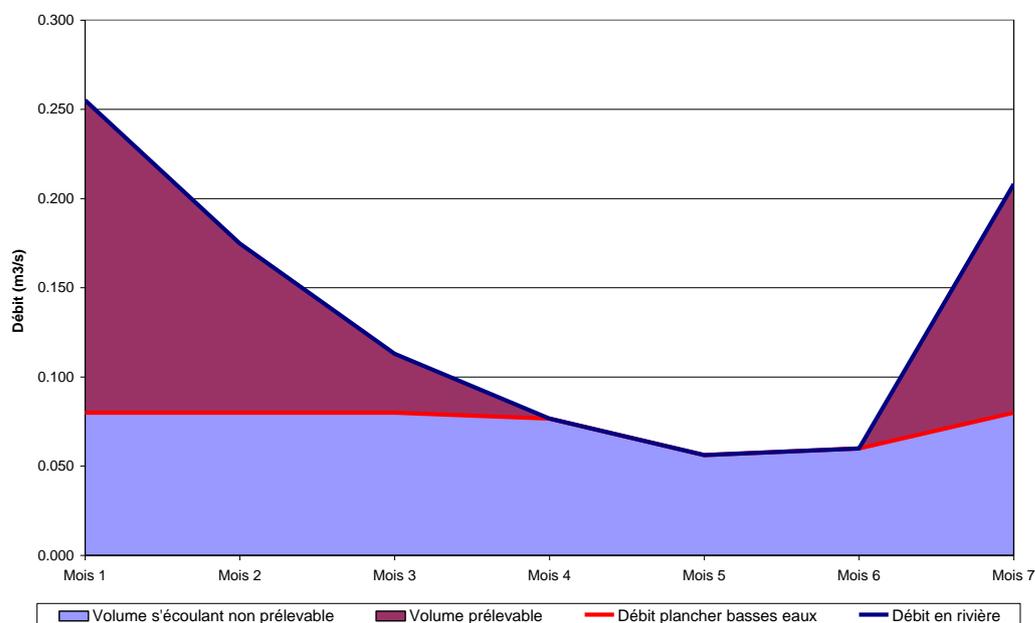


Figure 2-1 : Schéma de principe pour le calcul du volume prélevable en période de basses eaux



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

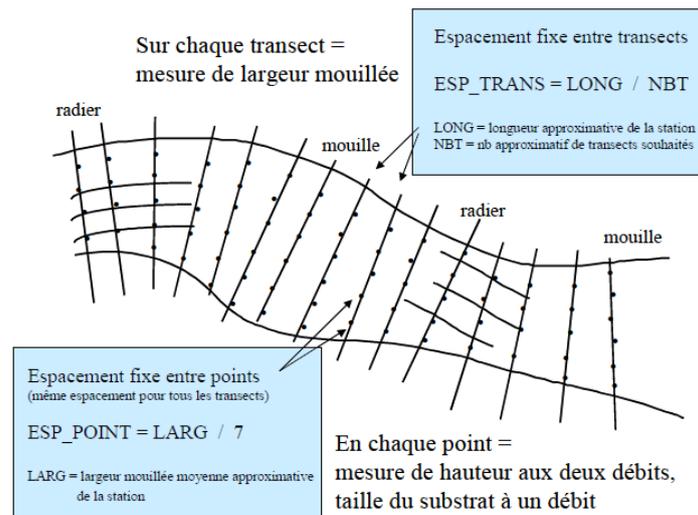


Figure 2-2 : Mise en œuvre du protocole Estimhab sur un tronçon de rivière (source : IRSTEA, 2008)

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

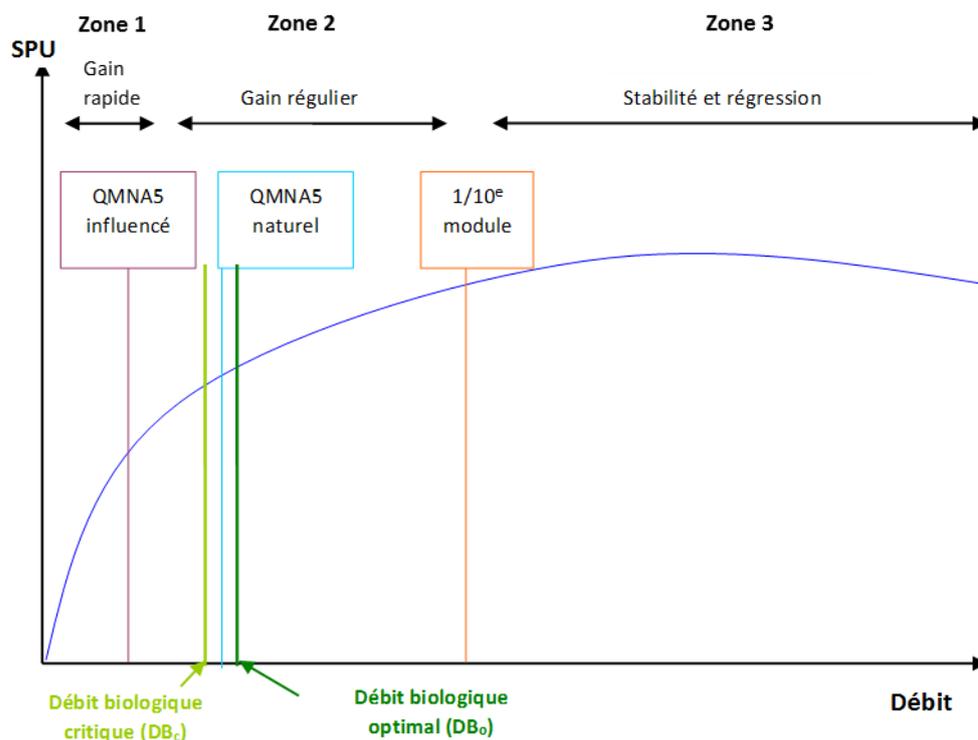


Figure 2-3 : Présentation de la courbe d'évolution de la Surface Pondérée Utile (SPU) en fonction du débit

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

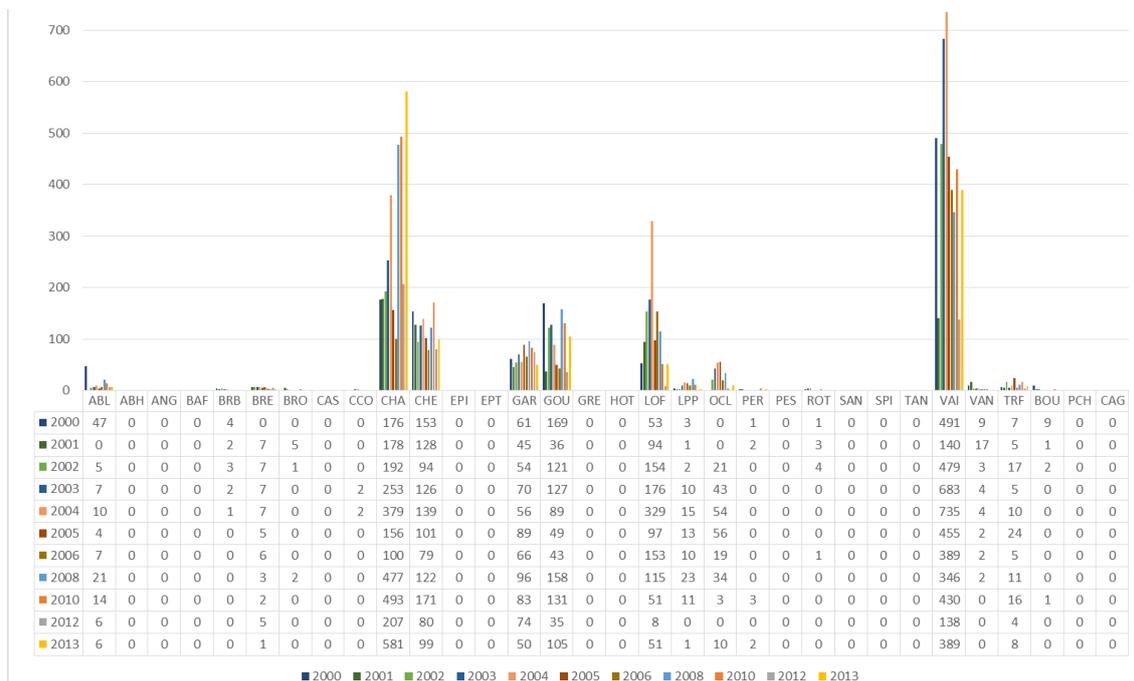


Figure 2-4 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur l'Erve à Chammes de 2000 à 2013 (hors 2009 et 2011)

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

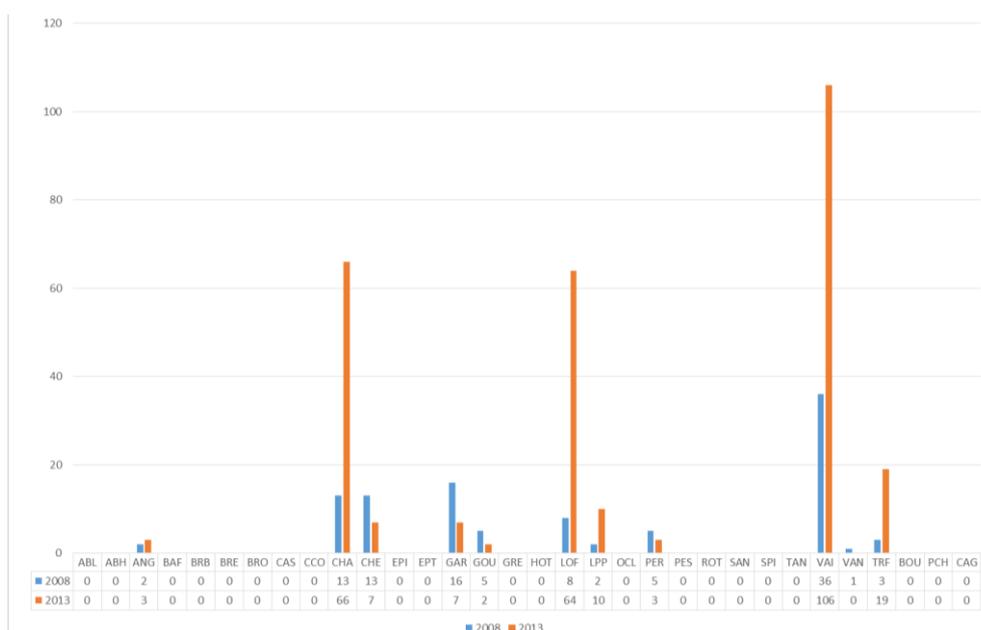


Figure 2-5 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur le Palais à Mareil-en-Champagne en 2008 et 2013



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

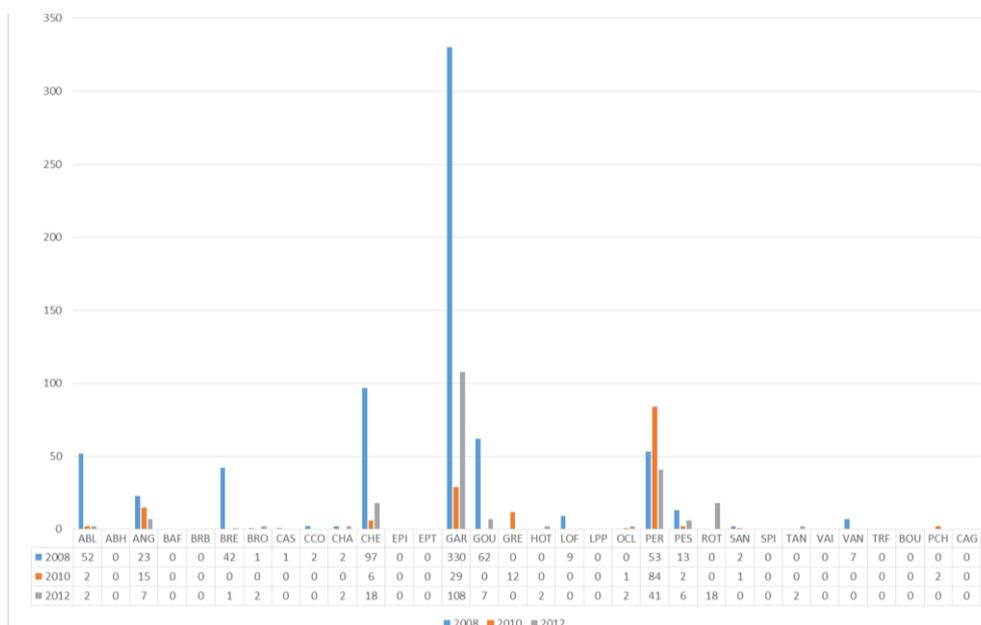


Figure 2-6 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Sarthe à Arnage en 2008, 2010 et 2012. L'espèce majoritairement représentée est le Gardon. Les perches sont également bien représentées. Enfin, la présence d'anguille, espèce migratrice est à noter.

• Sarthe à Cheffes

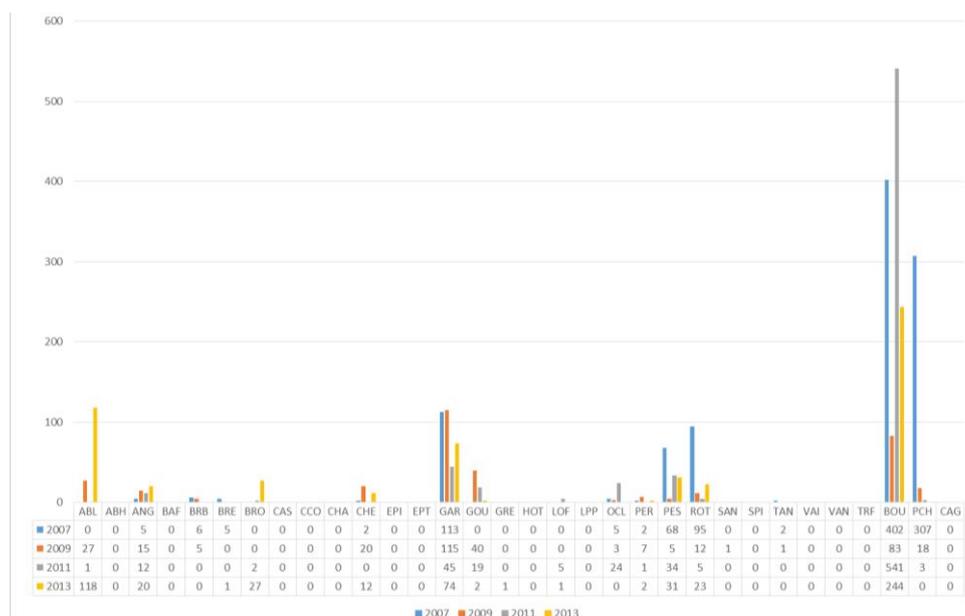


Figure 2-7 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Sarthe à Cheffes en 2007, 2009, 2011 et 2013



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

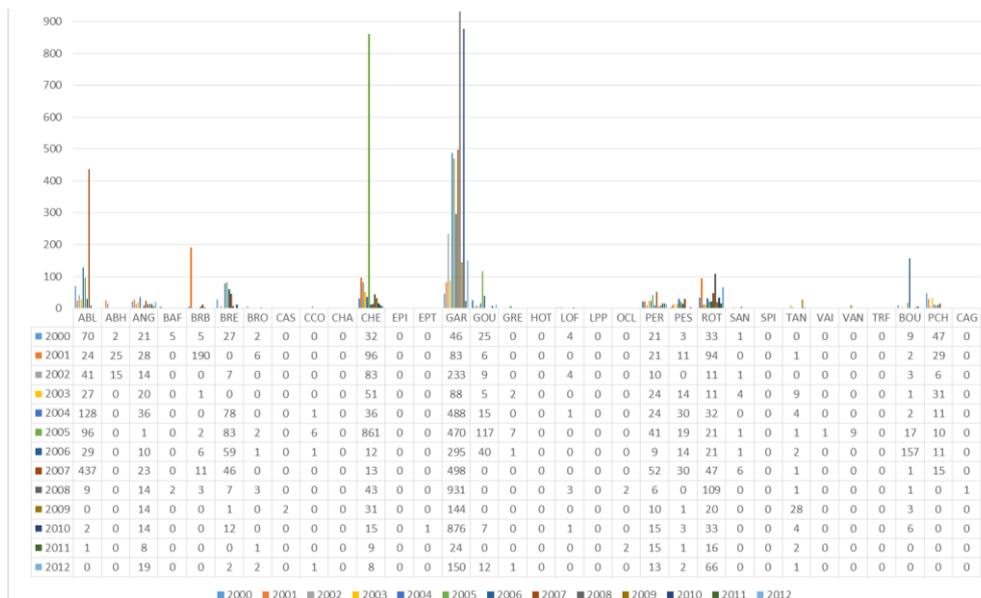


Figure 2-8 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Sarthe à Malicorne-sur-Sarthe entre 2000 et 2012

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

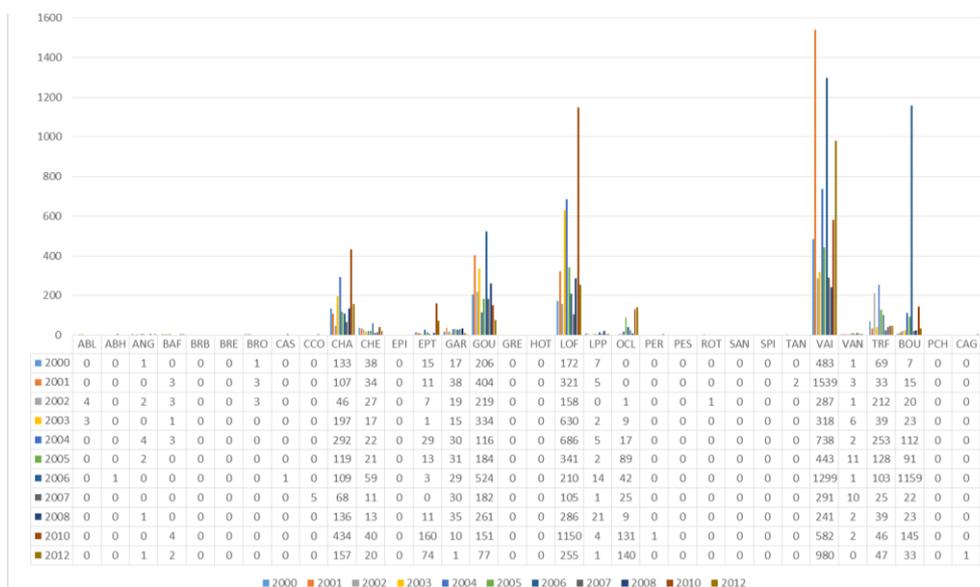


Figure 2-9 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Vègre à Epineu-le-Chevreuil entre 2000 et 2012 (hors 2009 et 2011)



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**

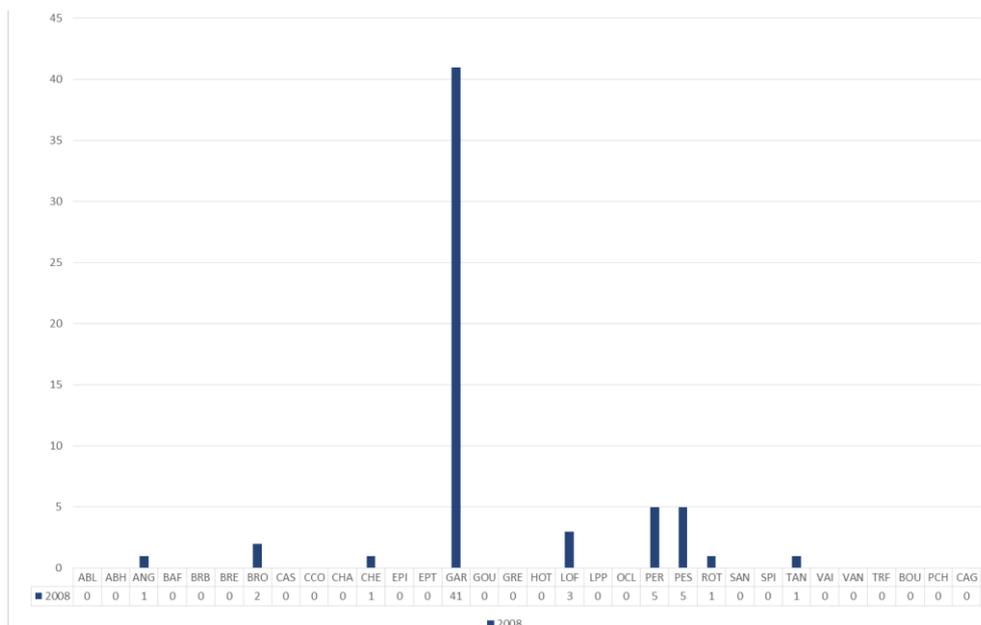


Figure 2-10 : Résultats des inventaires piscicoles réalisés sur la Voutonne à Précigné en 2008

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

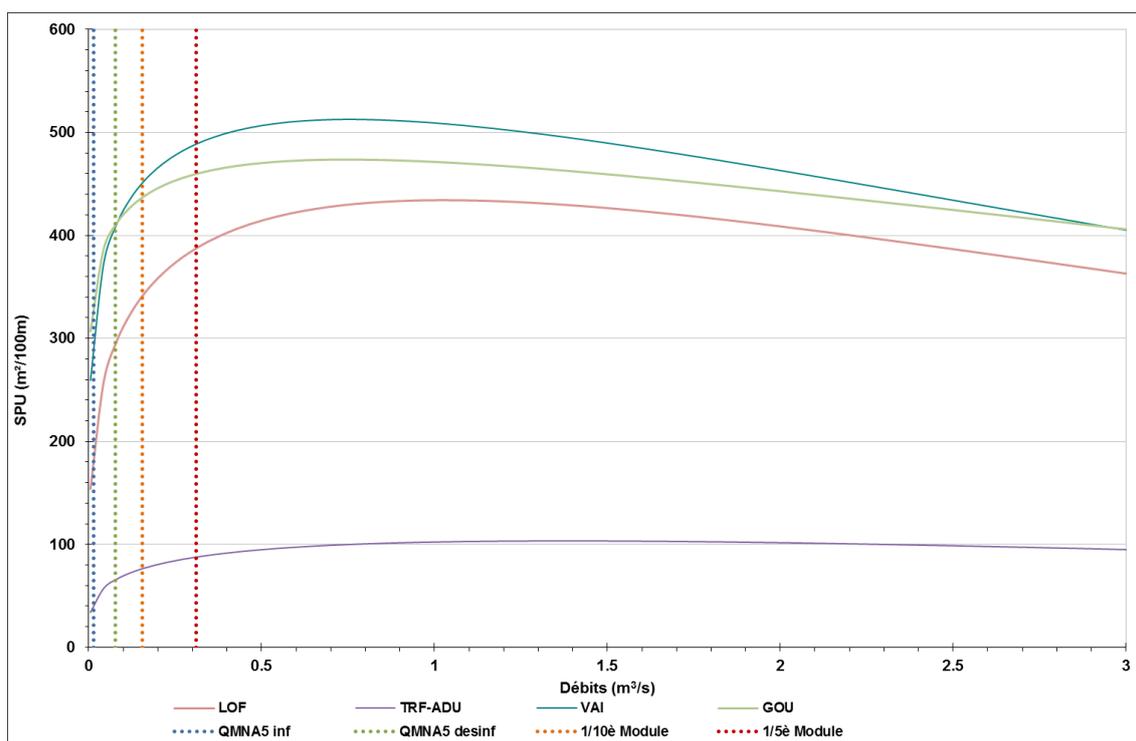


Figure 2-11 : Évolution de la Surface Pondérée Utile sur le secteur de la Vaige (LOF = Loche Franche / TRF-ADU = Truite fario adulte / VAI = Vaion / GOU = Goujon)

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

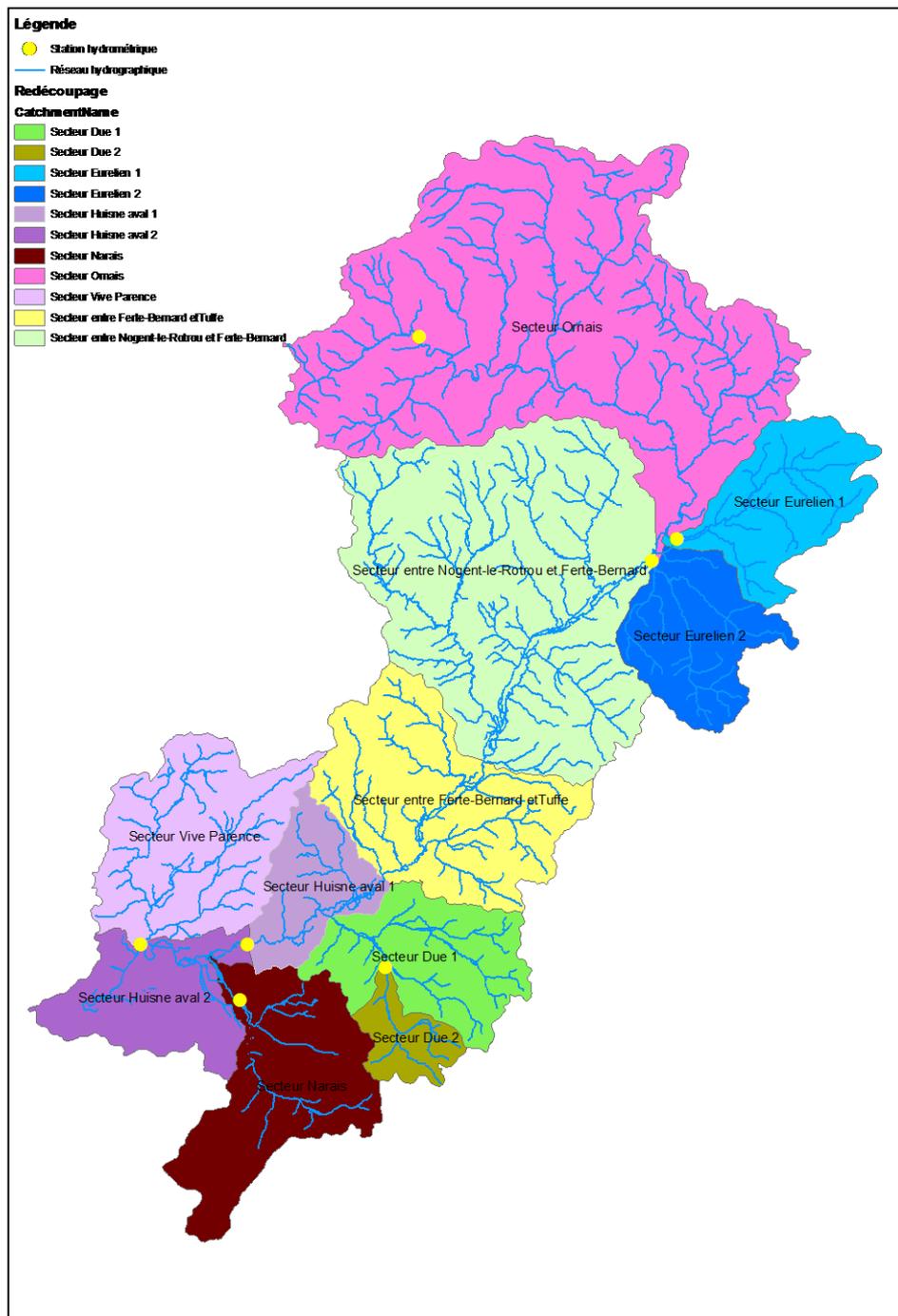


Figure 2-12 : Localisation des sites où le protocole Estimhab a été mis en œuvre



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

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.

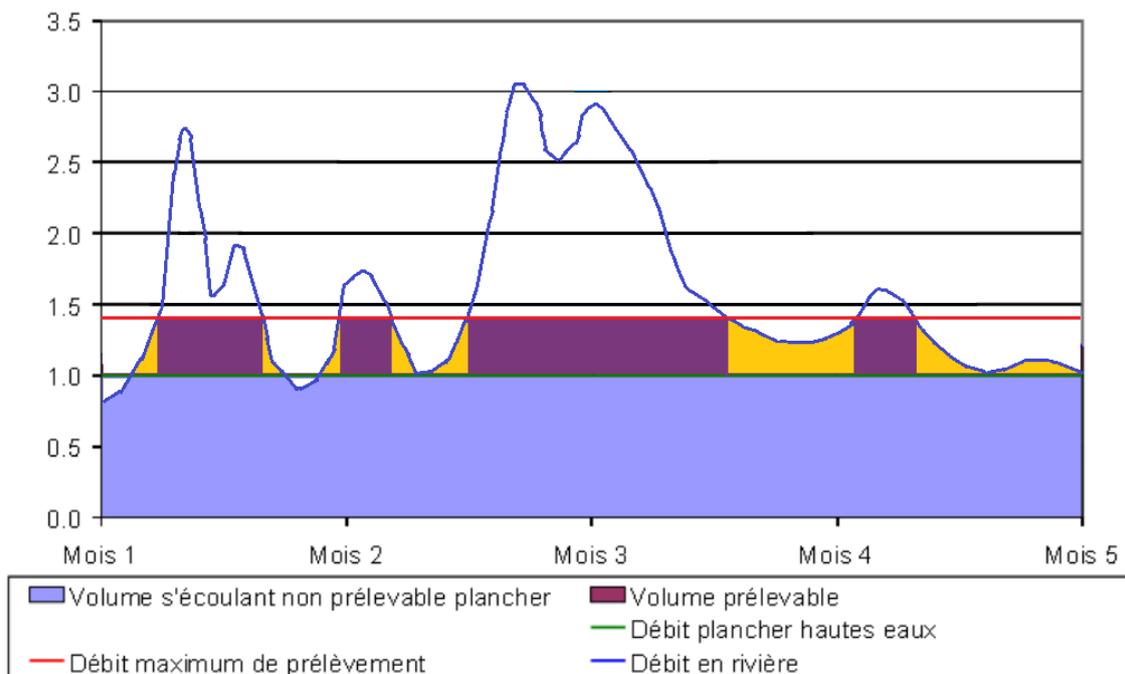


Figure 3-1 : Schéma de principe pour le calcul du volume prélevable en période de hautes eaux



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

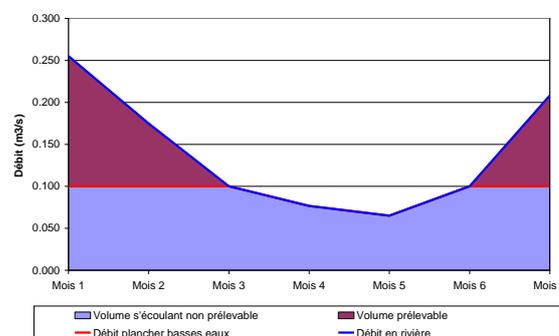
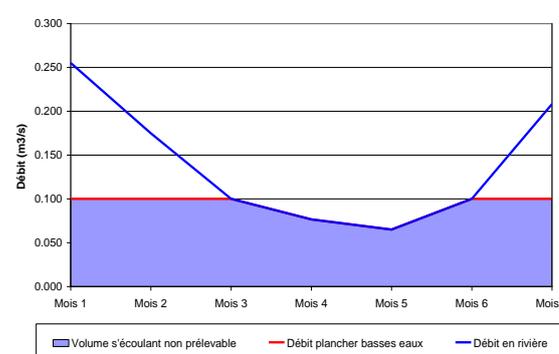
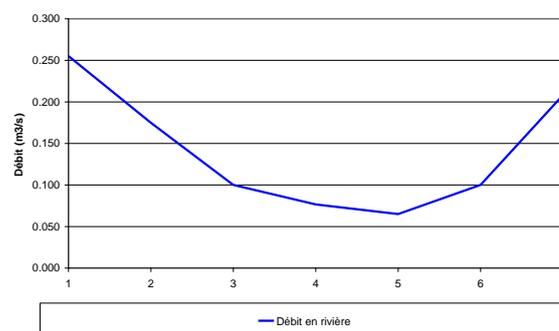
Les modalités de détermination des volumes prélevables sont synthétisées ci-après :

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.

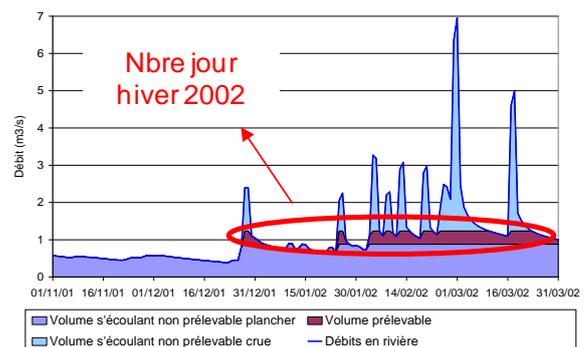
4.1.2 Méthodologie en période de hautes eaux

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 :

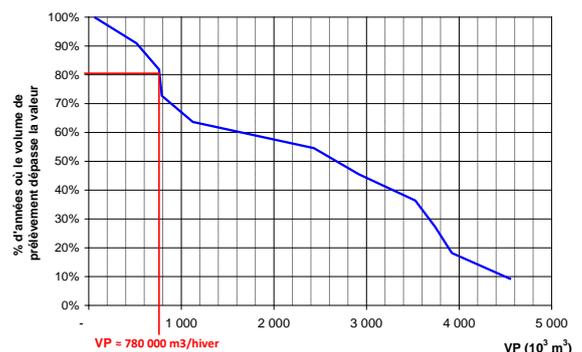
- Les chroniques de débits désinfluencés obtenues en phase 2 de l'étude sur la période 2000-2014 ;
- Le débit « plancher » hivernal pris égal au module désinfluencé du cours d'eau ;
- Et le débit maximal de prélèvement fixé à $0,2 \times$ module désinfluencé (scénario par défaut du SDAGE).

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'été, 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]



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

4.2.9 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'étiage, 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'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, 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]



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

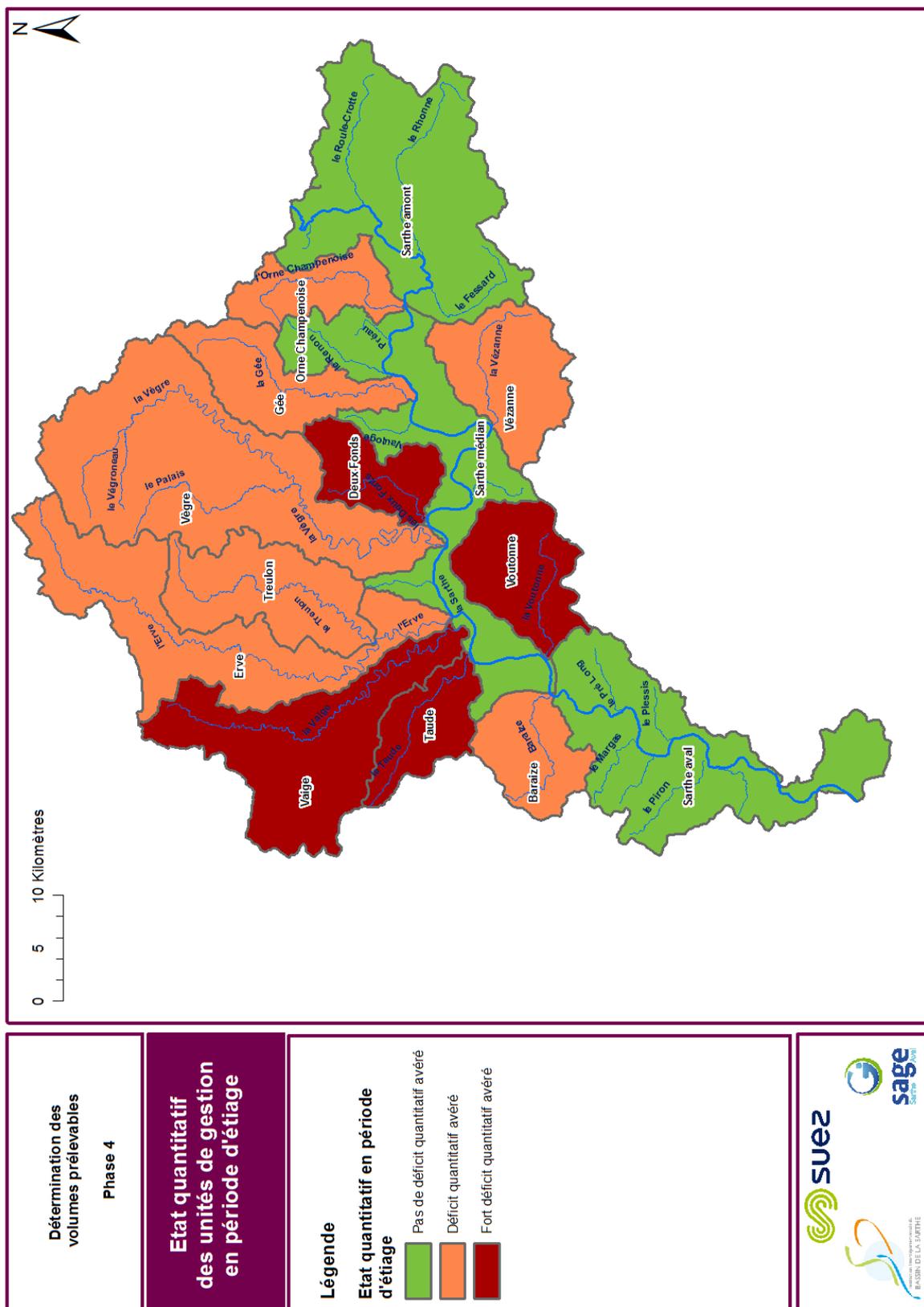


Figure 4-1 : Etat quantitatif des unités de gestion en période d'été



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

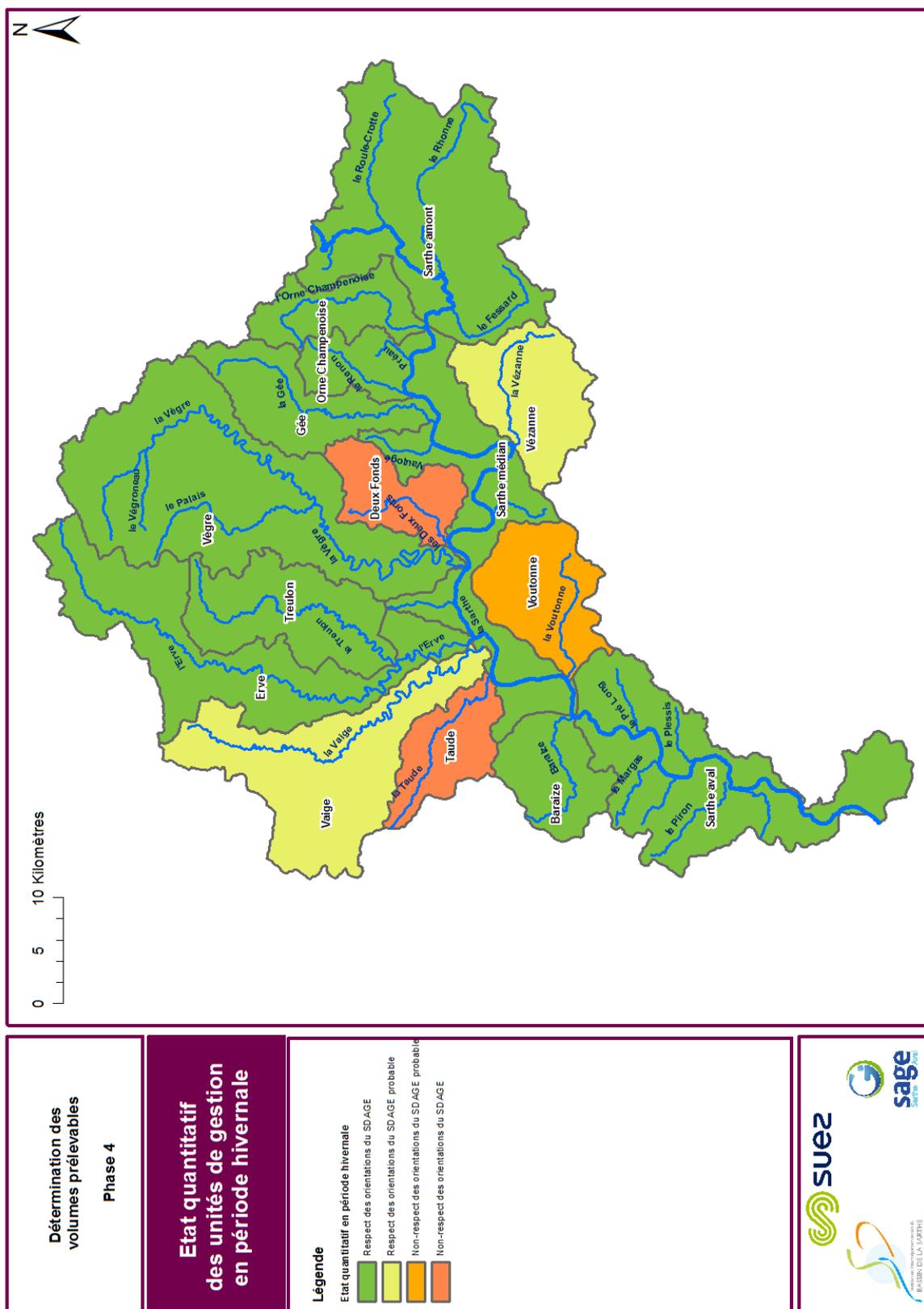


Figure 4-2: Etat quantitatif des unités de gestion en période hivernale



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

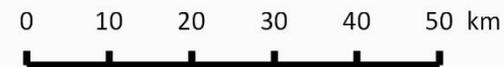
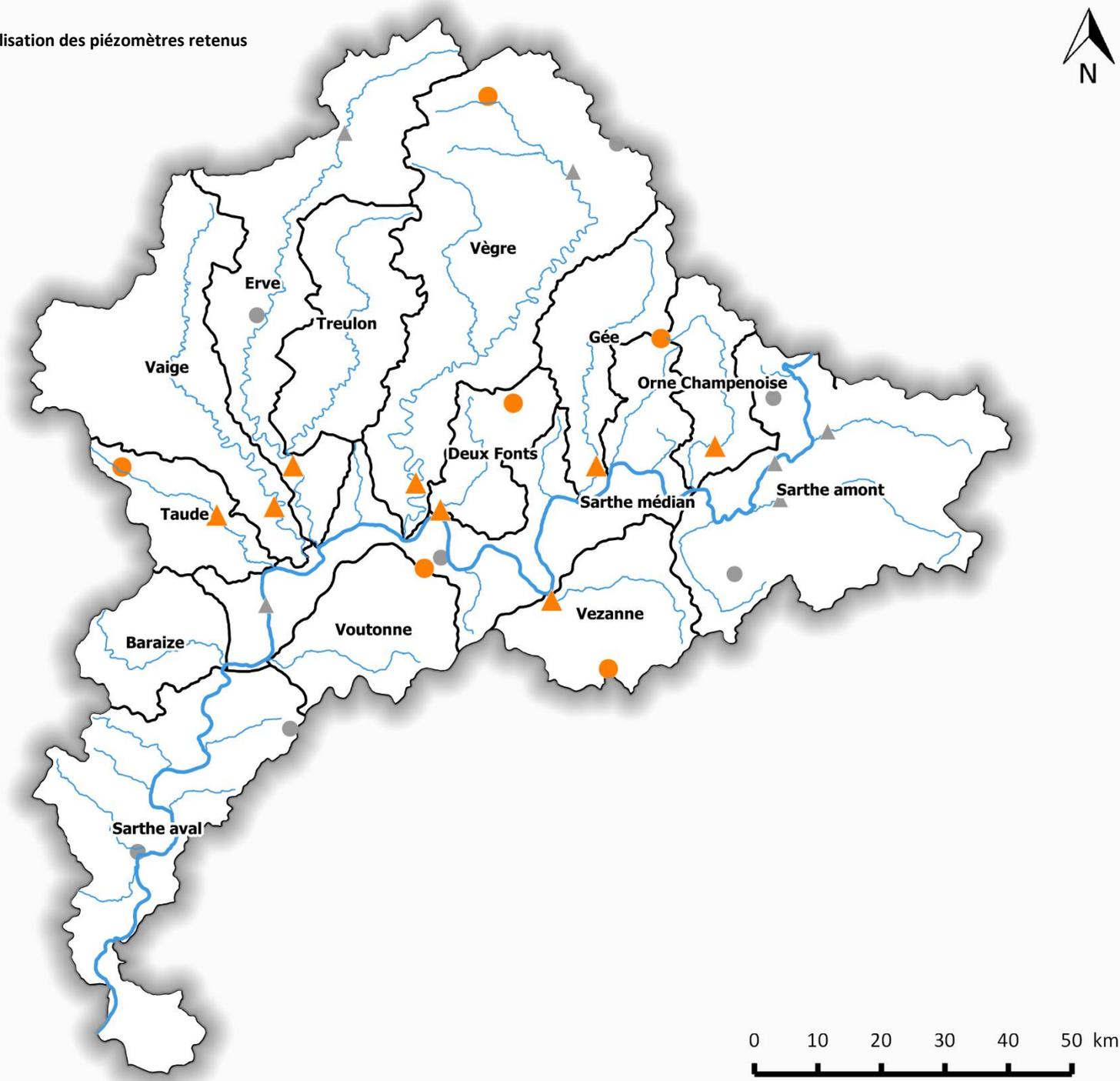
Phase 2

Piézomètres retenus pour la
détermination des niveaux
objectifs

Légende

-  Unité de gestion
-  la Sarthe
-  Affluents de la Sarthe
- Piezomètres**
-  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).

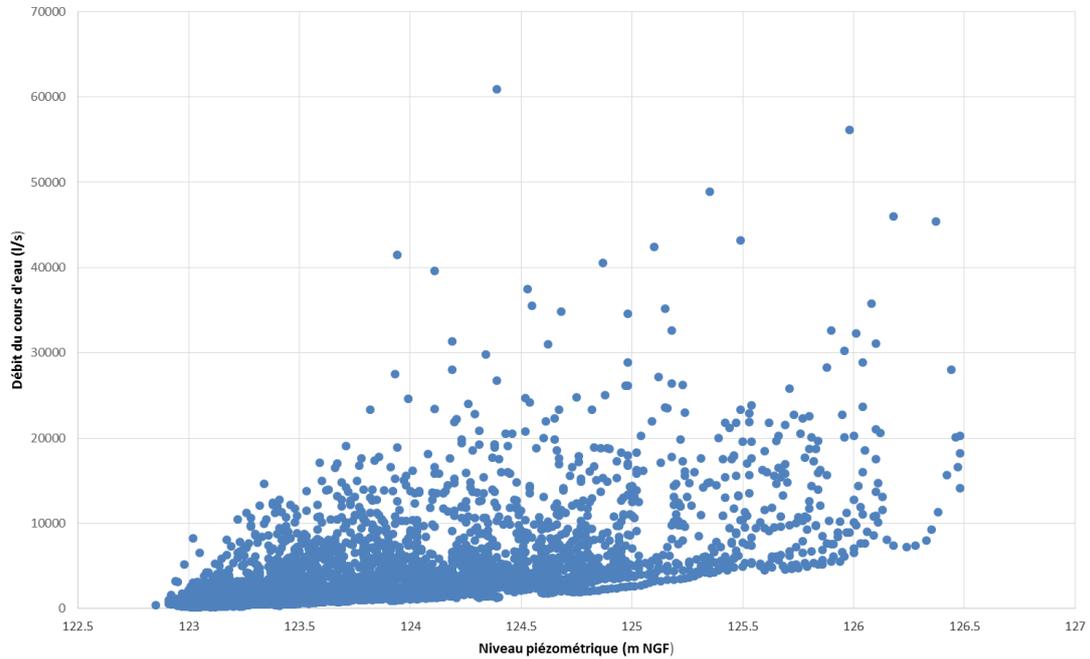
La Figure 7-2 présente un exemple de corrélation réalisé sur le secteur de la Vègre entre le piézomètre référencé 03213X0011/ST-AEP et la station débitmétrique de La Vègre à Asnières-sur-Vègre.



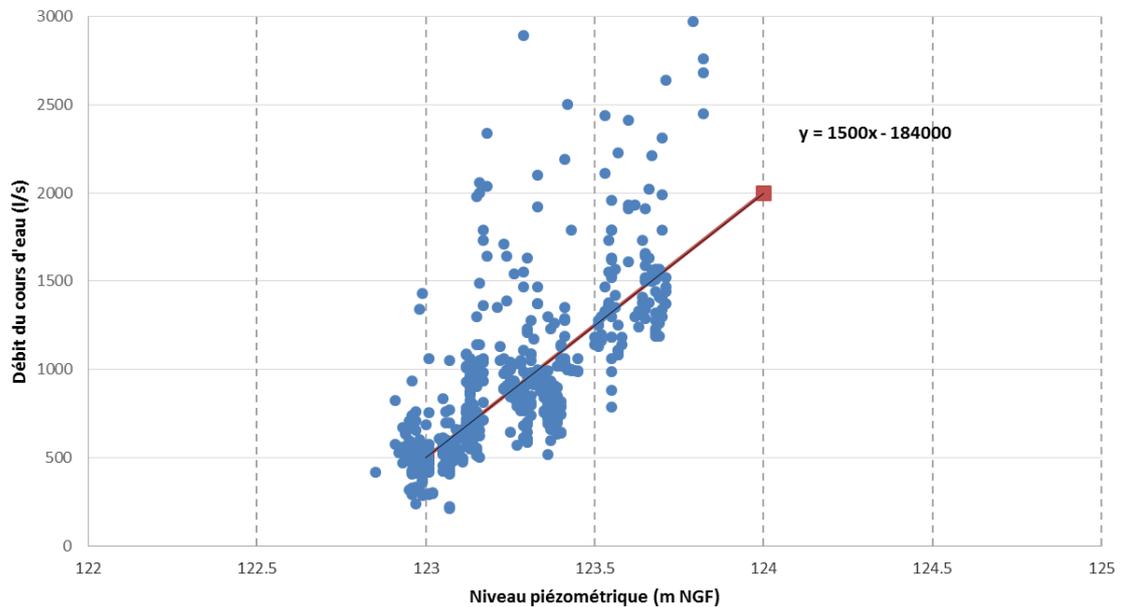
RAPPORT PHASE 3-4

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

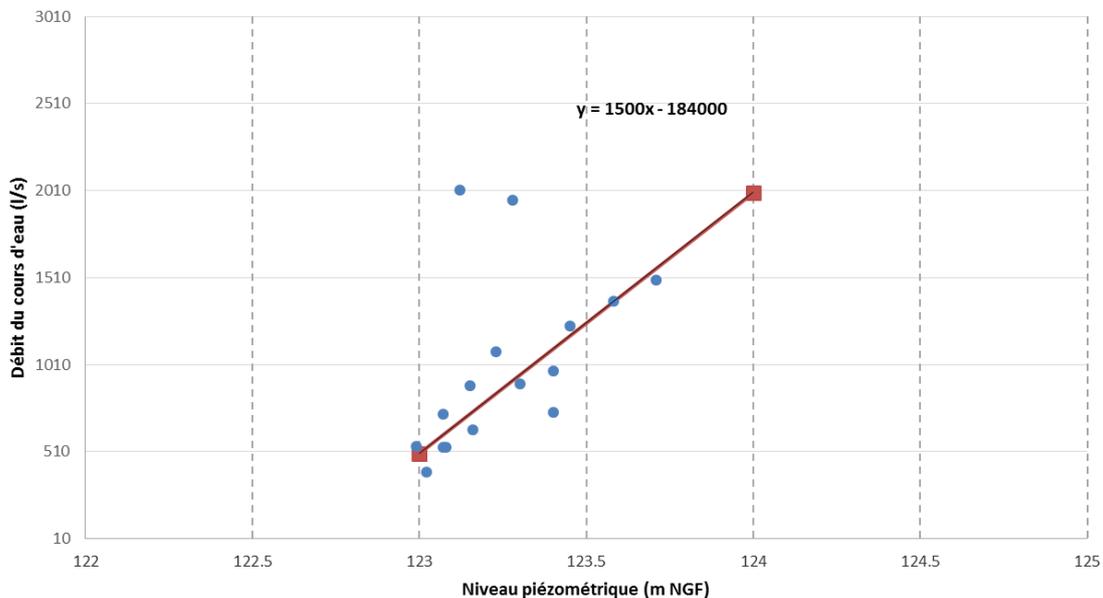


Figure 7-2 : Comparaison des types de corrélation (A, B et C) Niveau piézométrique – Débit rivière

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

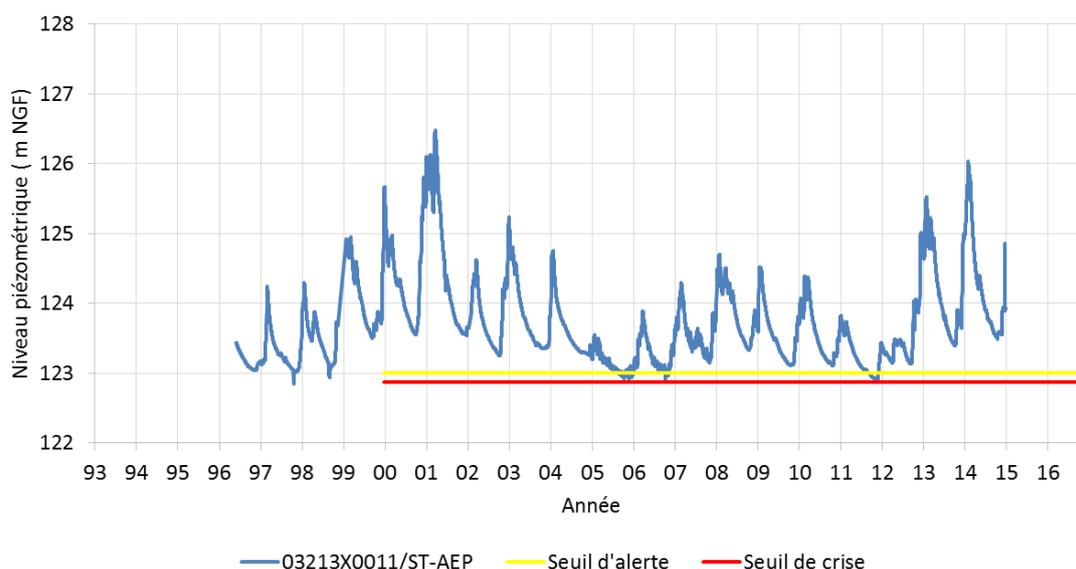


Figure 7-3 : Illustration des niveaux objectifs obtenus sur le secteur de la Vègre

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.

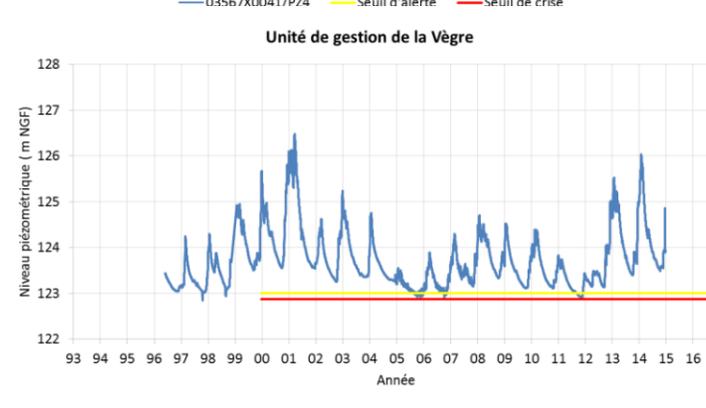
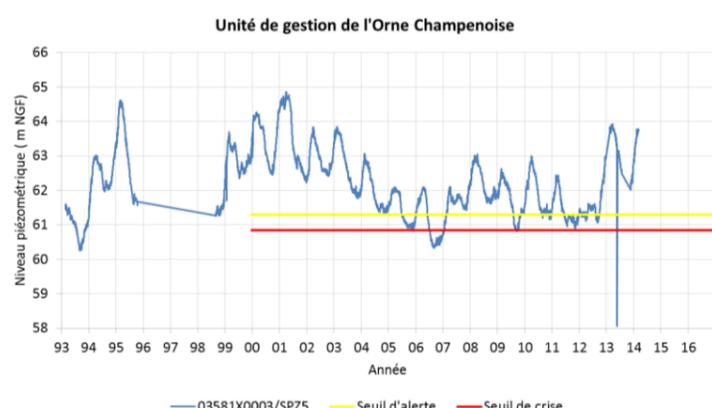
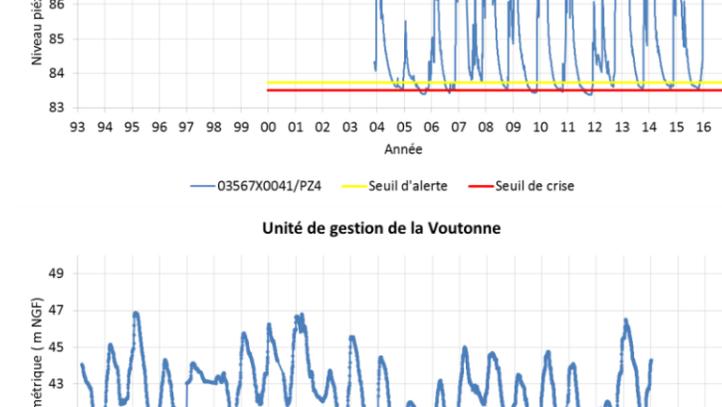
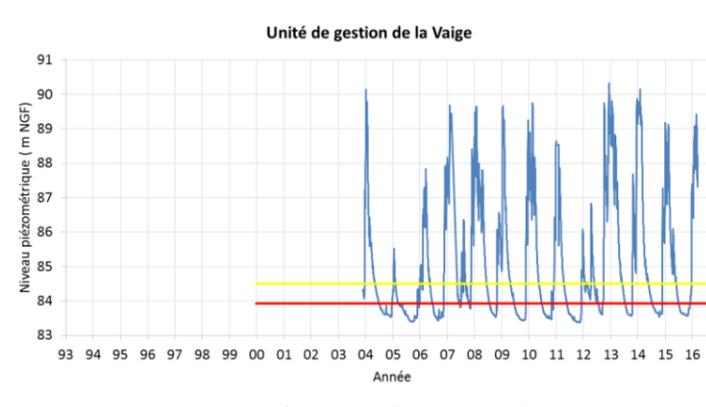
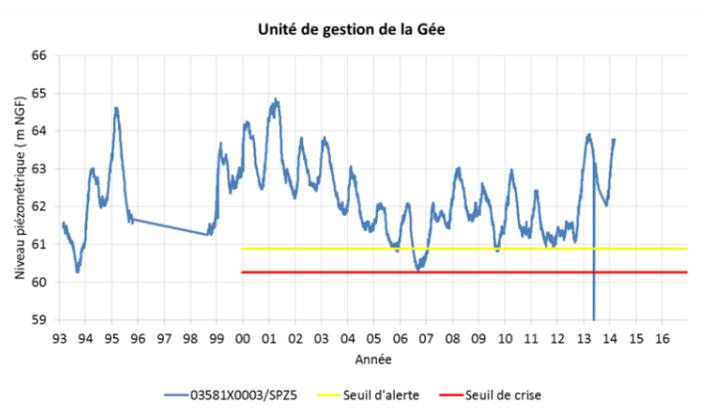
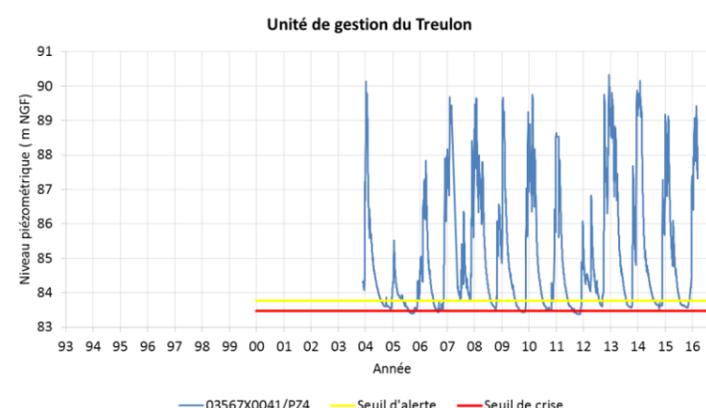
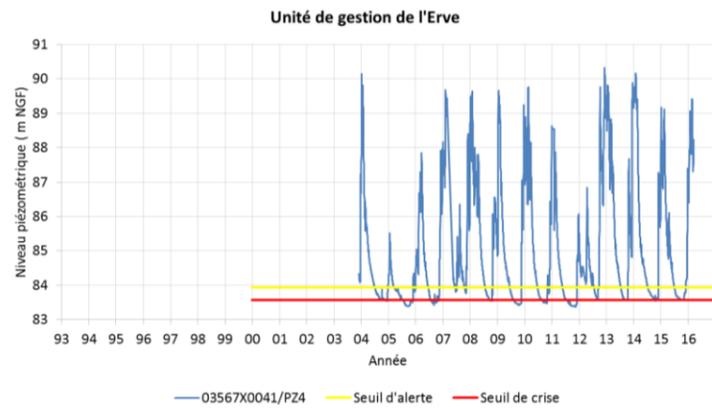
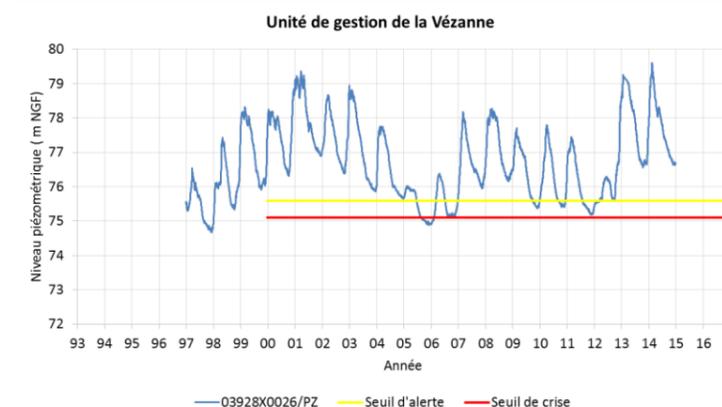
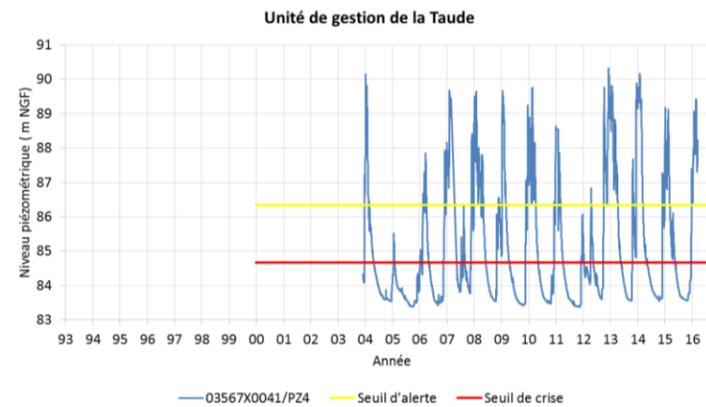
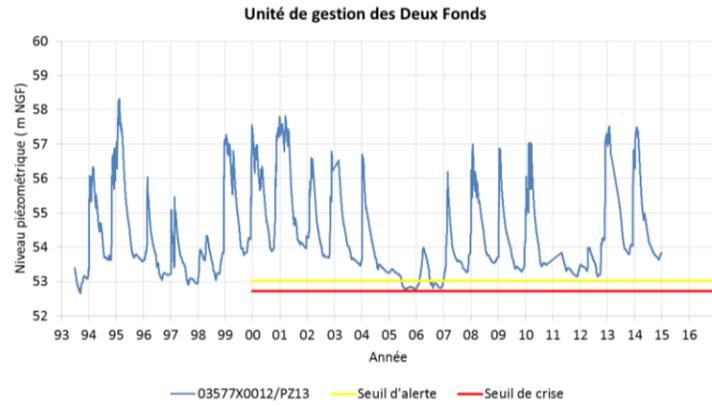
La figure suivante présente les différents seuils piézométriques d'objectif obtenus pour chaque unité de gestion auquel ils sont rattachés. Les valeurs ont été différenciées selon les débits objectifs (DSA et DCR) proposées sur le bassin versant du Loir (voir chapitre 6).

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

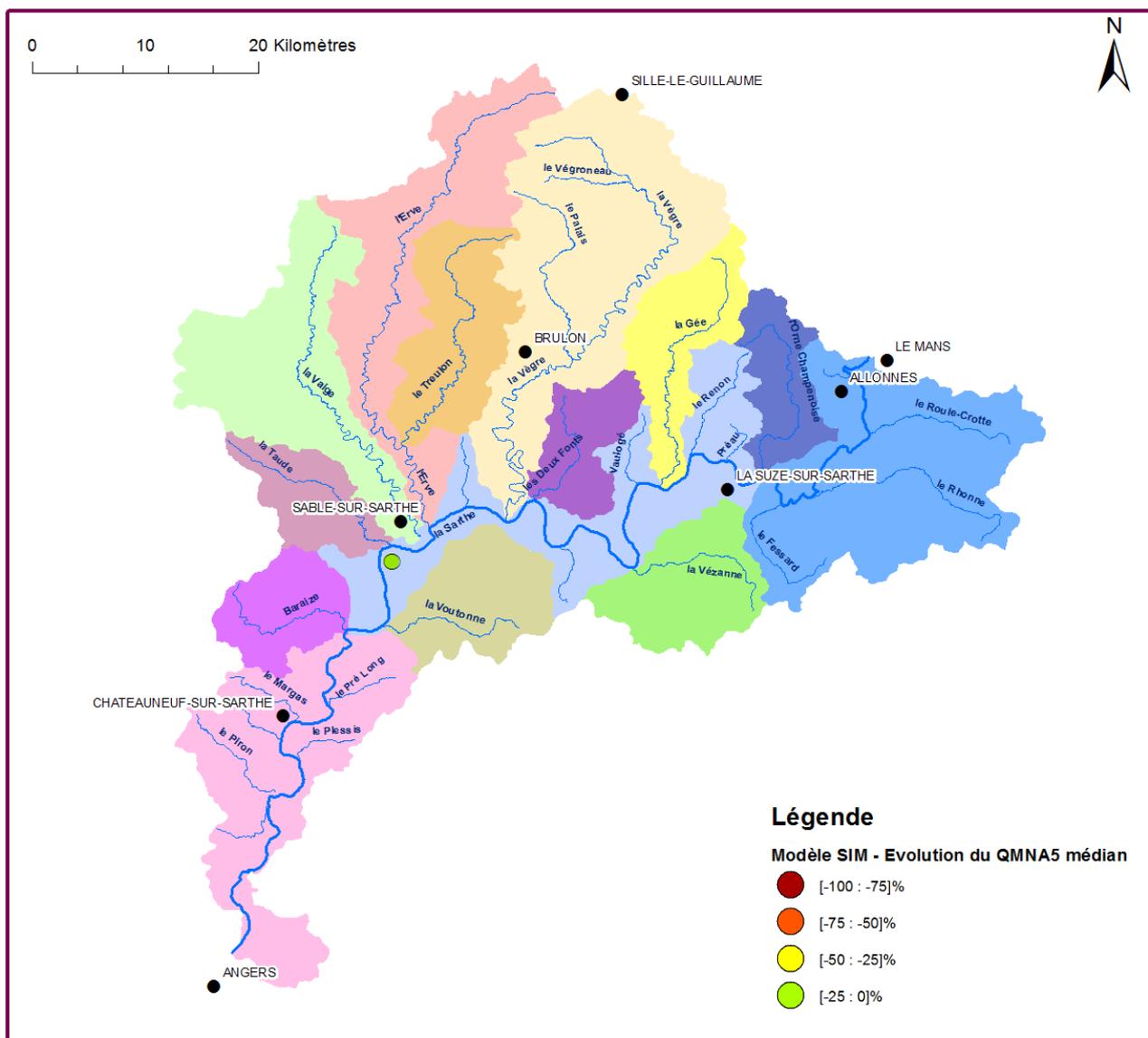


Figure 8-2 : Évolution du QMNA5 médian à horizon 20456-2065 pour le modèle SIM



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

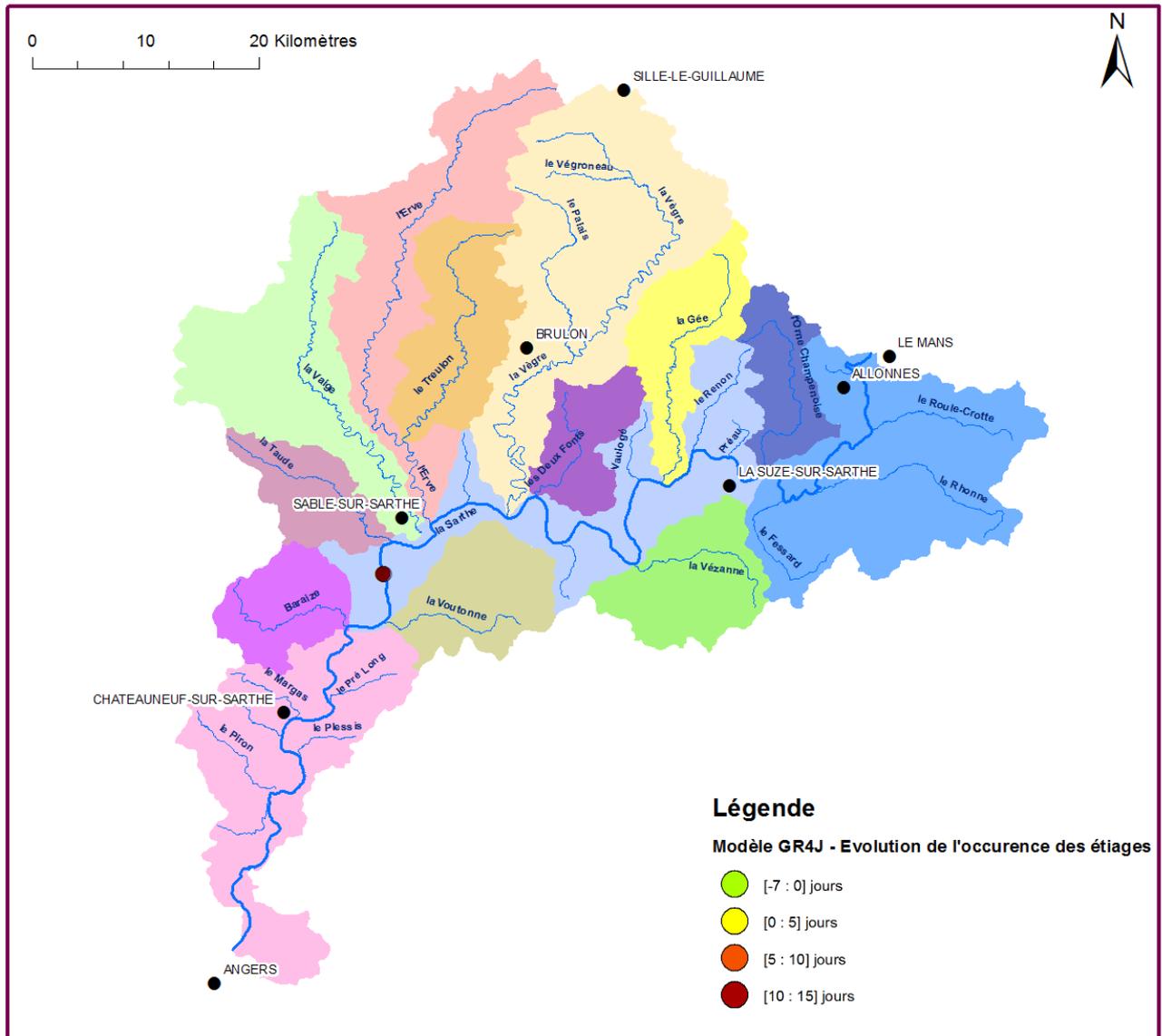


Figure 8-3 : Évolution des occurrences des sécheresses à horizon 2045-2065 pour le modèle GR4J



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

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]

