

Mars 2017  
16DHF008



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



## Rapport de phase 2



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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

## Sommaire

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

## **6 RECONSTITUTION DE L'HYDROLOGIE DÉSinFLUENCÉE** ..... 116

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

---

**6.5 Synthèse des résultats ..... 161**

**7 SUITE DE L'ÉTUDE ..... 162**



## PRÉAMBULE

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

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

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

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

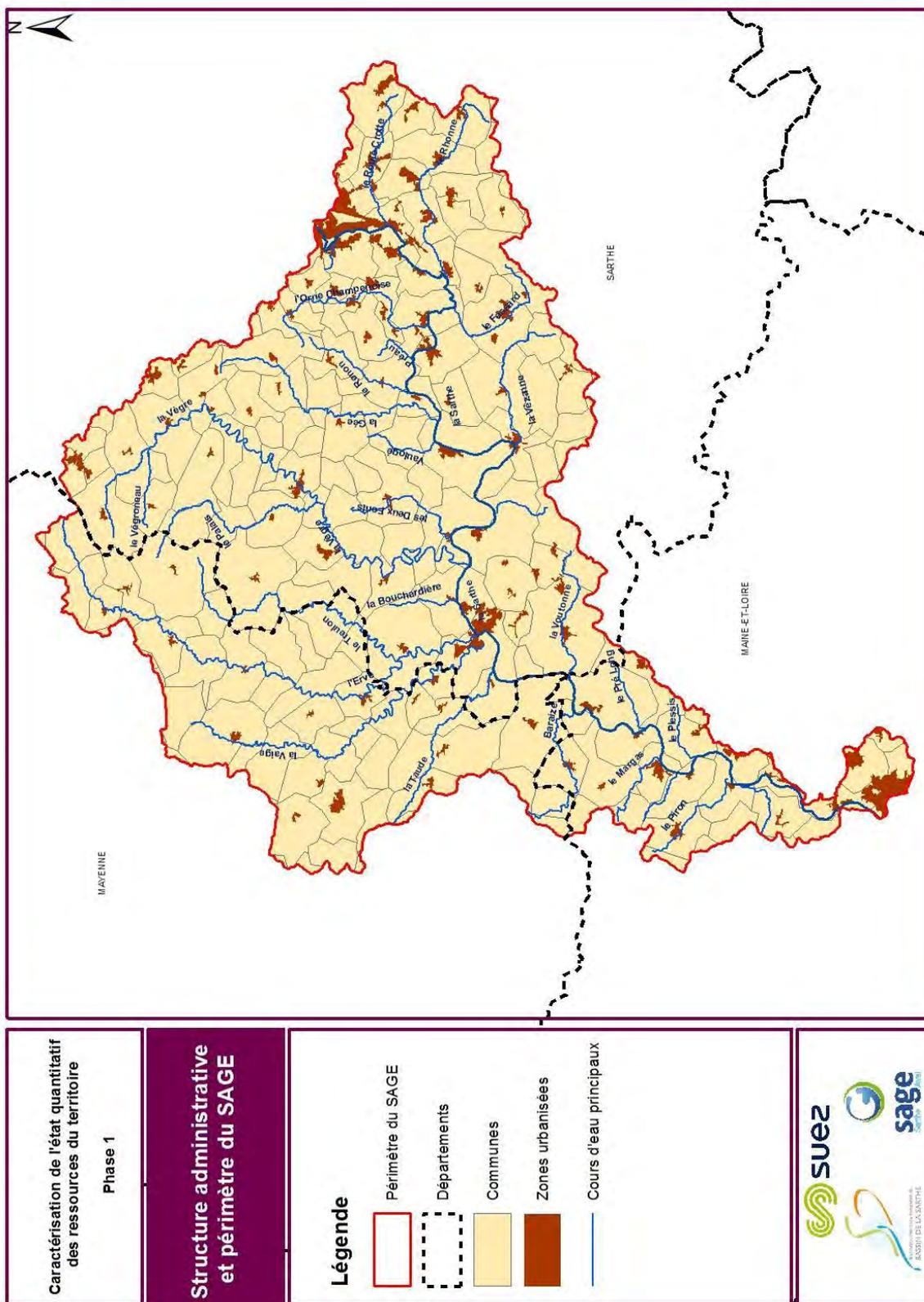


Figure 1-1 : Structure administrative et périmètre du SAGE Sarthe aval



## 1.3 Déroutement de la mission

La mission se décompose en 5 phases successives :

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

Le présent document constitue le rapport provisoire de phase 2.

## 1.4 Objectifs de la phase 2

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

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

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

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

## 1.5 Découpage en sous-bassins versants

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

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

---

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

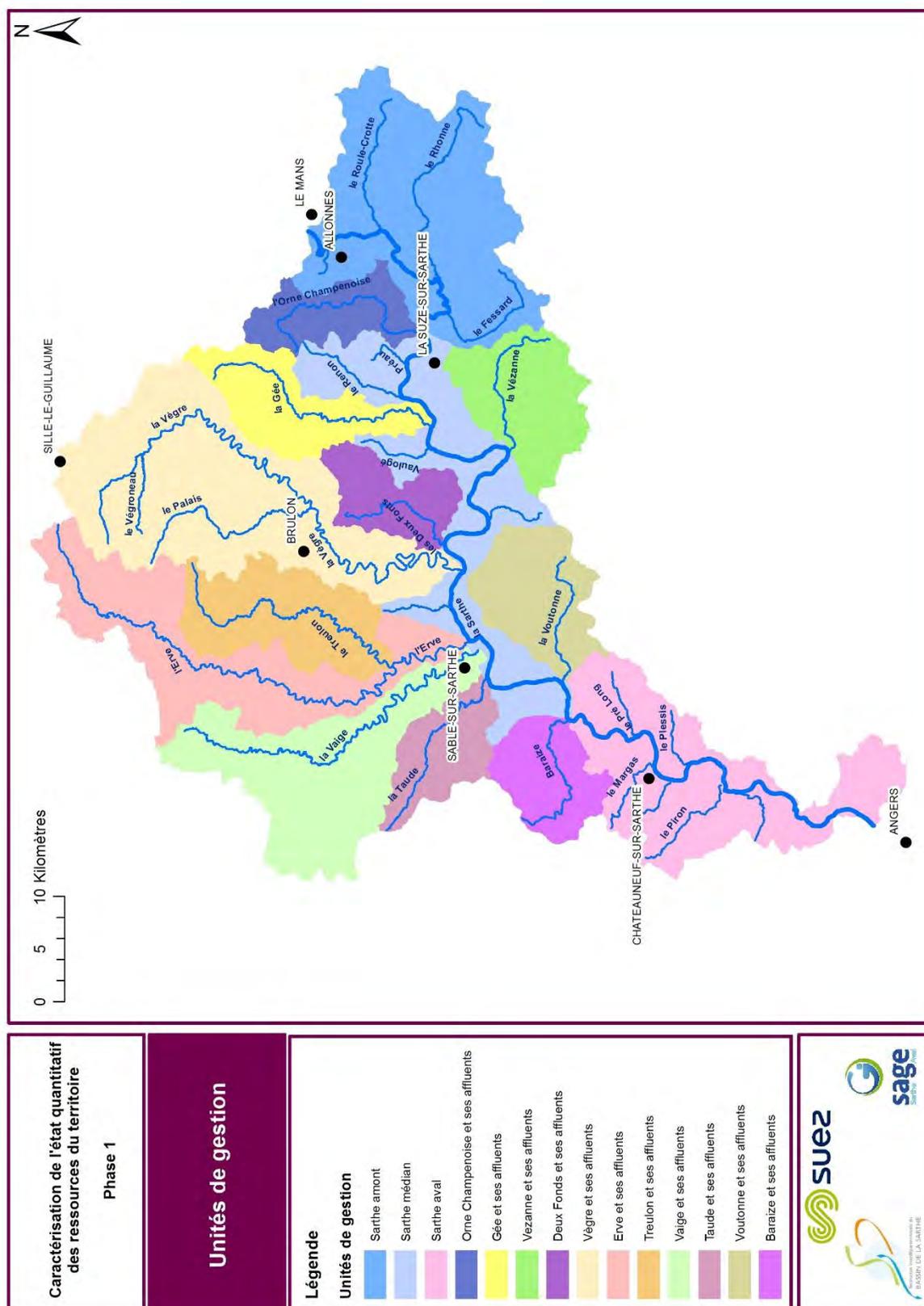


Figure 1-2 : Sous-bassins versants définis sur le territoire du SAGE Sarthe aval



## INVENTAIRE DES PRÉLÈVEMENTS

### 2.1 Alimentation en eau potable

#### 2.1.1 Gestion de l'eau potable sur le territoire

##### 2.1.1.1 Structures compétentes

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

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

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

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

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

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

##### 2.1.1.2 Captages AEP sur le territoire du SAGE

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

### 2.1.2 Prélèvements AEP

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



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

Une diminution des prélèvements peut être observée sur le bassin versant depuis 2003, les volumes prélevés sont passés d'environ 14 millions de m<sup>3</sup> en 2003 à environ 11 millions de m<sup>3</sup> en 2014. Cette diminution est principalement portée par les prélèvements en eau superficielle qui ont diminué de 27 % entre 2003 et 2014. Les prélèvements en eau souterraine ont également diminué de 16 % sur cette même période.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

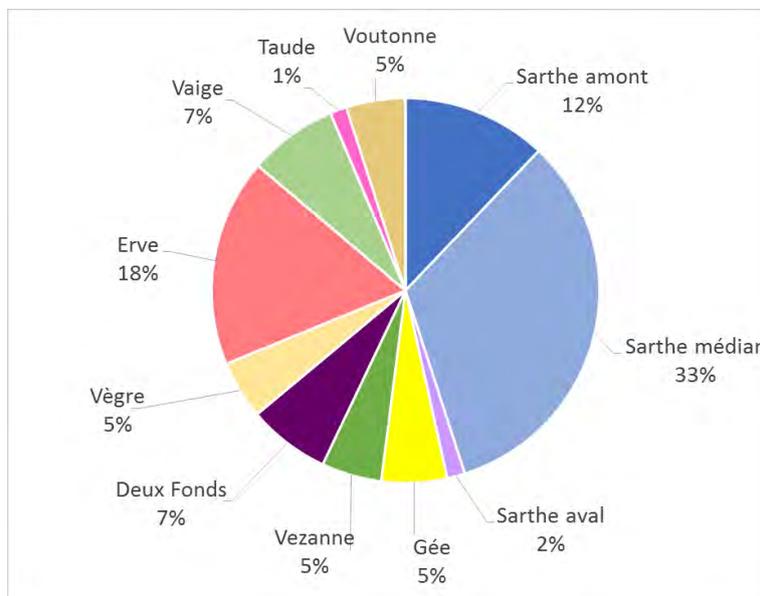


Figure 2-2 : Répartition des prélèvements AEP sur les sous bassins du bassin de la Sarthe aval en 2014

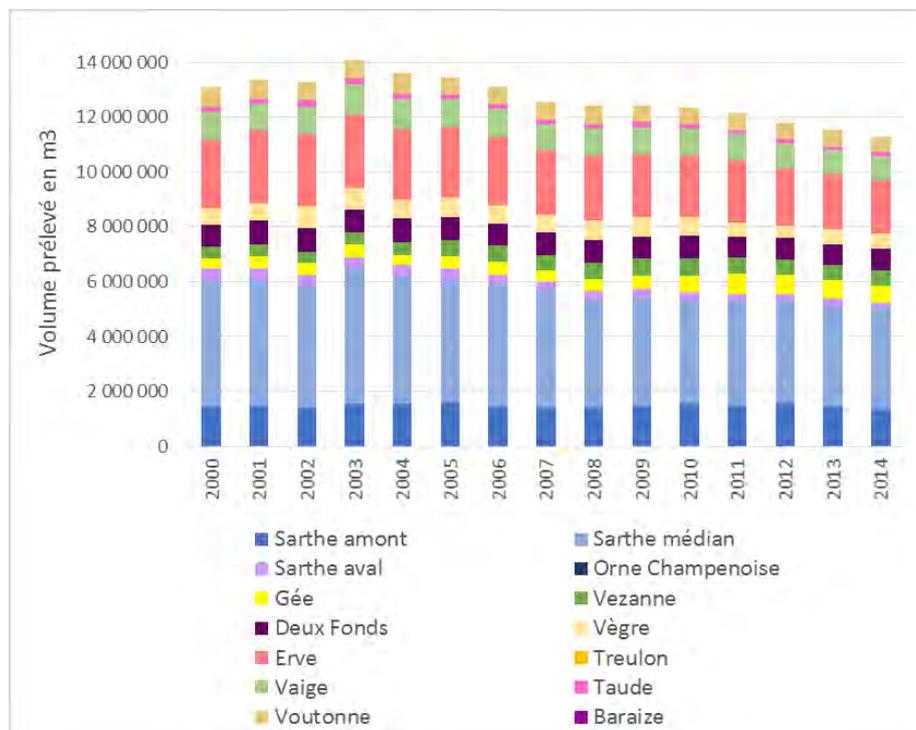


Figure 2-3 : Prélèvements annuels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

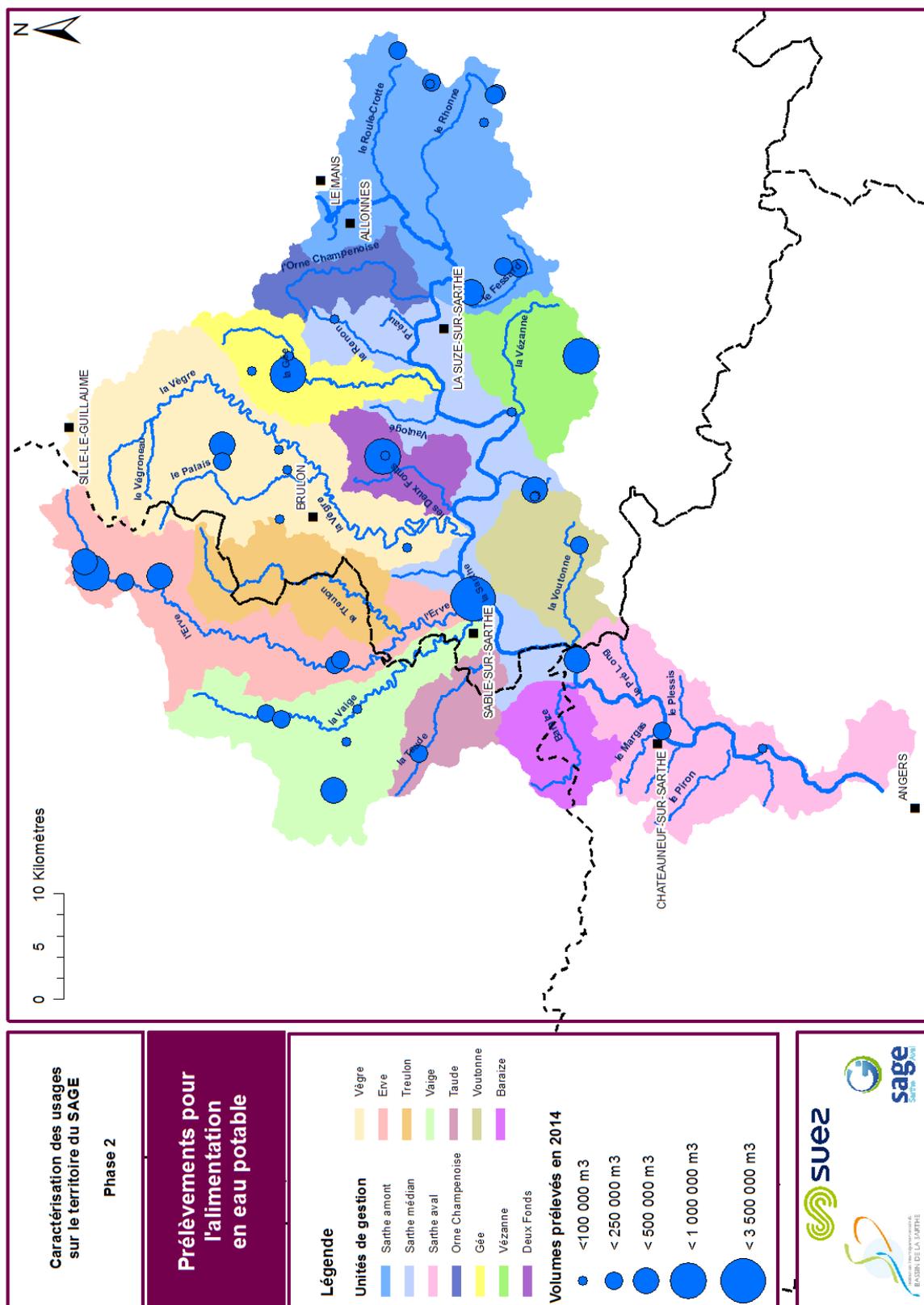


Figure 2-4 : Volumes prélevés pour l'AEP par captage sur le territoire du SAGE Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

**Tableau 2-1 : Répartition des prélèvements pour l'alimentation en eau potable par sous-bassins sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m<sup>3</sup>)**

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

## 2.1.3 Méthode de décomposition

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

La répartition mensuelle obtenue est présentée ci-dessous :

Tableau 2-2 : Répartition mensuelle des prélèvements AEP

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

## 2.2 Agriculture

### 2.2.1 Contexte agricole du bassin versant de la Sarthe aval

#### 2.2.1.1 Organisation générale du tissu agricole

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

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

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

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

\* Biais important du au secret statistique



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

### 2.2.1.2 Cultures et cheptels sur le bassin versant

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

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

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

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

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

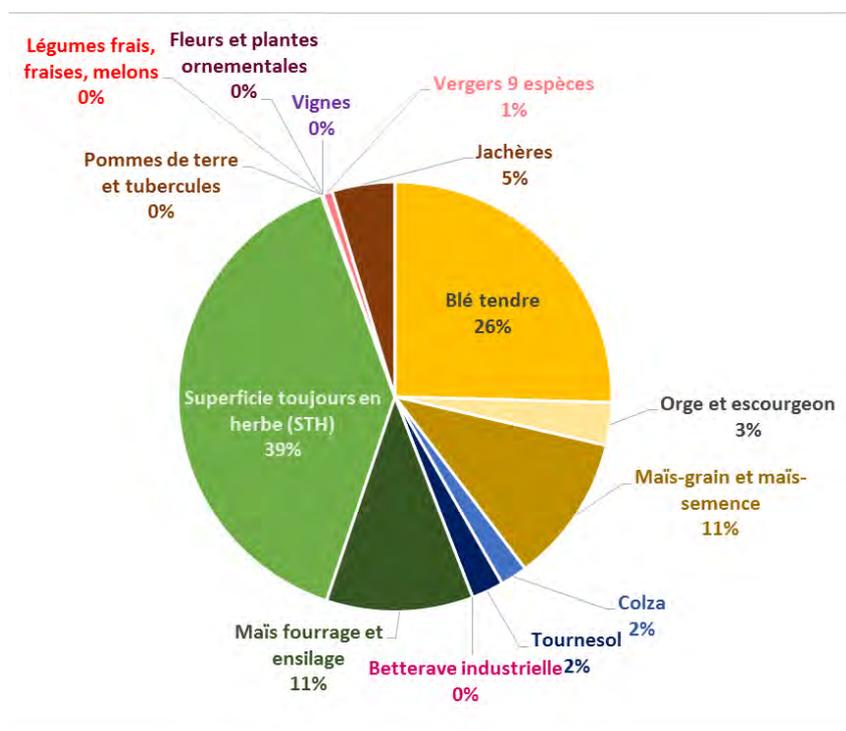


Figure 2-5 : Répartition des cultures en 2000 (Source : RGA)



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

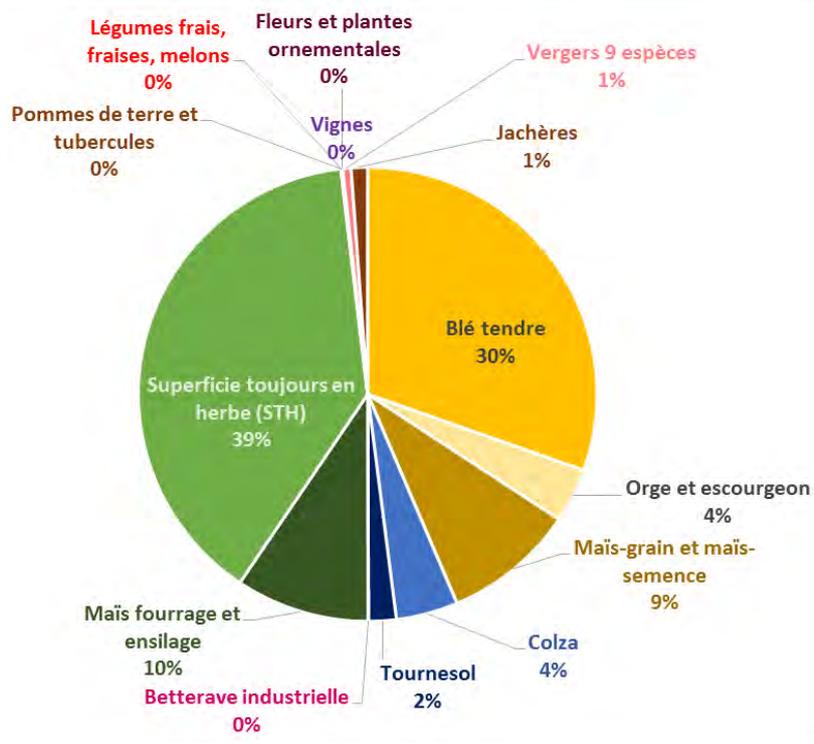


Figure 2-6 : Répartition des cultures en 2010 (Source : RGA)

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

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

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

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

### 2.2.2 Prélèvements liés à l'irrigation

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

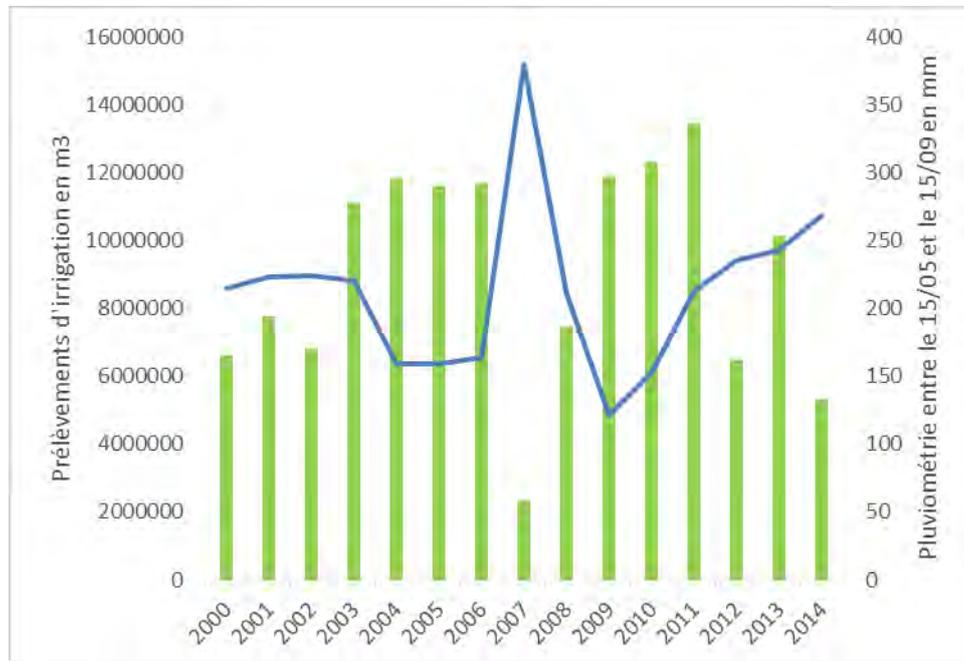


Figure 2-7 : Prélèvements annuels pour l'irrigation et cumul des précipitations entre le 15 mai et le 15 septembre sur le bassin versant de la Sarthe aval

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

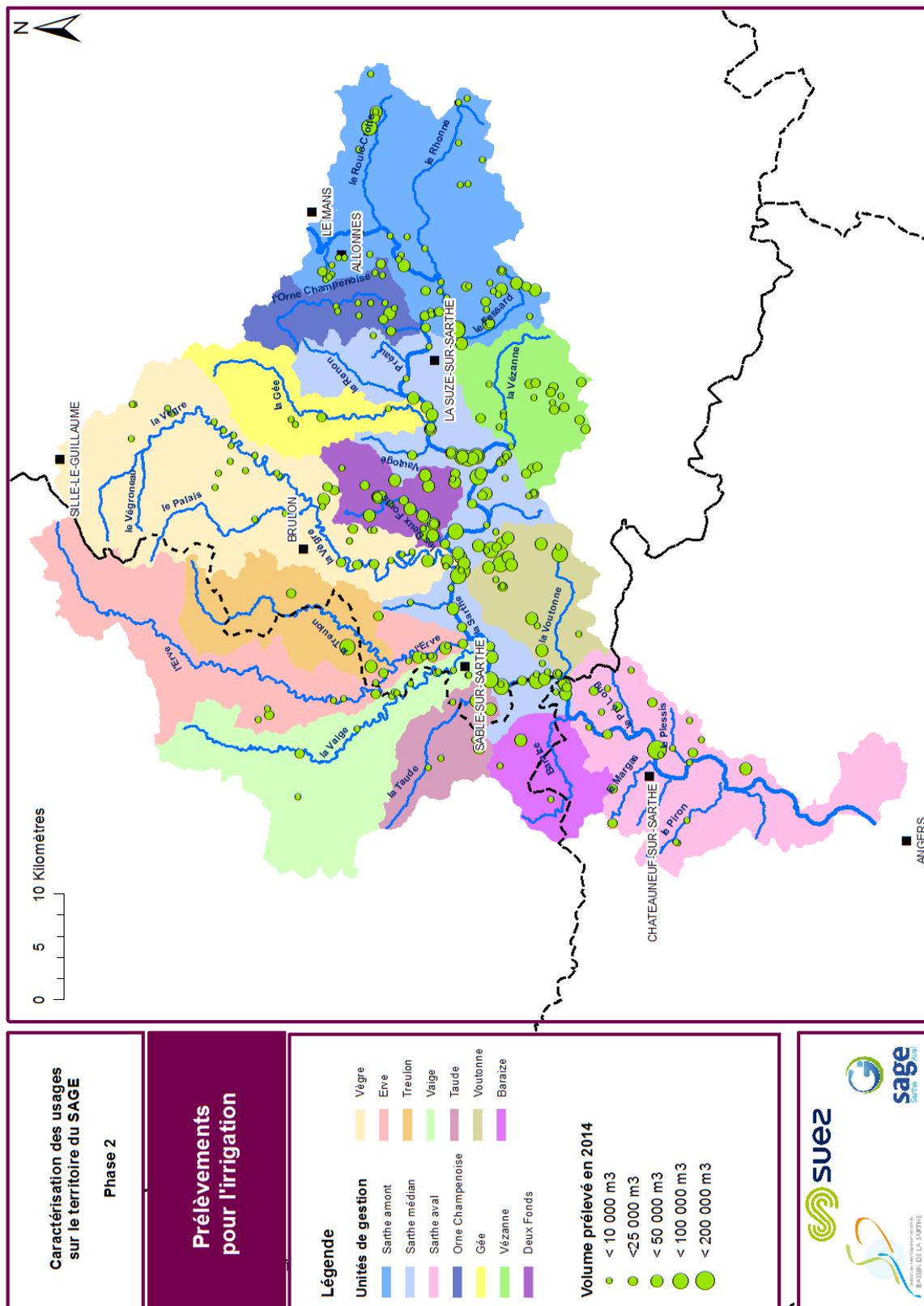


Figure 2-8 : Volumes prélevés pour l'irrigation en 2014 sur le bassin versant de la Sarthe aval



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

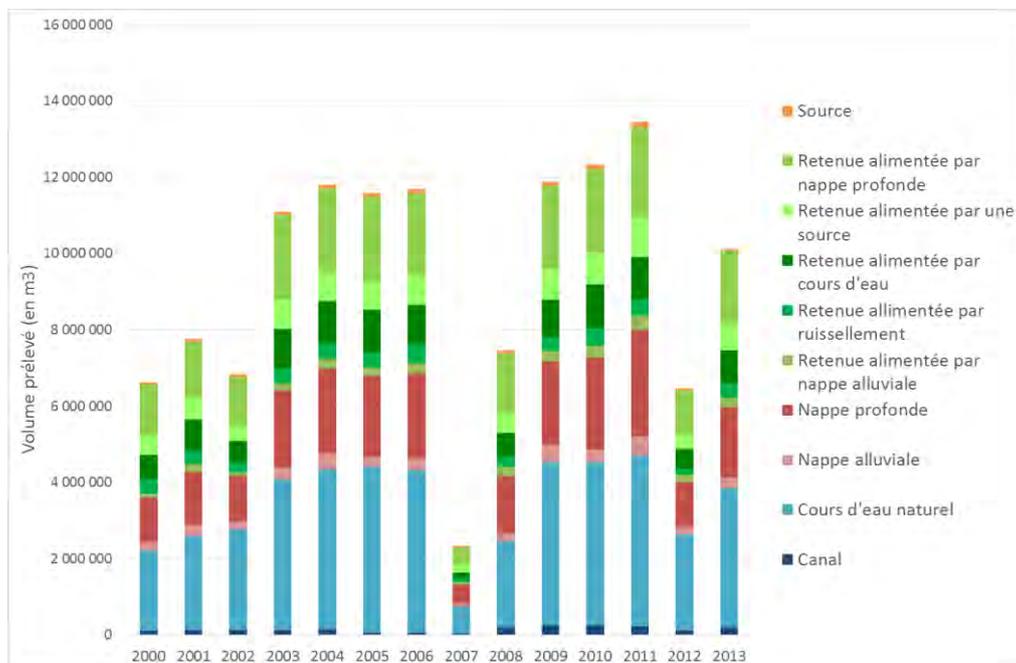


Figure 2-9 : Volumes prélevés pour l'irrigation sur le bassin versant de la Sarthe aval en fonction du mode d'alimentation

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

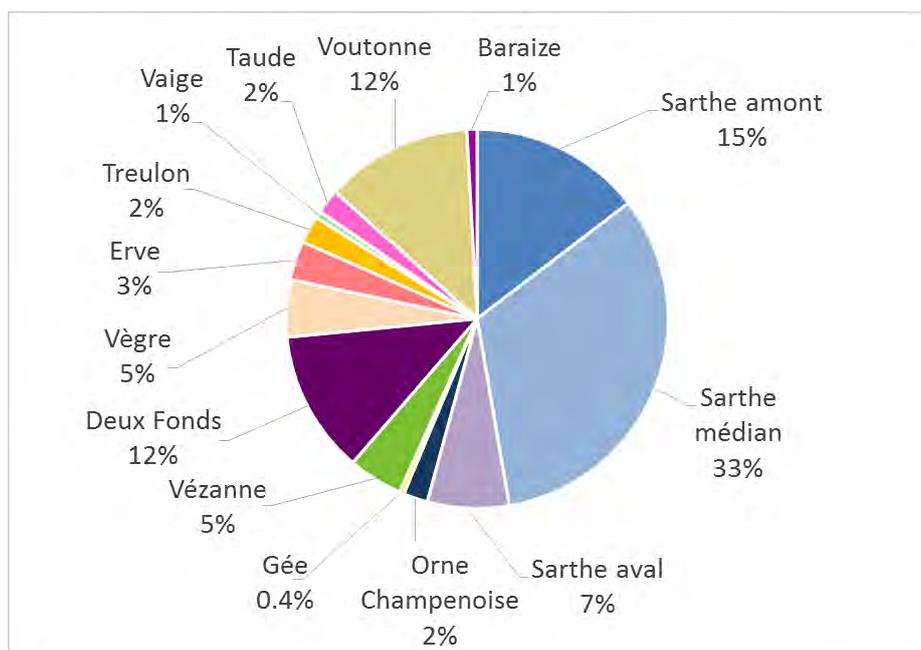


Figure 2-10 : Répartition moyenne des prélèvements irrigation sur les unités de gestion du bassin versant de la Sarthe aval

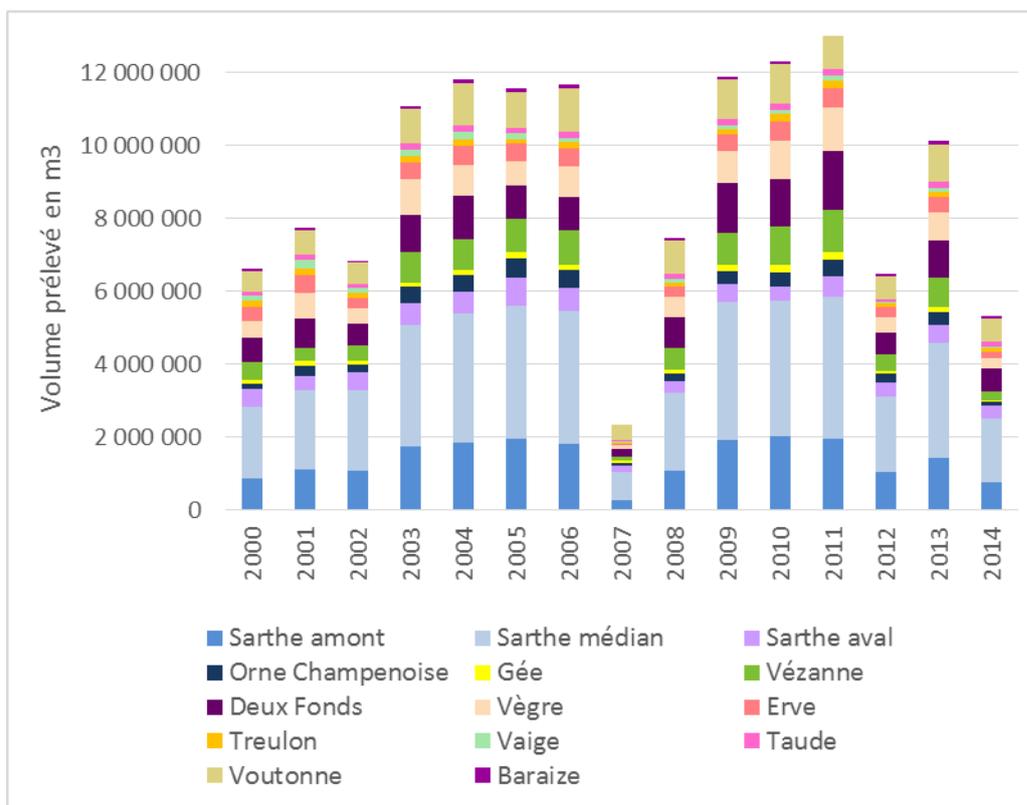


Figure 2-11 : Prélèvements annuels par unité de gestion



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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



### 2.2.3 Méthode de décomposition

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

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

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

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

### 2.2.4 Prélèvements liés à l'abreuvement du bétail

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

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

Tableau 2-6 : Estimation des besoins en eau pour l'élevage (m<sup>3</sup>/an)

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

Il apparaît que les prélèvements liés à l'abreuvement diminuent en fonction du temps. Cela s'explique par une diminution importante du cheptel. Les besoins les plus importants sont destinés à l'abreuvement des bovins qui représente plus de 80 % des volumes consommés pour l'élevage (environ 3.1 millions de m<sup>3</sup> en 2010).

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

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

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

Pour le Maine et Loire :

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

Pour la Mayenne :

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

Pour la Sarthe :

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

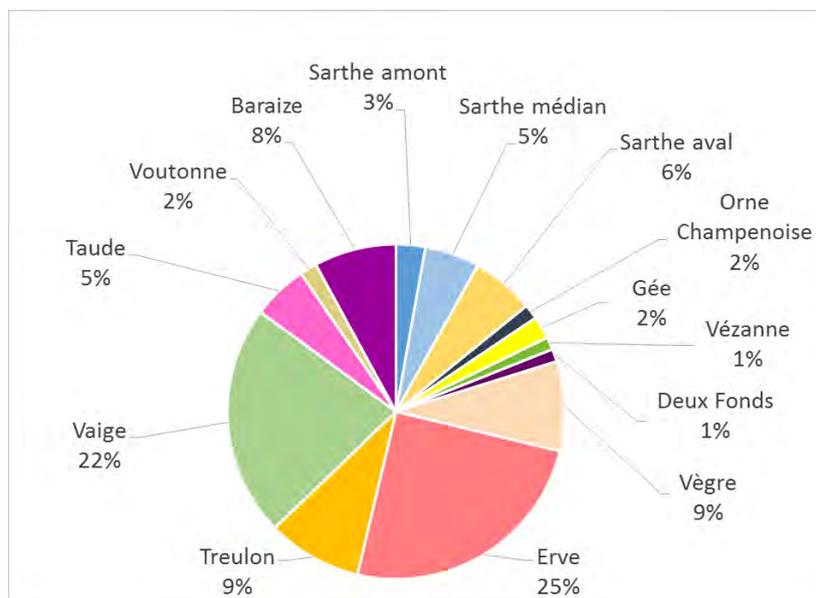


Figure 2-12 : Répartition des prélèvements liés à l'abreuvement en 2014 sur les unités de gestion du bassin de la Sarthe aval

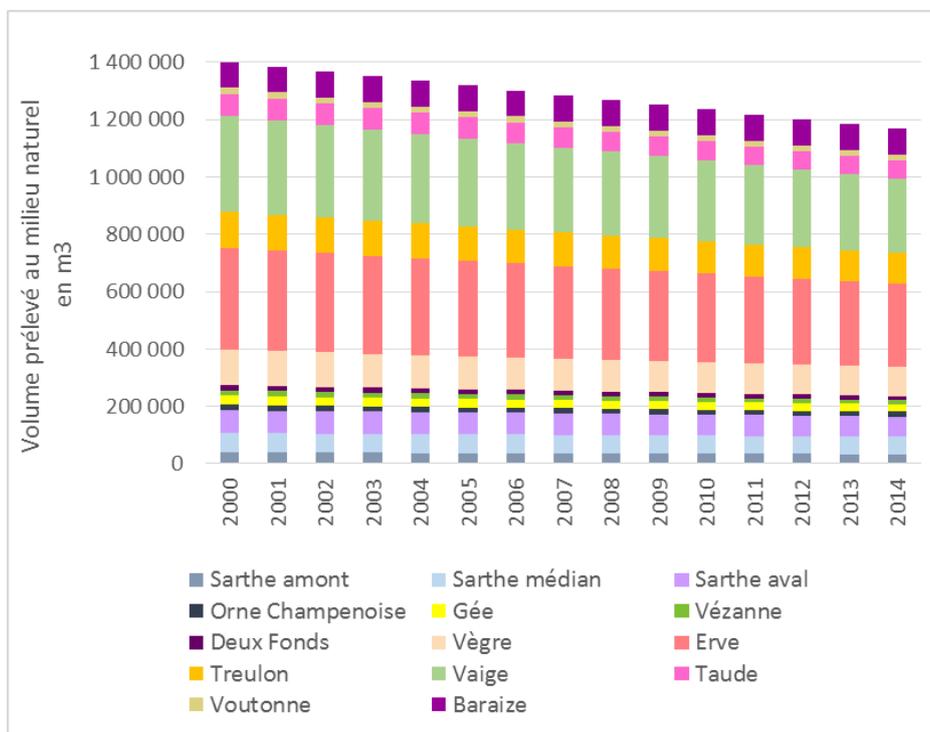


Figure 2-13 : Prélèvements annuels totaux par unité de gestion



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

---

### 2.2.5 Méthode de décomposition

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

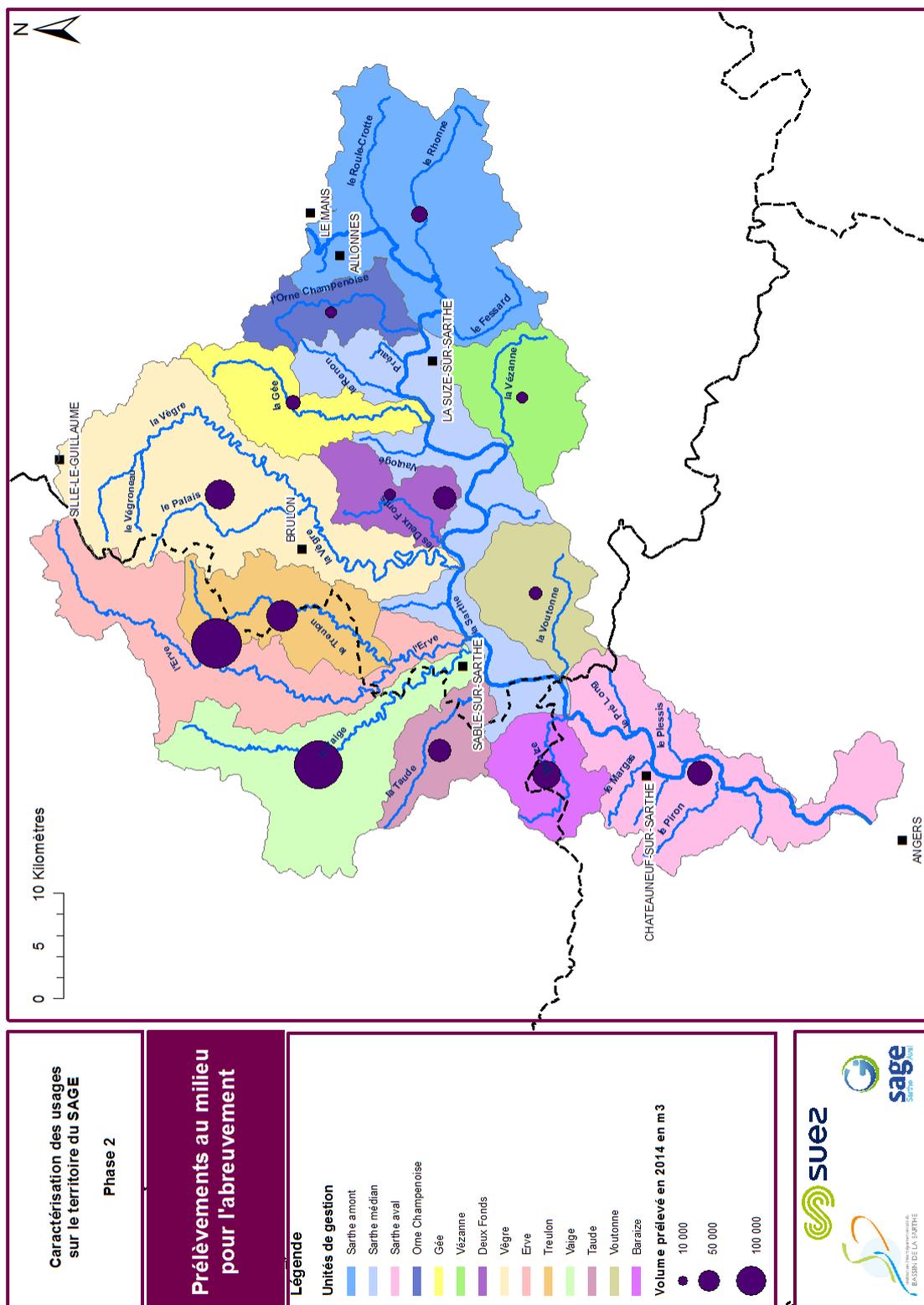


Figure 2-14 : Volumes prélevés pour l'abreuvement en 2014 par unités de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

**Tableau 2-7 : Répartition des prélèvements directs destinés à l'abreuvement par sous bassin sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m<sup>3</sup>)**

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



### 2.3 Activité industrielle

#### 2.3.1 Prélèvements industriels

Les prélèvements industriels sont importants sur le territoire, ils représentent entre 6.5 et 8.5 millions de m<sup>3</sup> par an. Les usines LTR à Spay et Renault ACI au Mans représentent à elles seules entre 70% et 83% des prélèvements industriels selon les années.

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

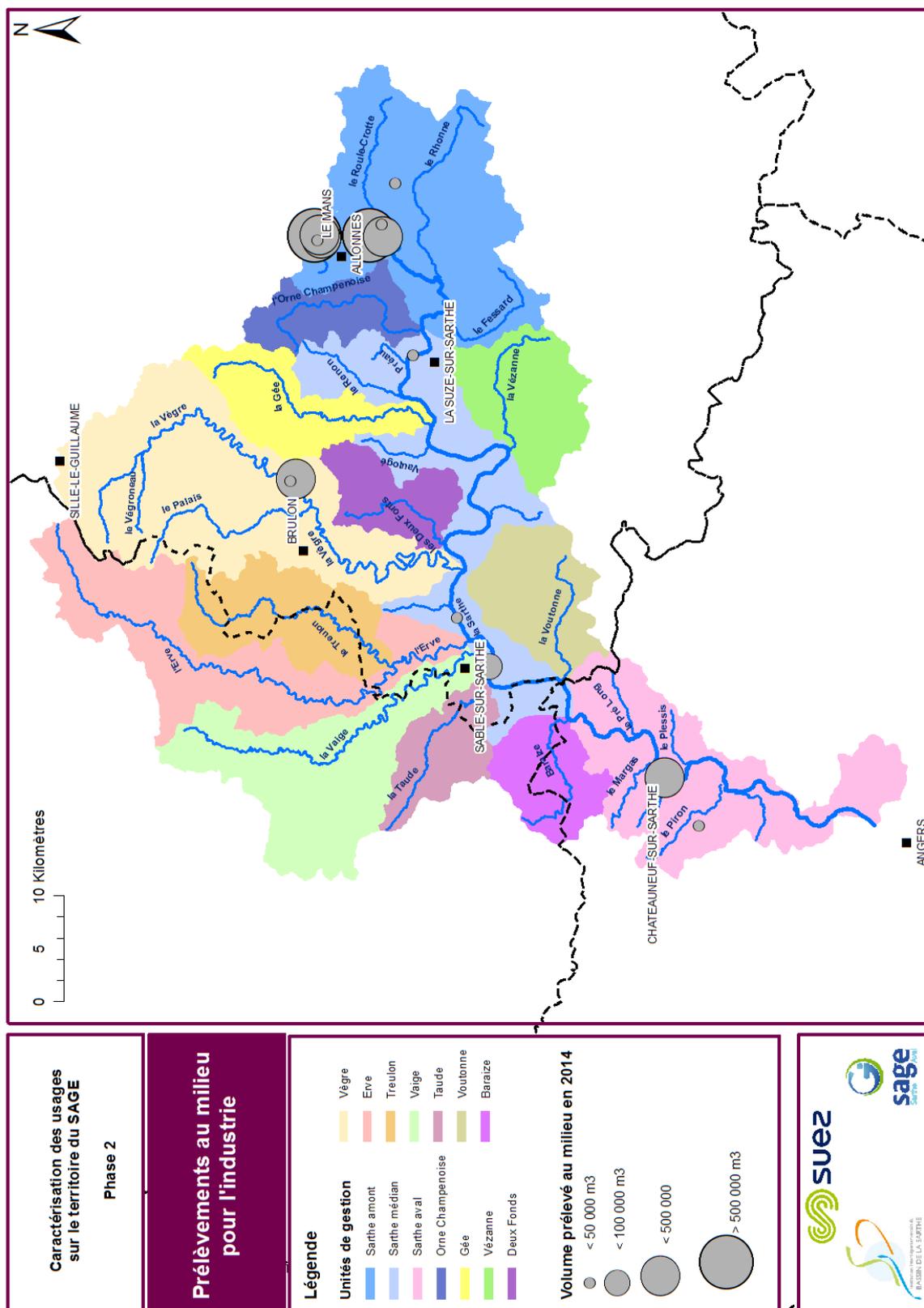


Figure 2-15 : Volumes prélevé pour l'industrie en 2014 sur le bassin versant de la Sarthe aval



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

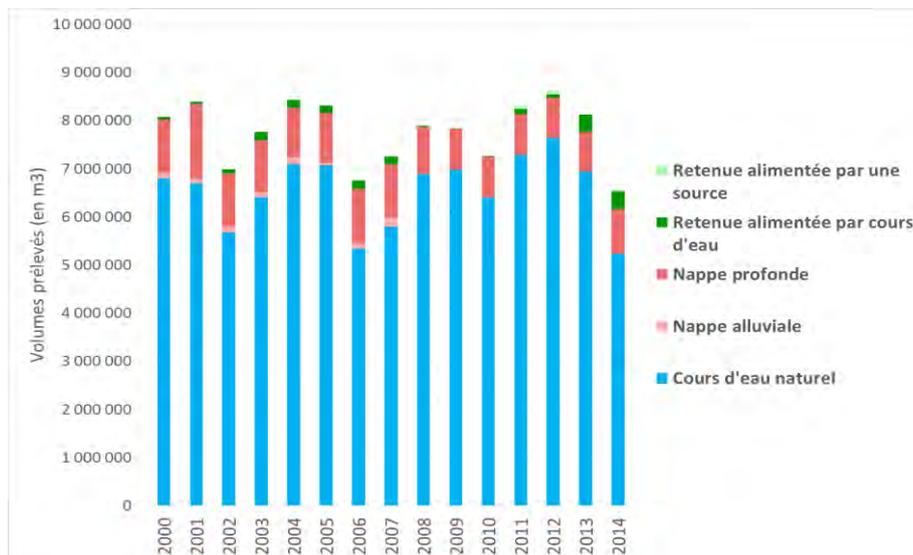


Figure 2-16 : Volumes prélevés pour l'industrie sur le bassin versant de la Sarthe aval en fonction du mode d'alimentation

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

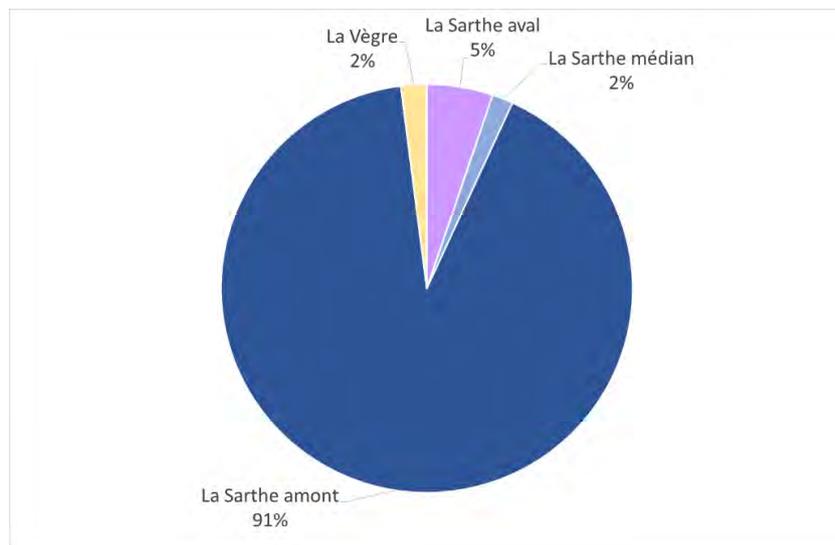


Figure 2-17 : Répartition moyenne des prélèvements industriels sur les unités de gestion du bassin de la Sarthe aval



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

L'évolution des prélèvements annuels par unité de gestion est présentée à la figure suivante. Une diminution sensible des prélèvements peut être observée en 2014, elle correspond à une diminution des prélèvements réalisés par LTR de plus de 1.5 millions de m<sup>3</sup> entre 2013 et 2014.

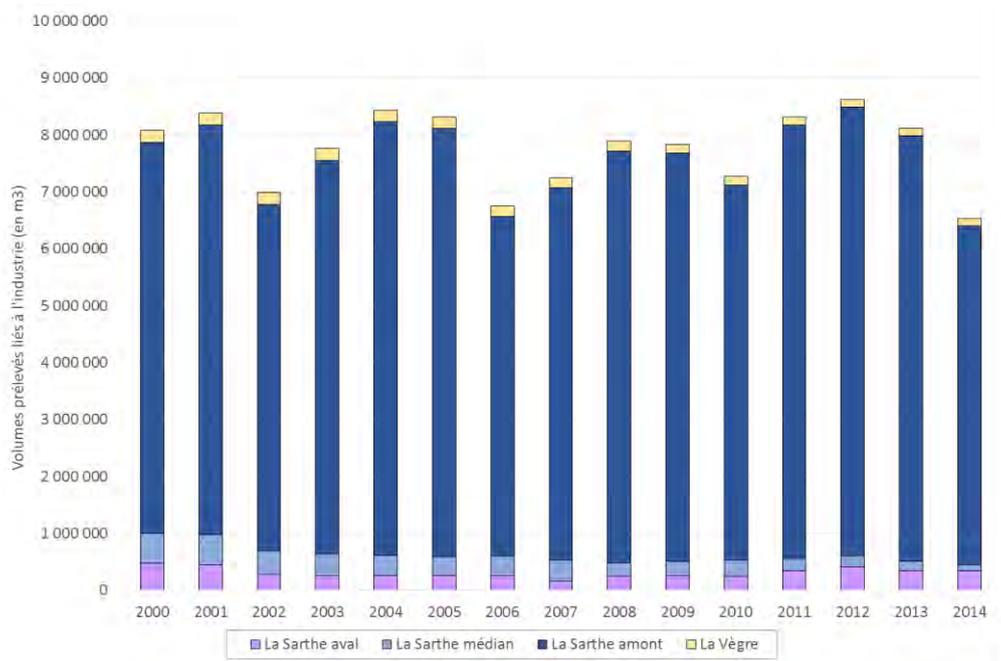


Figure 2-18 : Evolution des prélèvements annuels par unité de gestion sur le bassin de la Sarthe aval

Le Tableau 2-8 récapitule ces résultats.



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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



### 2.3.2 Méthode de décomposition

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

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

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



## CAS PARTICULIER DES PLANS D'EAU

### 3.1 Préambule

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

Cette partie a vocation à préciser :

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

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

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

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

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

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

### 3.2.1 Base de données de la DREAL Pays de la Loire

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

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

### 3.2.2 Base de données de la DDT 72

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

### 3.2.3 Base de données de la DDT 53

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 3.2.4 Base de données de la DDT 49

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

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

### 3.2.5 Croisement des sources d'informations

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

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

## 3.3 Base de donnée obtenue

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

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

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

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



### 3.3.1 Localisation des plans d'eau

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

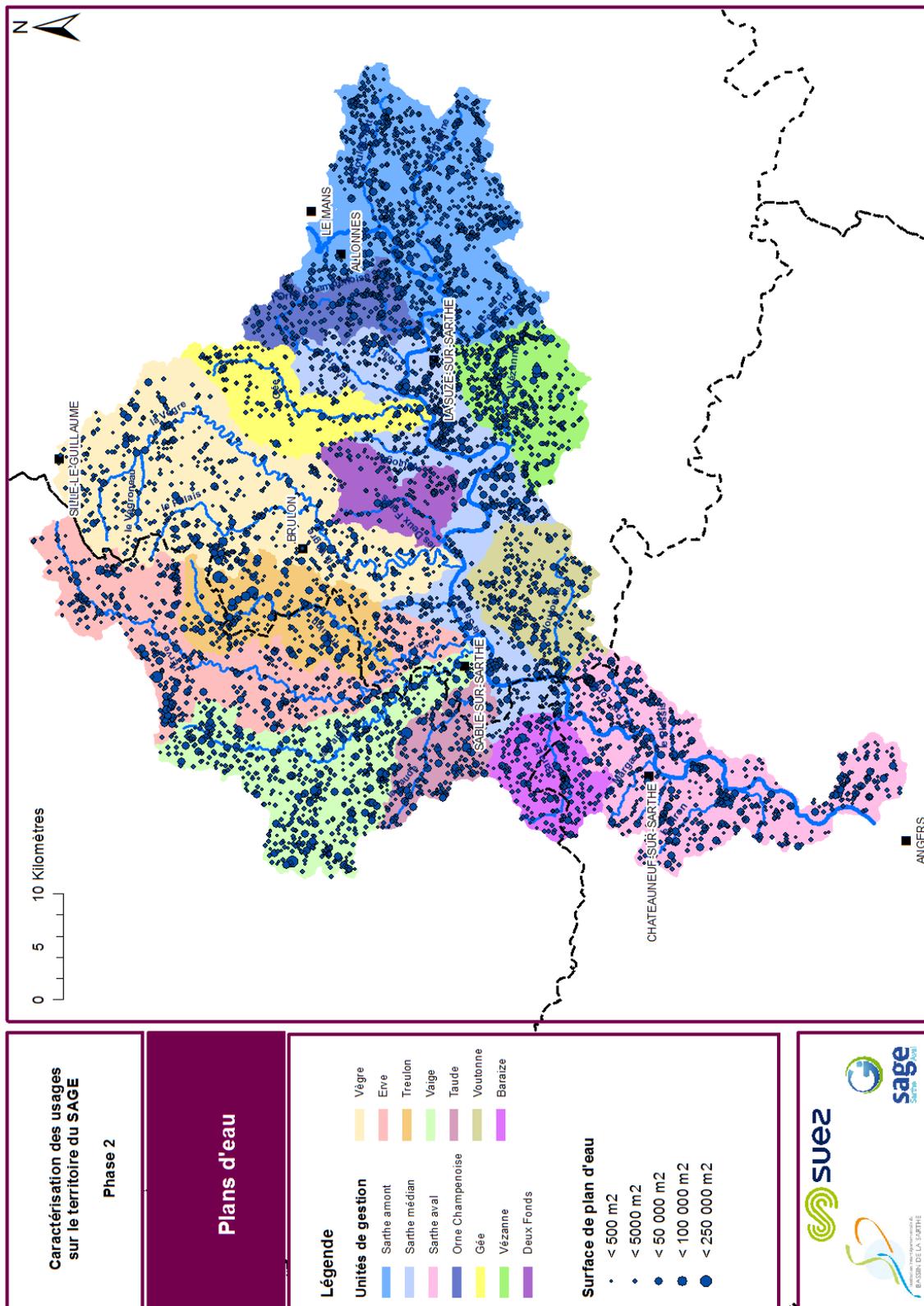


Figure 3-1 : Localisation des plans d'eau de la nouvelle base de données



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

## 3.3.2 Surface des plans d'eau

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

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

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

## 3.3.3 Capacité et profondeur des plans d'eau

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

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

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

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

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

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

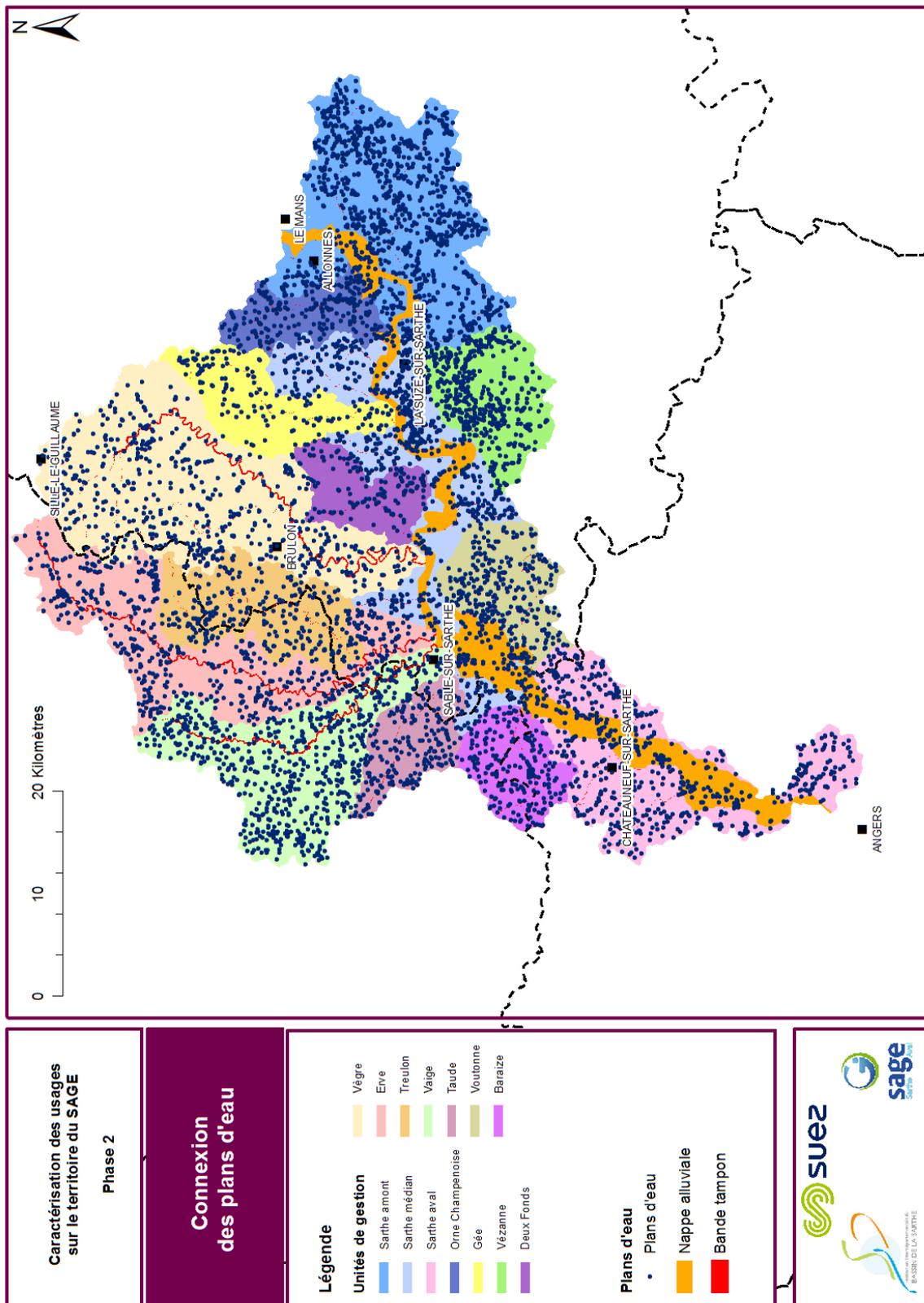


Figure 3-2 : Localisation des plans d'eau et étendue de la nappe alluviale et des bandes tampons



### 3.3.5 Évaluation des incertitudes

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

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

## 3.4 Calcul de l'évaporation sur plans d'eau

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

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

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

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

### 3.4.1 Volumes annuels perdus par évaporation

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

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

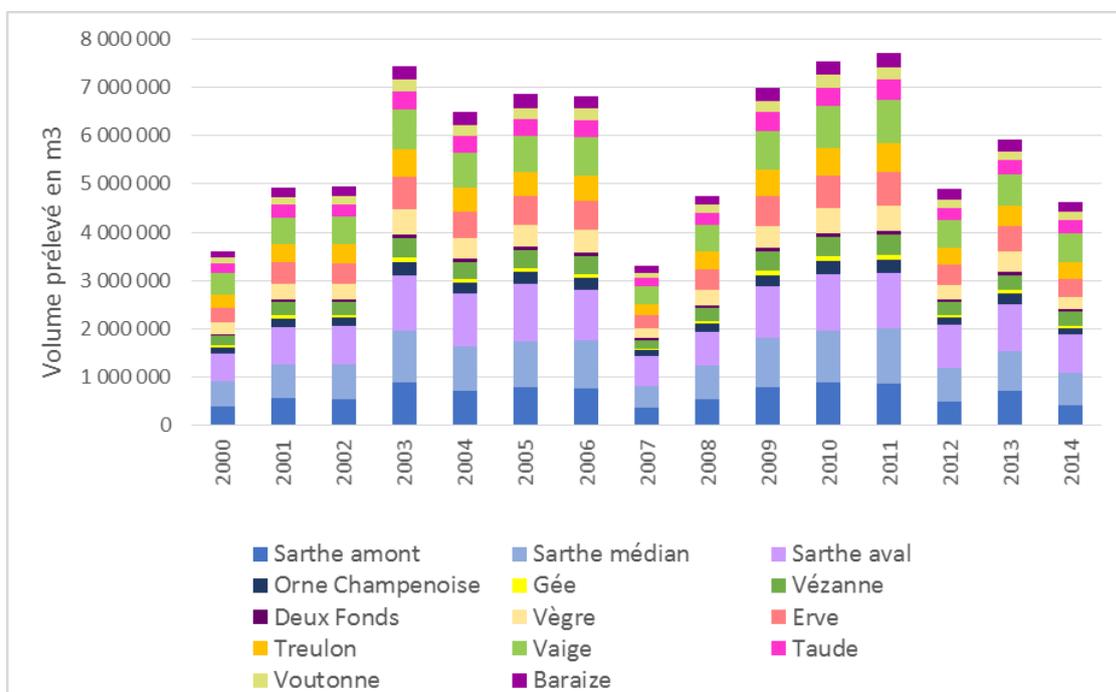


Figure 3-3 : Différence entre le volume évaporé par les plans d'eau et le volume évapotranspiré sur un couvert végétal par an et par unité de gestion

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

---

entre 4300 m<sup>3</sup>/ha/an et 4900 m<sup>3</sup>/ha/an). Les pics d'évaporation apparaissent en général en juillet et en août.

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

**Tableau 3-5 : Pertes par évaporation par unité de gestion (en m<sup>3</sup>/an)**

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

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

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

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

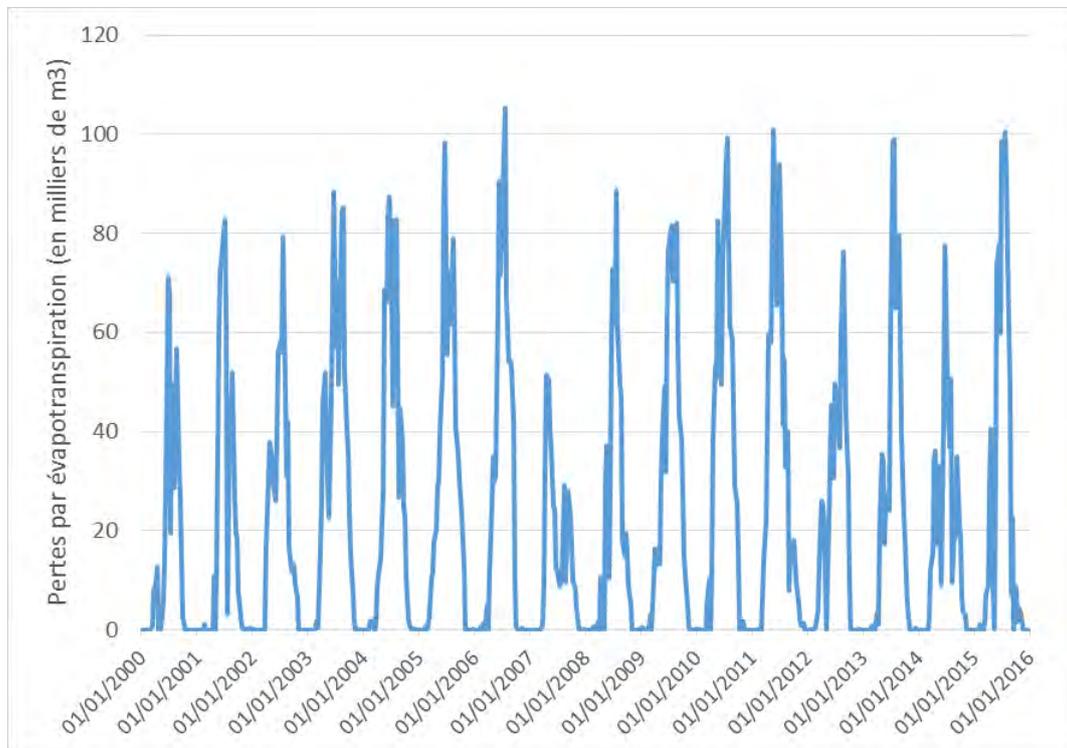


Figure 3-4 : Pertes par sur évaporation des plans d'eau sur l'ensemble du bassin par décennie (en milliers de m<sup>3</sup>)



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

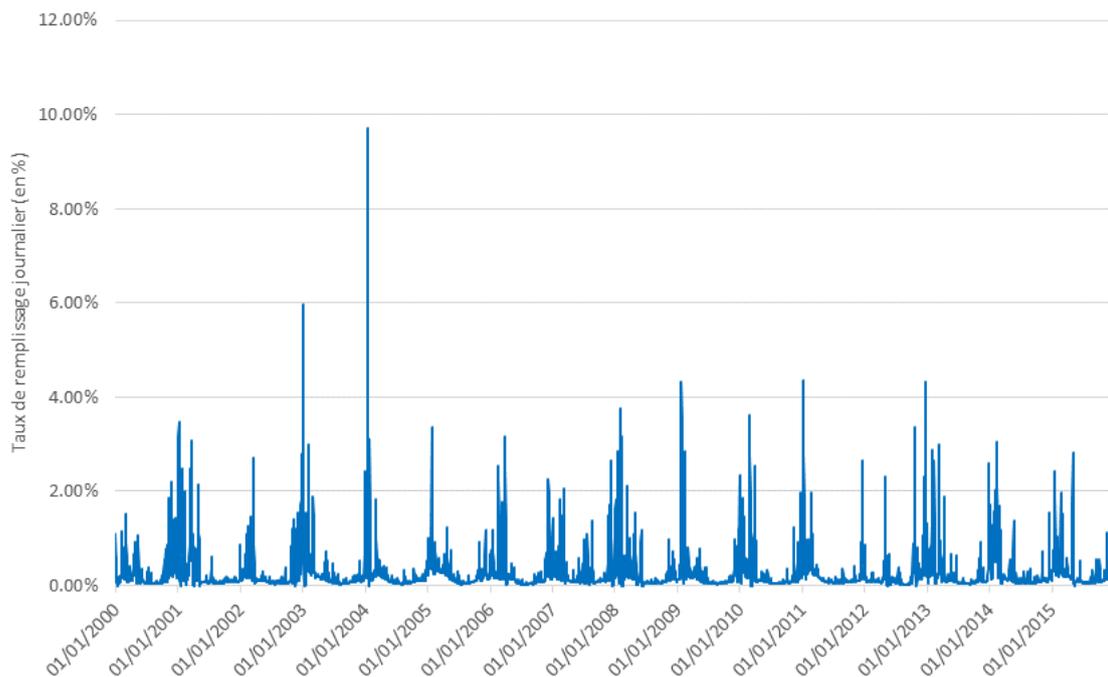


Figure 3-5: Taux de remplissage journalier en fonction du temps

### 3.5 Calcul de l'évaporation de la Sarthe

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

#### 3.5.1 Volumes annuels perdus par évaporation

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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

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

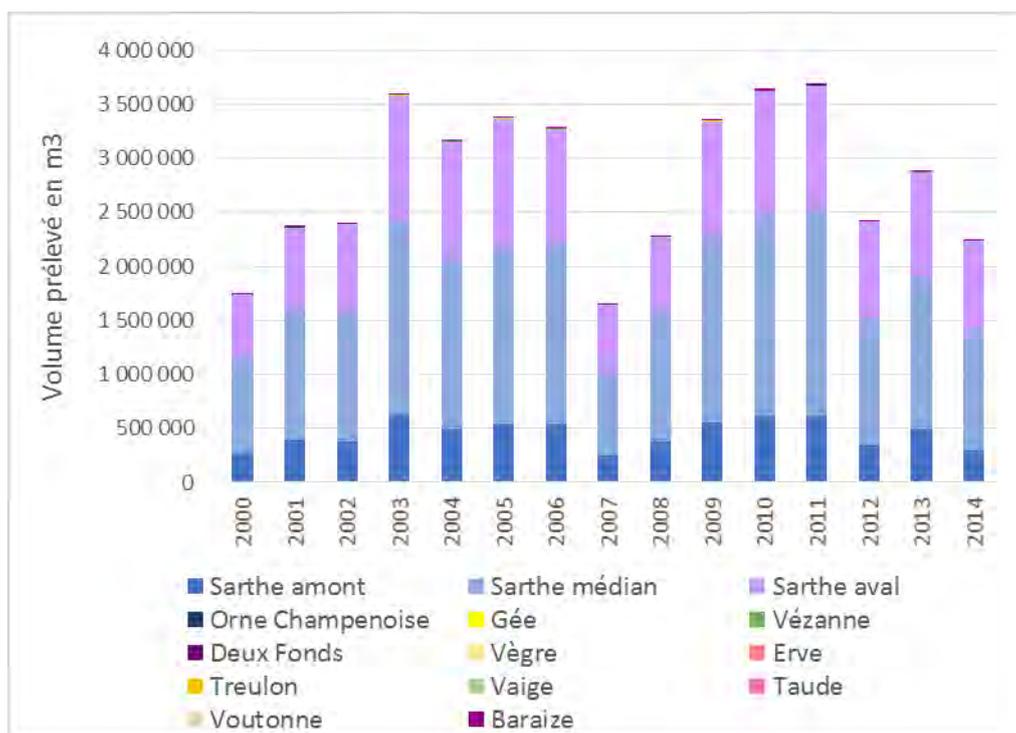


Figure 3-6 : Différence entre le volume évaporé par la Sarthe et le volume évapotranspiré sur un couvert végétal par an et par unité de gestion

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

- Pour les années les plus humides (début des années 2000 par exemple), les pertes peuvent varier entre 1.6 et 2.4 millions de m<sup>3</sup>/an environ (entre 2200 et 3300 m<sup>3</sup>/ha/an).
- Pour les années avec des étés très secs (2003 à 2006 et 2009 à 2011), on observe des pertes importantes s'élevant entre 3.1 millions de m<sup>3</sup>/an et 3.7 millions de m<sup>3</sup>/an (soit entre 4200 et 5000 m<sup>3</sup>/ha/an).

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

**Tableau 3-6 : Pertes par évaporation par unité de gestion (en m<sup>3</sup>/an)**

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



## BILAN DES RESTITUTIONS AU MILIEU NATUREL

### 4.1 Pertes liées à l'alimentation en eau potable

#### 4.1.1 Structures compétentes

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

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

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

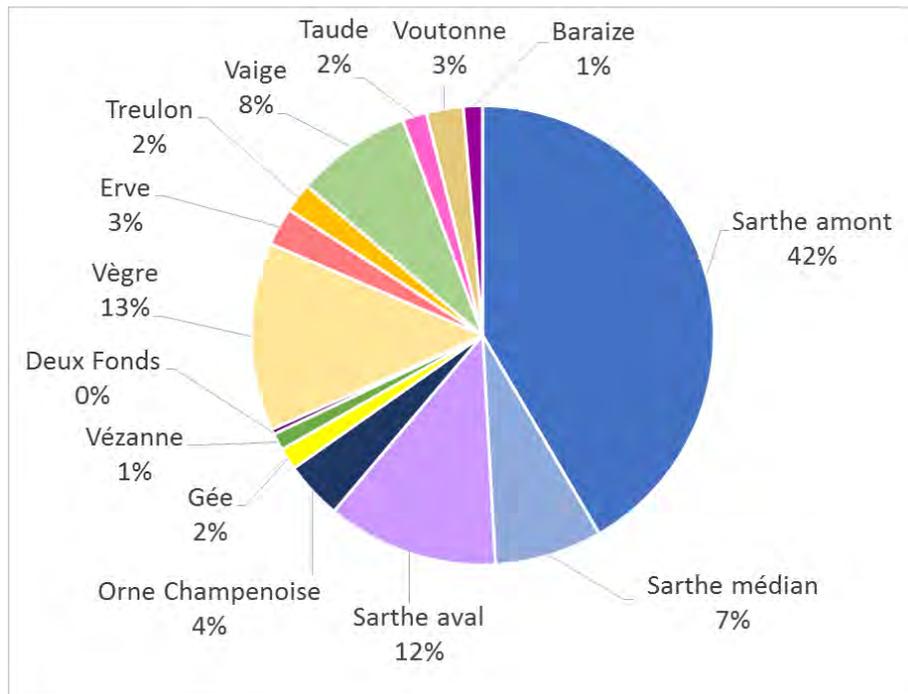


Figure 4-1 : Répartition des pertes AEP en 2014 sur les unités de gestion du bassin versant de la Sarthe aval

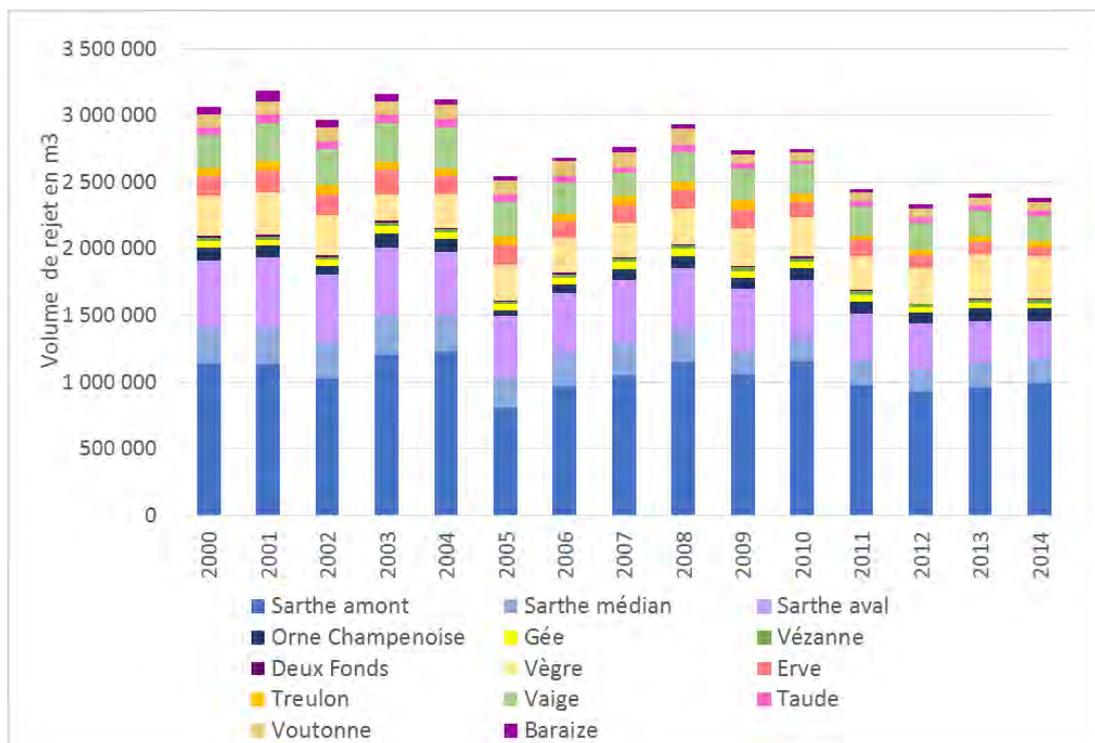


Figure 4-2 : Rejets annuels par unité de gestion sur le bassin de la Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

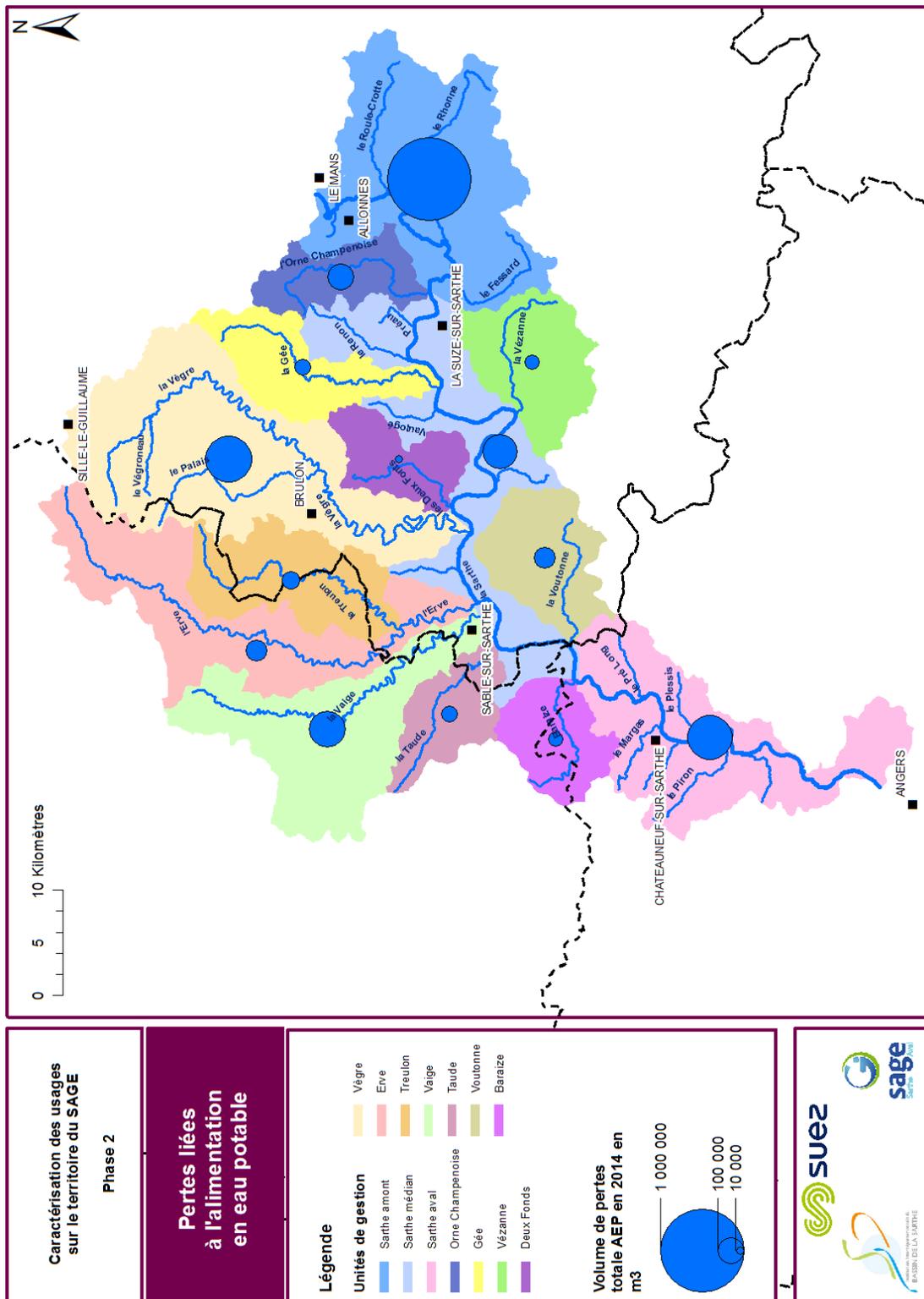


Figure 4-3 : Volumes de pertes totales liées à l'alimentation en eau potable par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

**Tableau 4-1 : Tableau récapitulatif des pertes annuelles liées à l'alimentation en eau potable par unité de gestion (en m<sup>3</sup>)**

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

## 4.1.2 Méthode de décomposition

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

## 4.2 Assainissement collectif

### 4.2.1 Les stations d'épuration du territoire

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

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

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

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

### 4.2.2 Les volumes de rejets

Les figures suivantes présentent les volumes de rejets obtenus. Près de 75% des rejets se situent dans l'unité de gestion de la Sarthe amont. Ces rejets très importants correspondent aux rejets des deux stations du Mans (Les Etangs et la Chauvinière) qui représentent à elles seules 64% des rejets du bassin versant en 2014. Les rejets d'assainissement collectifs représentent entre 20 et 26 millions de m<sup>3</sup> par an.

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

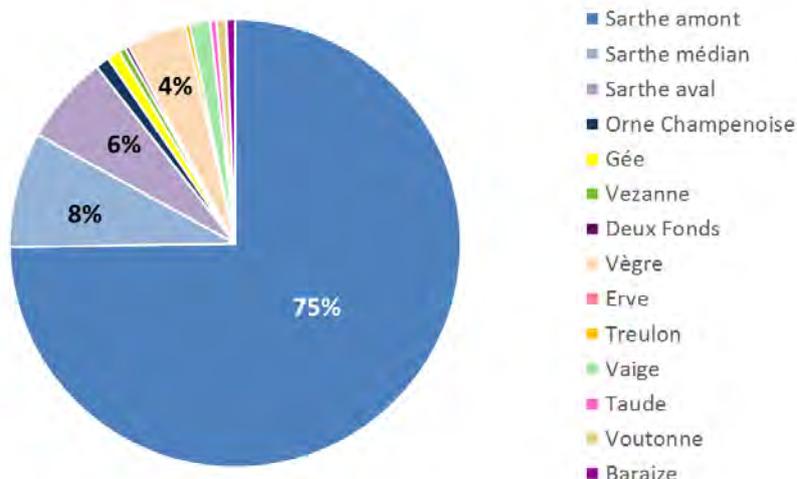


Figure 4-4 : Répartition des rejets d'assainissement collectif sur les unités de gestion du bassin de la Sarthe aval

La figure suivante montre des volumes de rejets avoisinant les 26 millions de m<sup>3</sup> ces dernières années. Or, les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont de l'ordre de 11 millions de m<sup>3</sup> sur le bassin versant. Le bassin versant bénéficie donc d'un apport important d'eau extérieure.

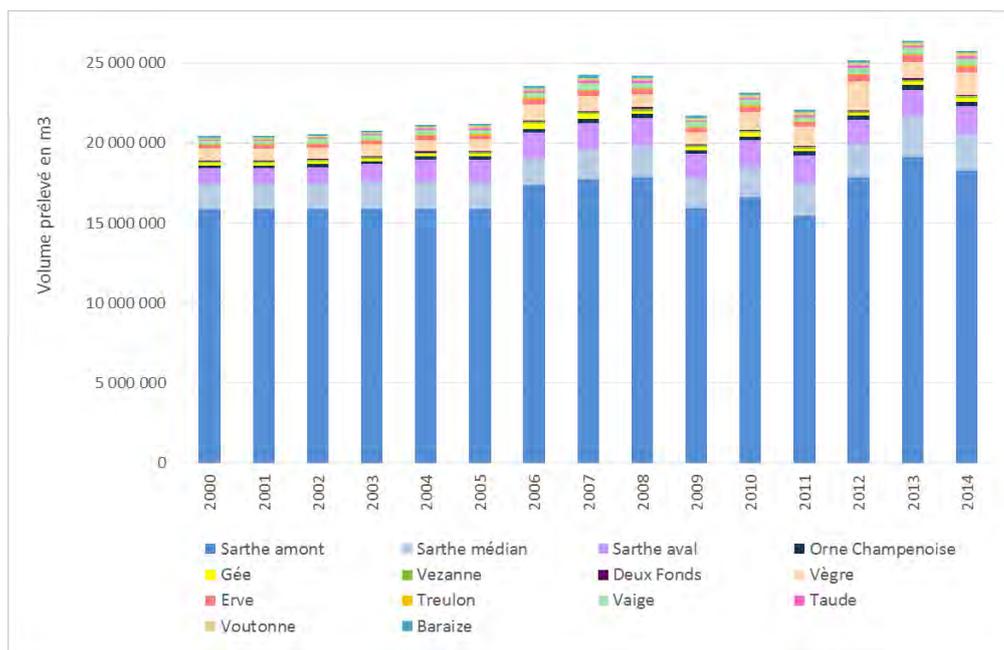


Figure 4-5 : Rejets annuels par unité de gestion sur le bassin de la Sarthe aval



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 4.2.3 Méthode de décomposition

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

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

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

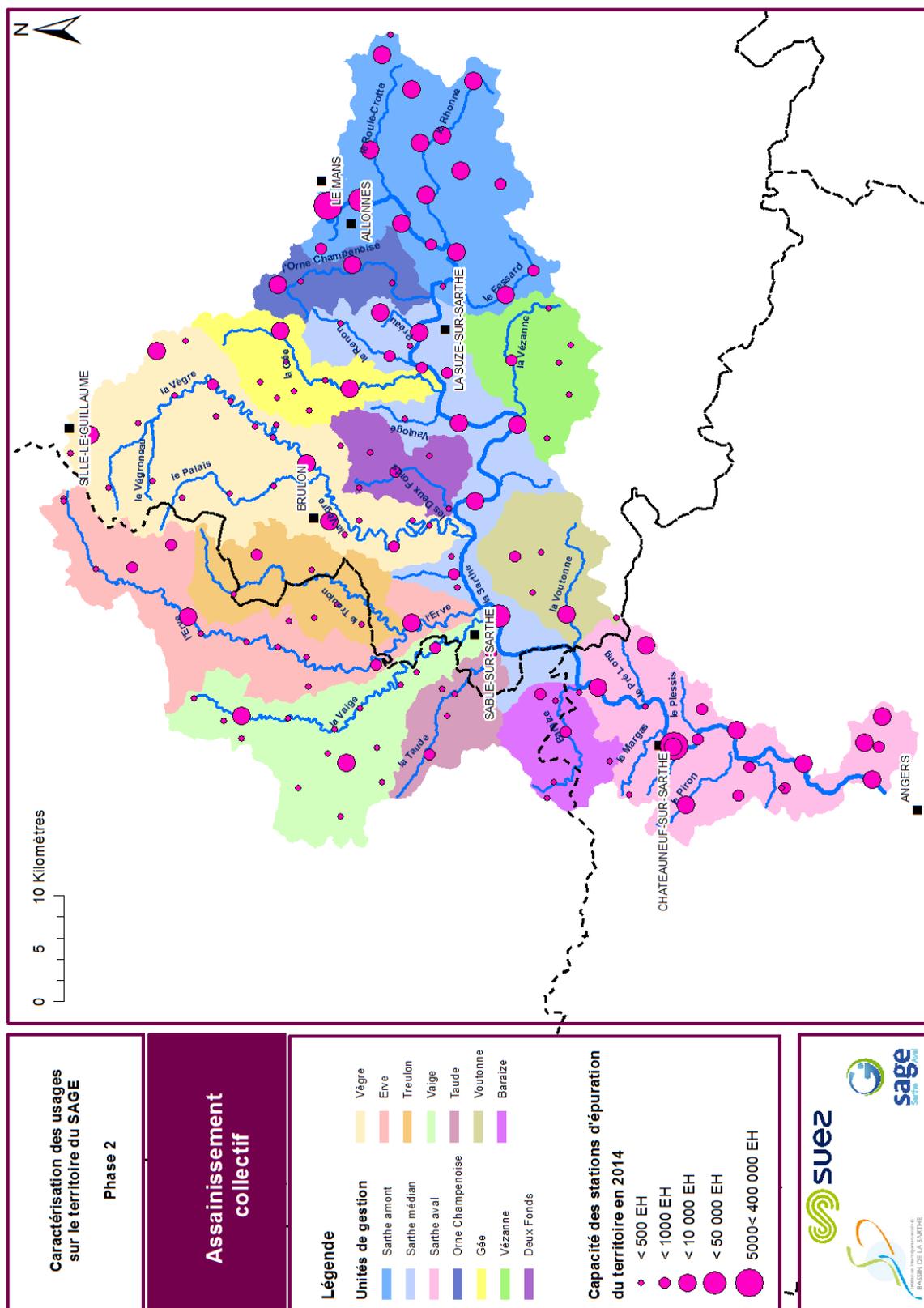


Figure 4-6 : Rejets par assainissement collectif en 2014 sur le bassin versant de la Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

**Tableau 4-3 : Répartition des rejets par station d'épuration par sous bassin sur le bassin versant de la Sarthe aval (en m<sup>3</sup>)**

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



### 4.3 Assainissement non collectif

#### 4.3.1 Structures compétentes

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

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

#### 4.3.2 Méthode de calcul

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

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

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

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

#### 4.3.3 Volumes restitués au milieu naturel

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

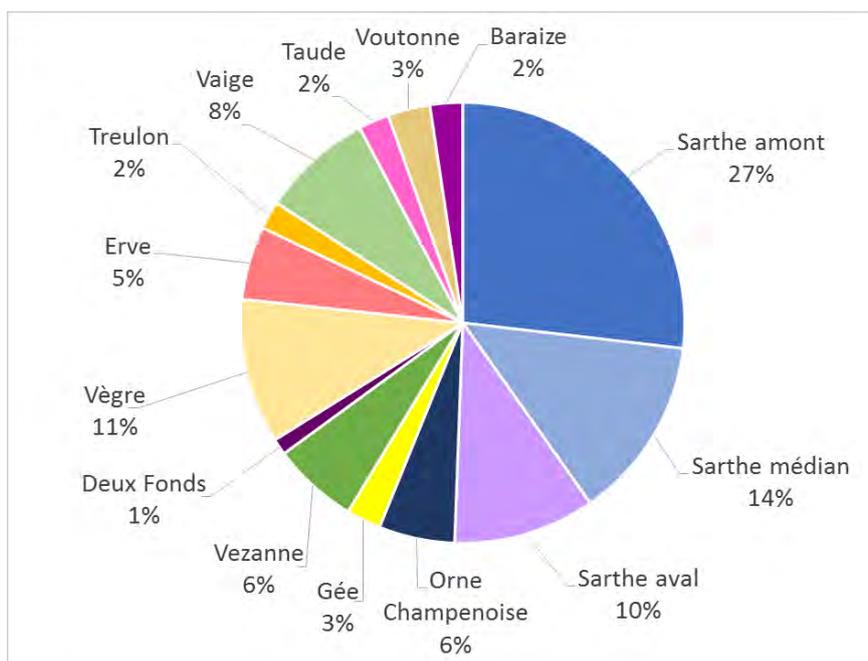


Figure 4-7 : Répartition des rejets par assainissement non collectif sur les unités de gestion de la Sarthe aval en 2014

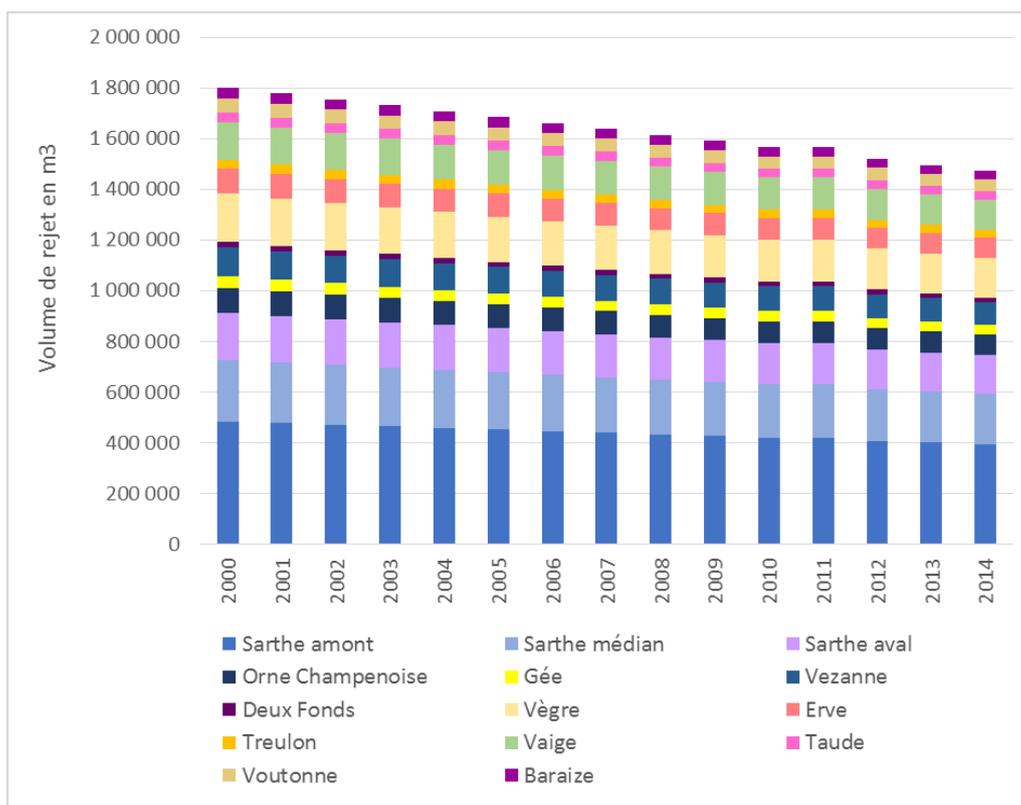


Figure 4-8 : Rejets annuels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

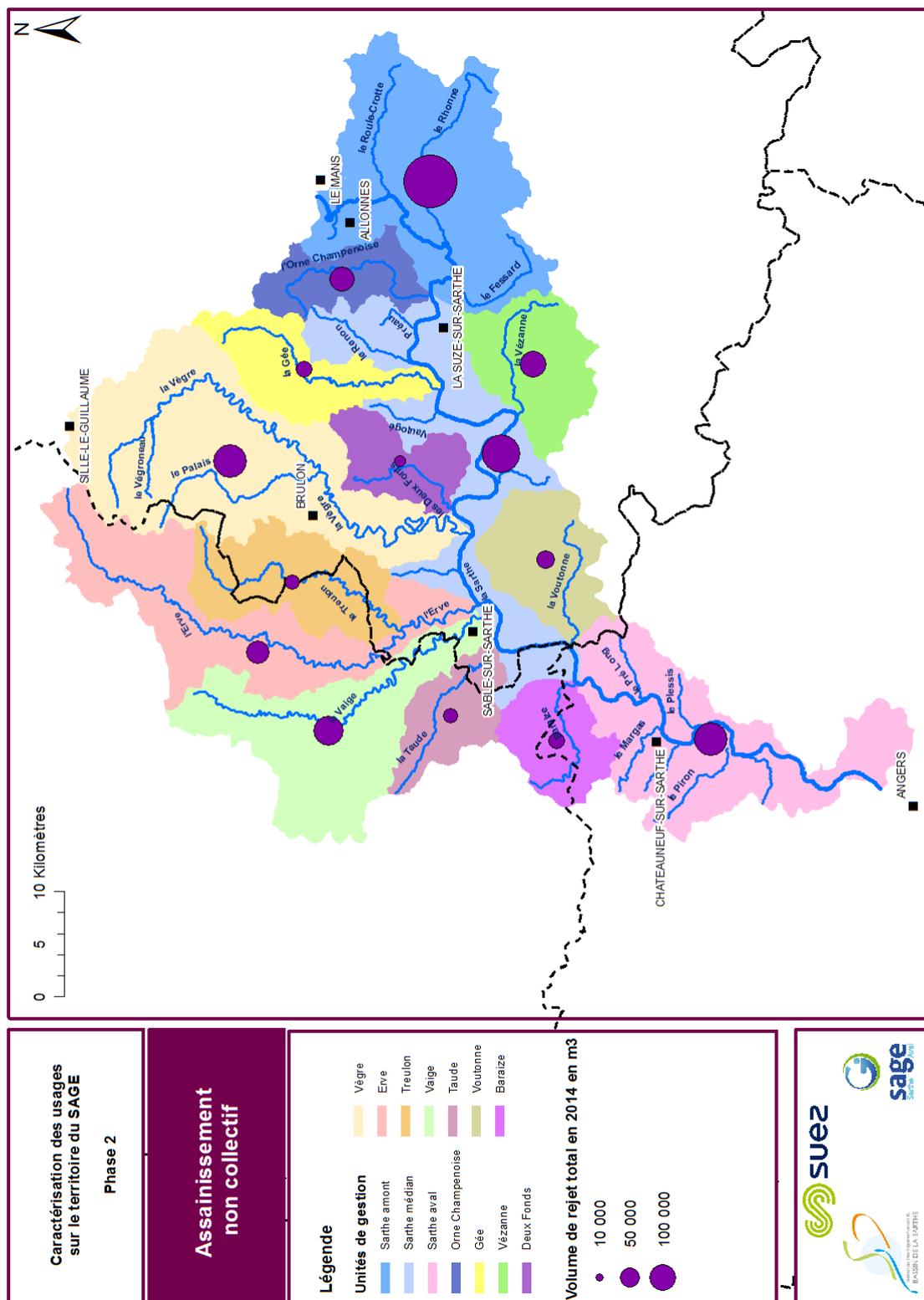


Figure 4-9 : Rejets totaux d'assainissement non collectif en 2014 par unités de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

**Tableau 4-4 : Répartition des rejets par assainissement individuel par sous bassin sur le bassin versant de la Sarthe aval(en m<sup>3</sup>)**

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 4.3.4 Méthode de décomposition

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

## 4.4 Rejets industriels

### 4.4.1 Volumes restitués au milieu

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

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

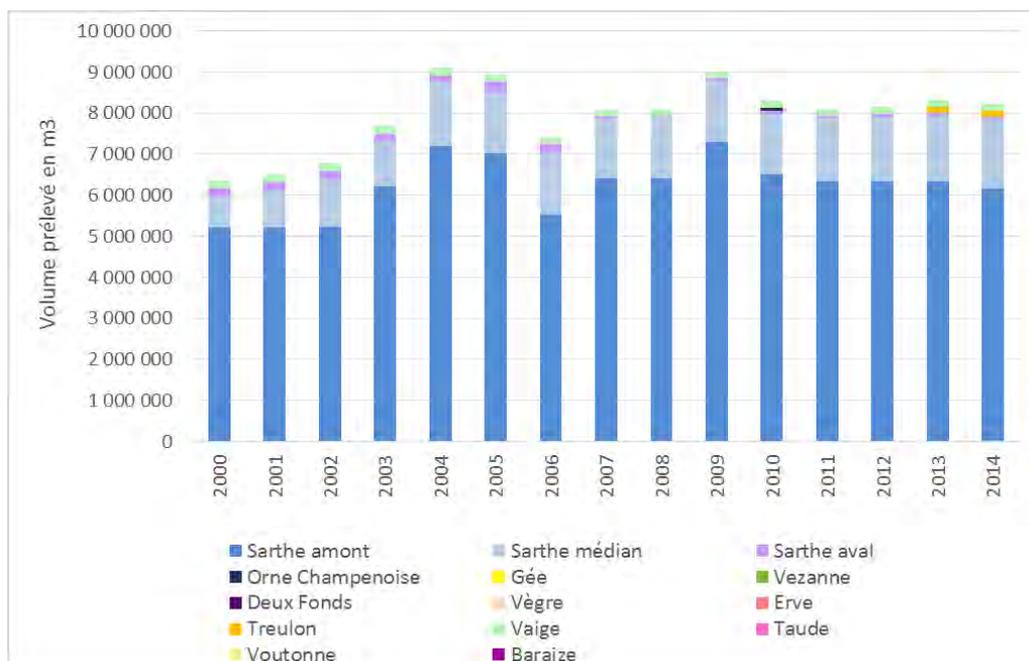


Figure 4-10 : Rejets annuels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

---

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

### 4.4.2 Méthode de décomposition

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

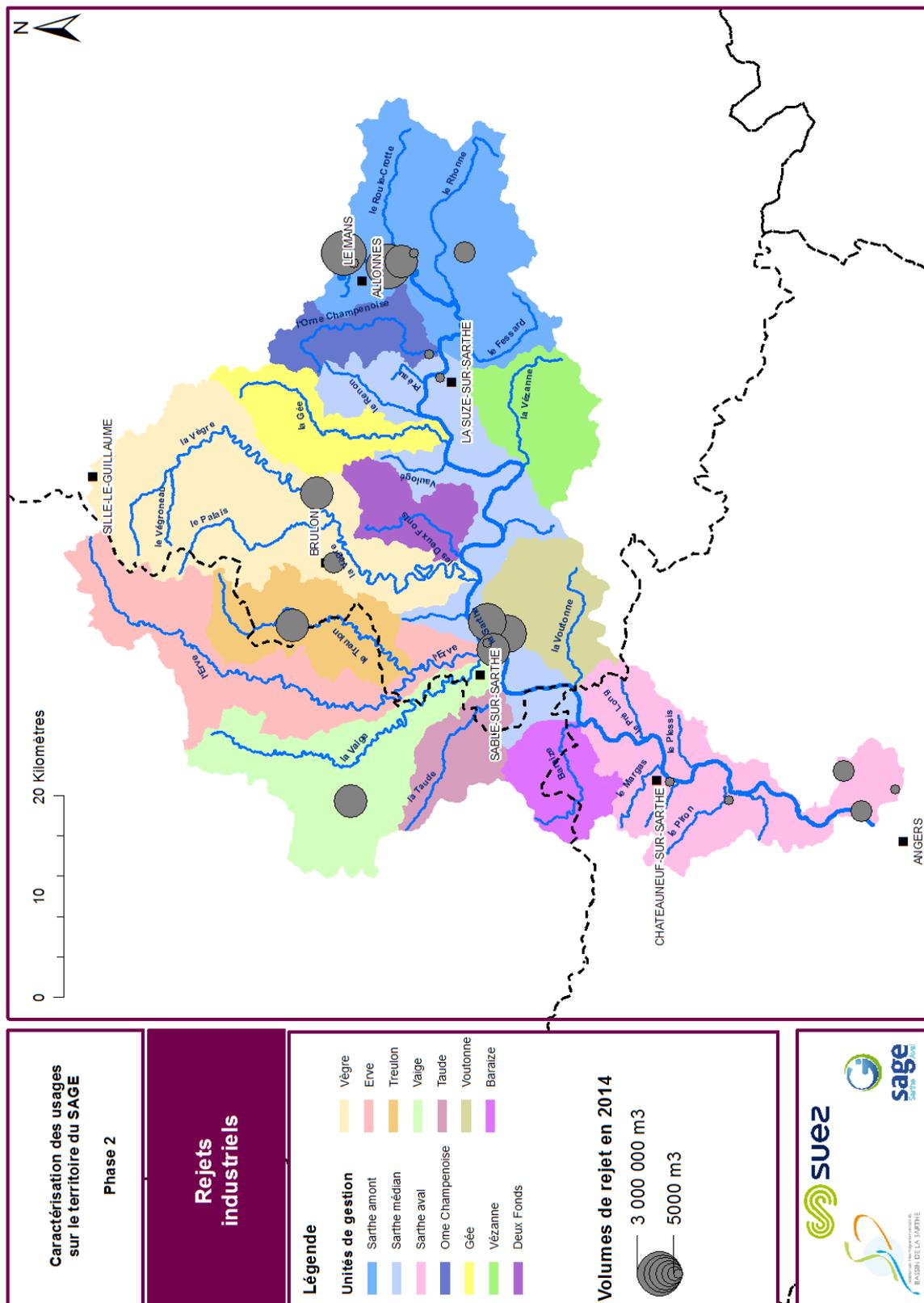


Figure 4-11 : Rejets industriels en 2014 sur le bassin versant de la Sarthe aval



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

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



## BILAN DES USAGES PAR SOUS BASSIN VERSANT

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

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

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

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

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

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

## 5.1 Unité de gestion de la Sarthe amont

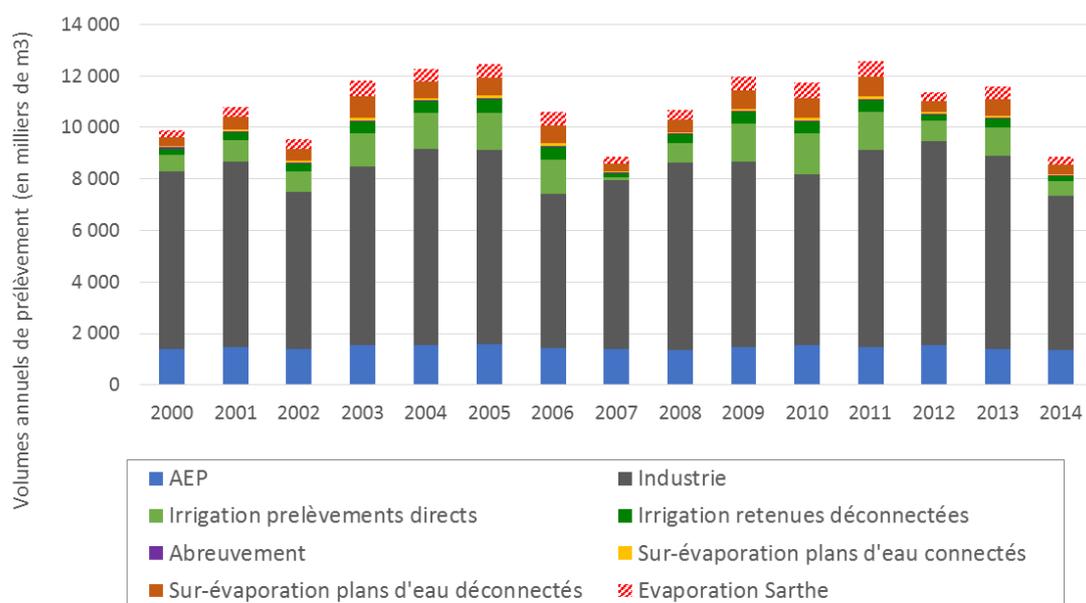


Figure 5-1 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Sarthe amont

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

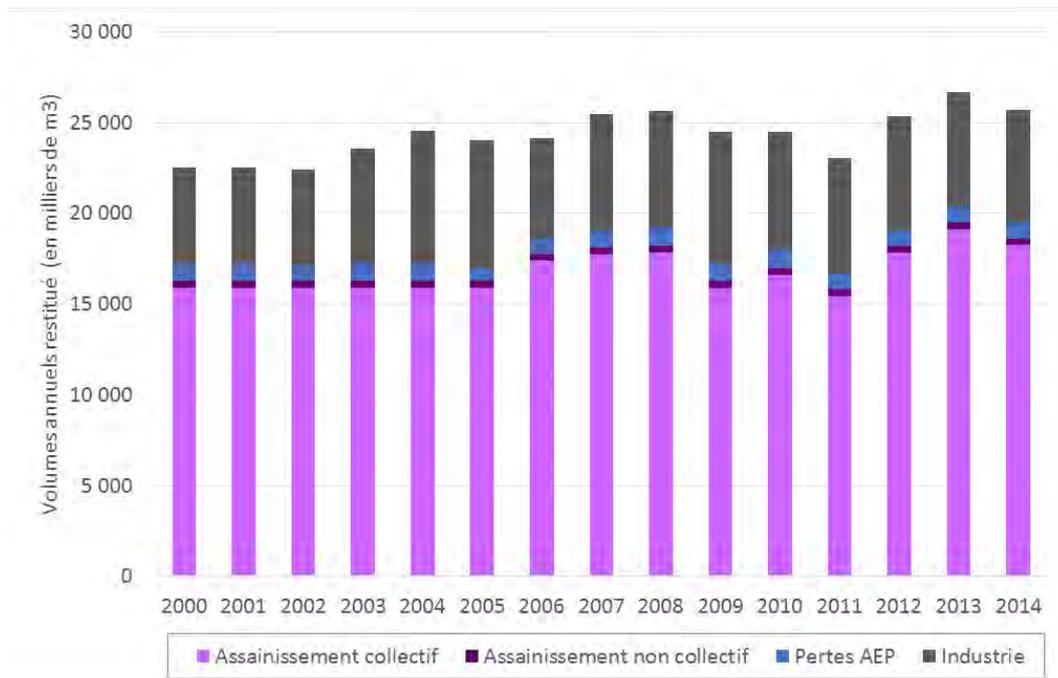


Figure 5-2 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Sarthe amont

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

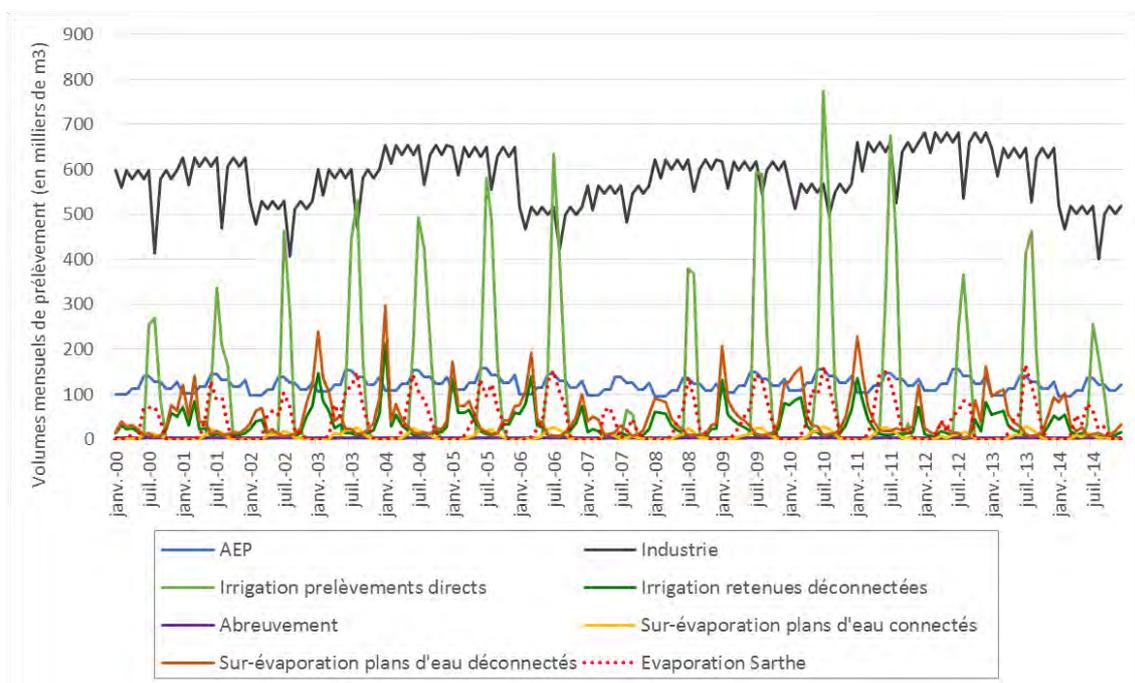


Figure 5-3 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Sarthe amont

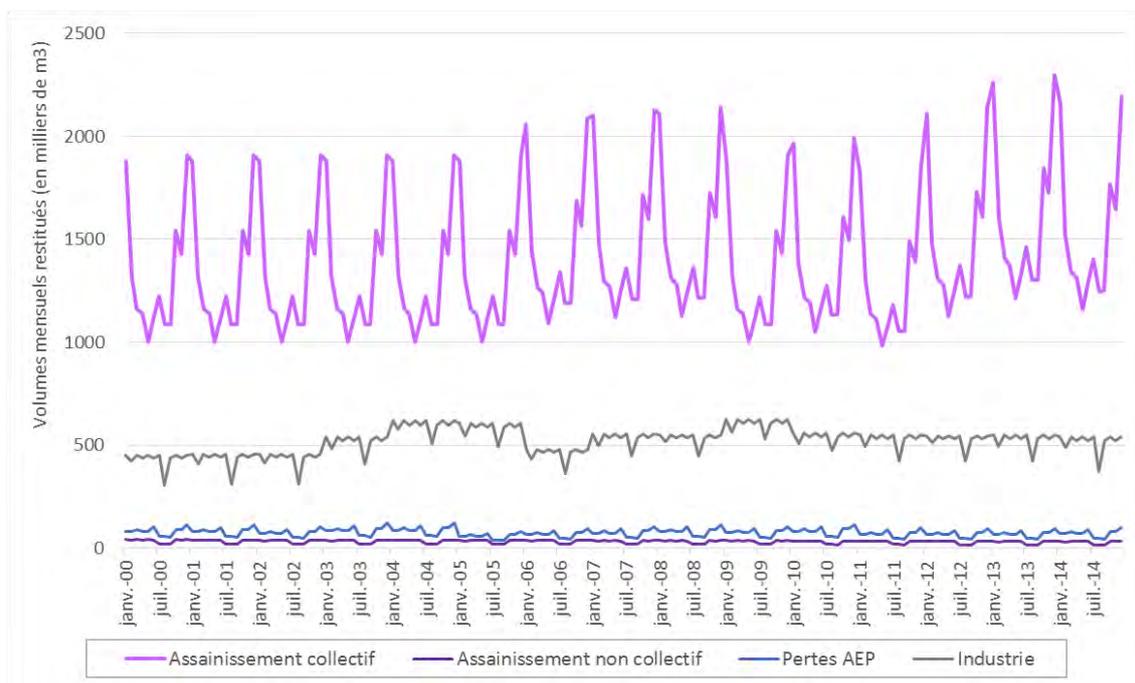


Figure 5-4 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Sarthe amont



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.2 Unité de gestion de la Sarthe médian

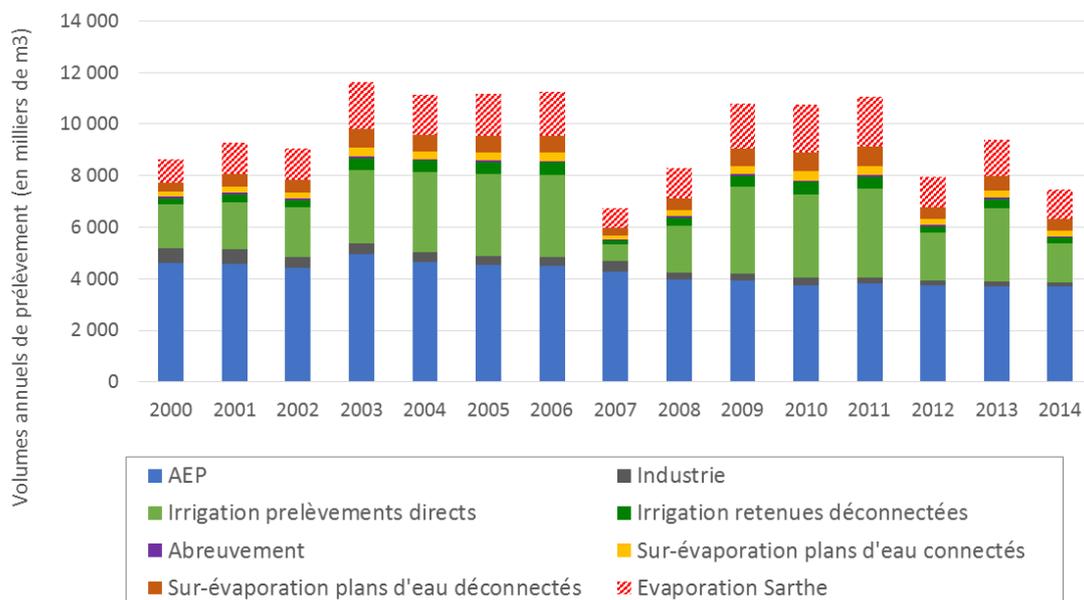


Figure 5-5 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Sarthe médian

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

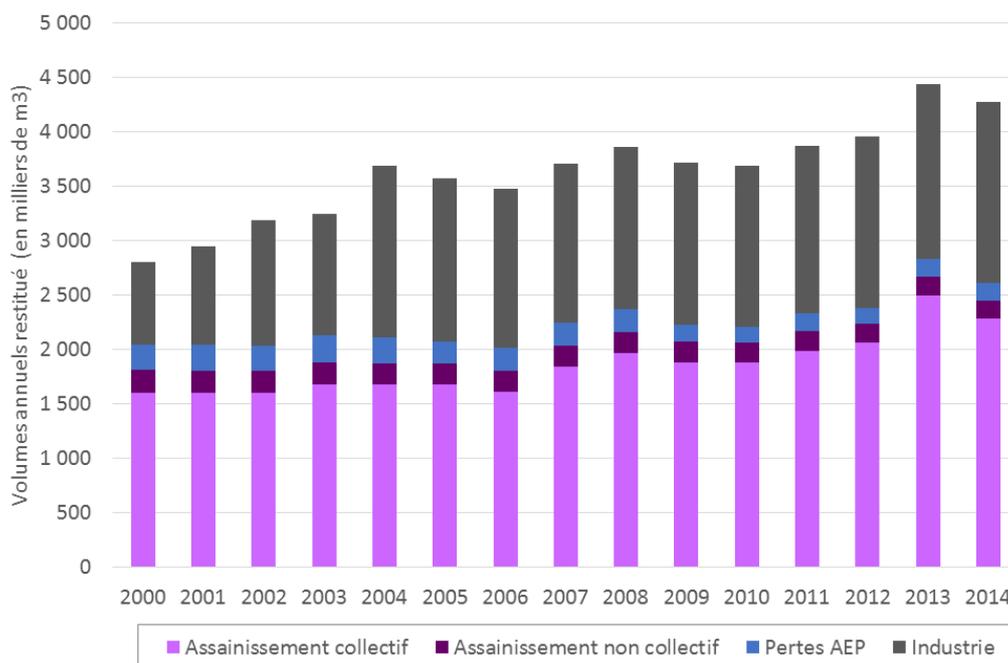


Figure 5-6 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Sarthe médian

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

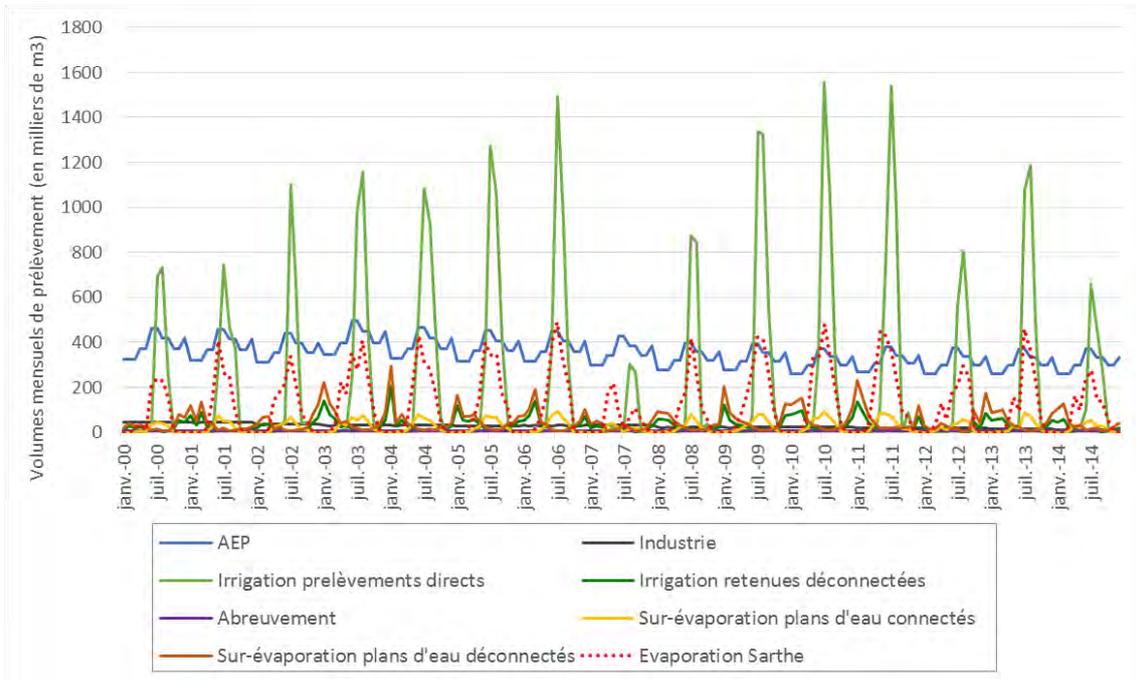


Figure 5-7 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Sarthe médian

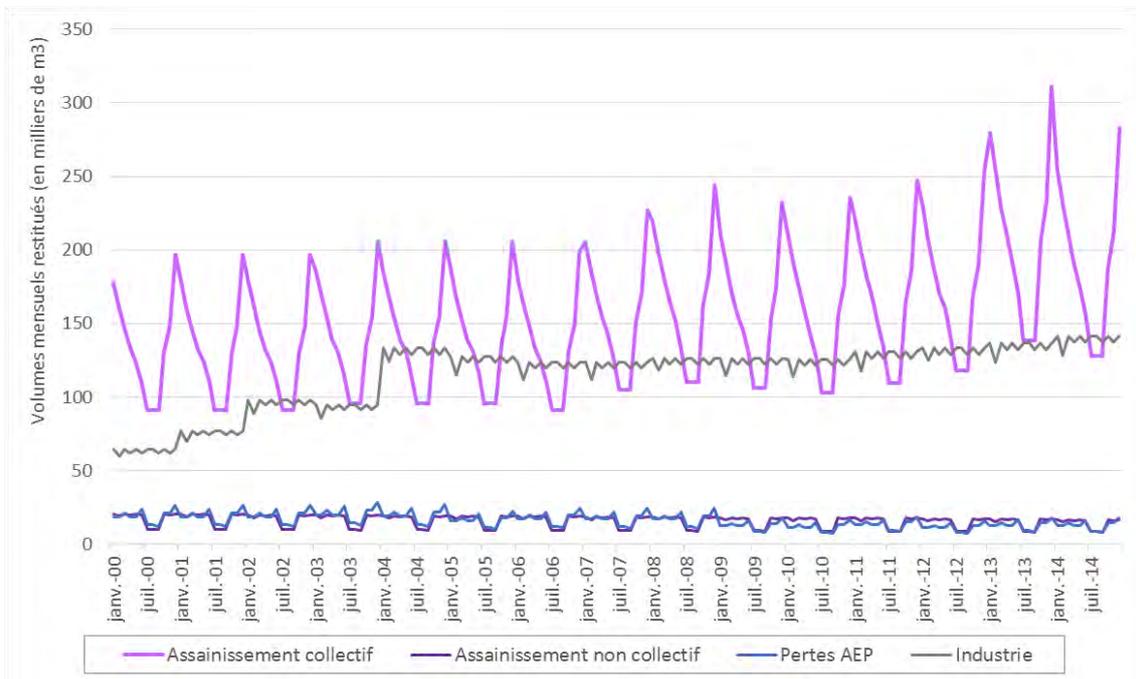


Figure 5-8 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Sarthe médian



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.3 Unité de gestion de la Sarthe aval

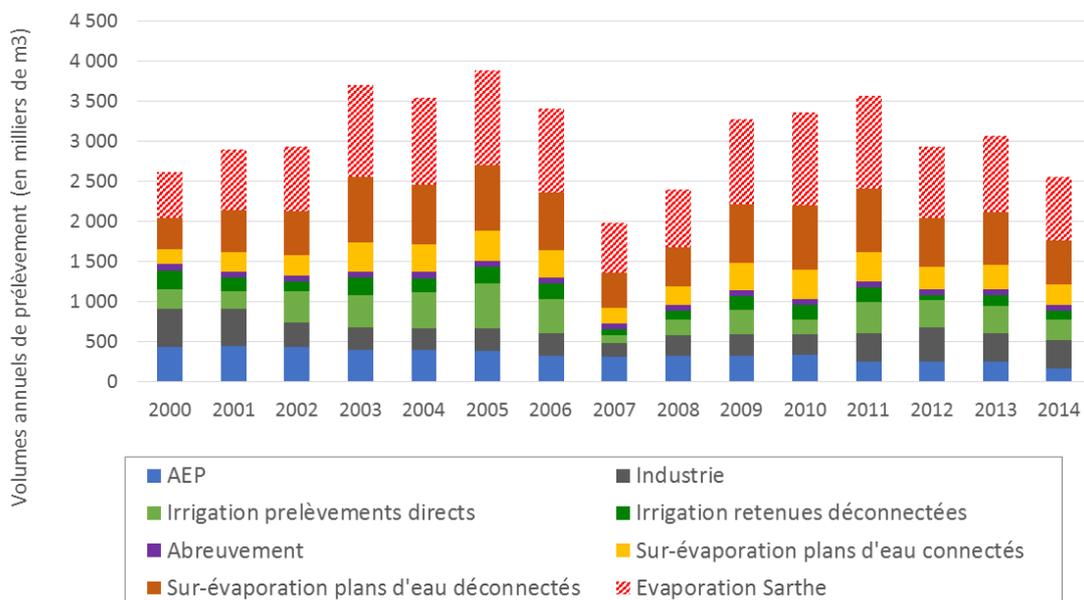


Figure 5-9 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Sarthe aval

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

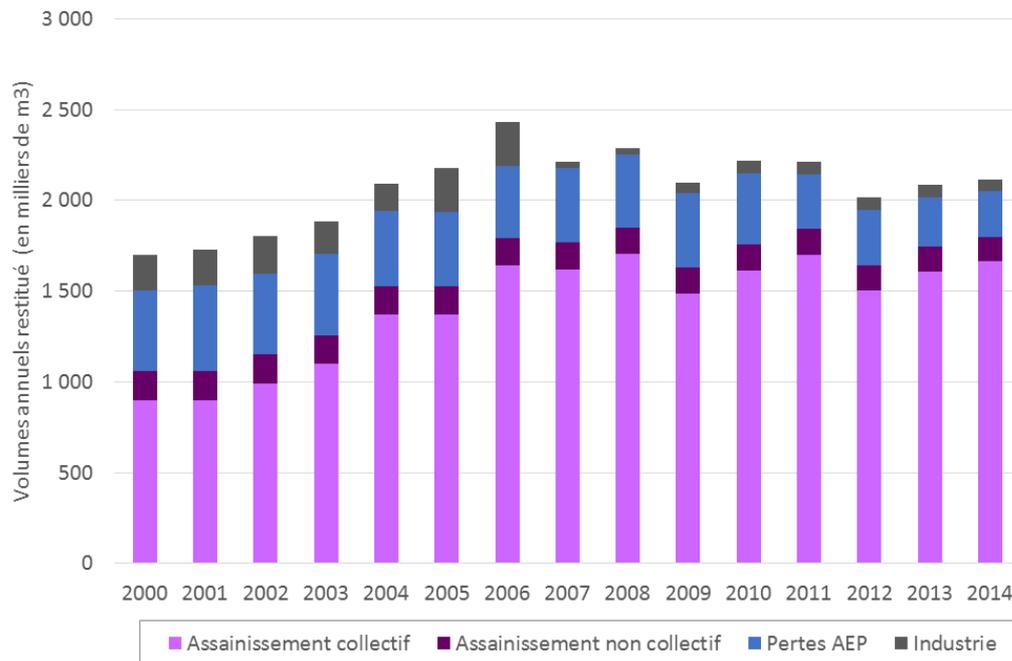


Figure 5-10 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Sarthe aval

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

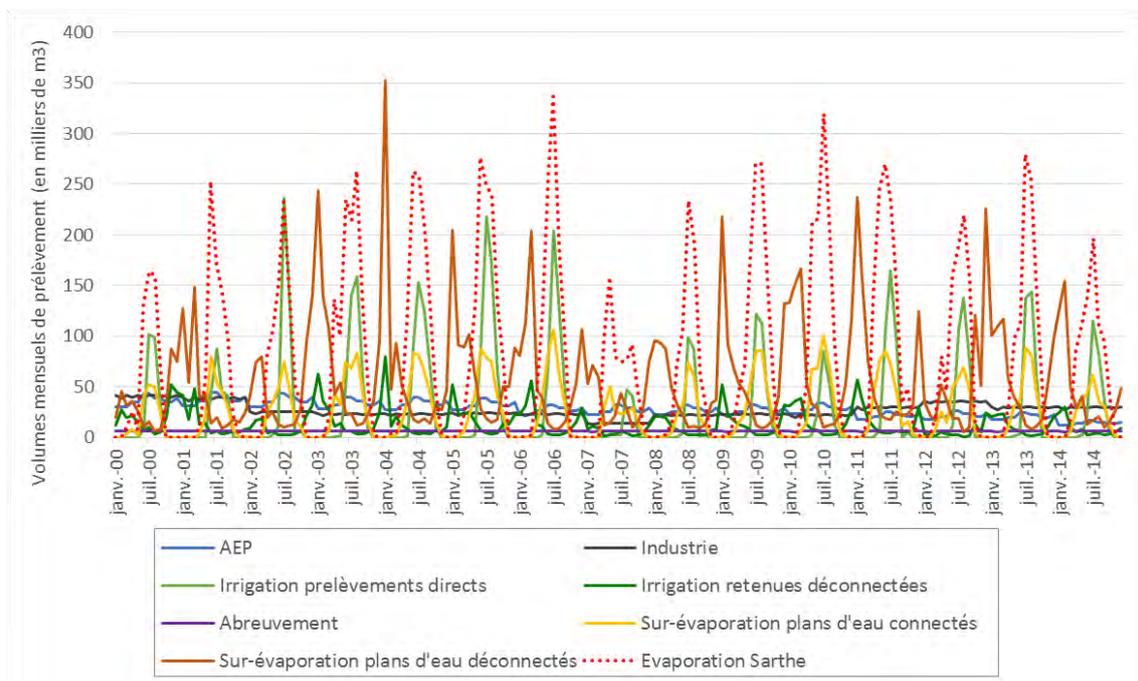


Figure 5-11 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Sarthe aval

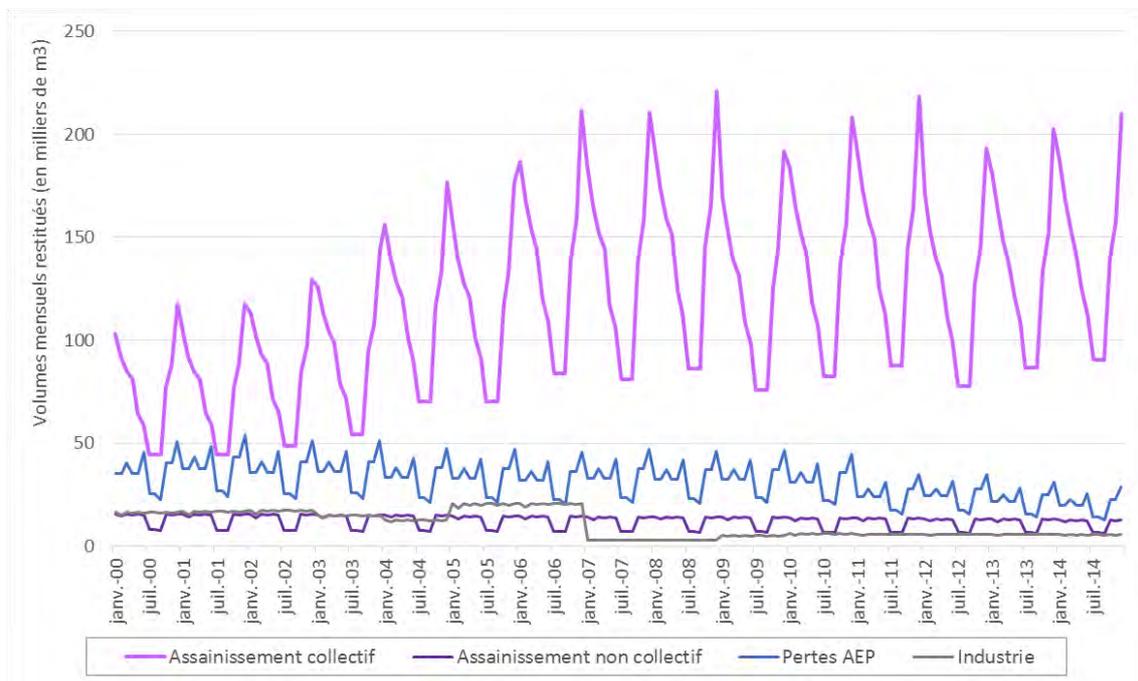


Figure 5-12 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Sarthe aval



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.4 Unité de gestion de l'Orne Champenoise

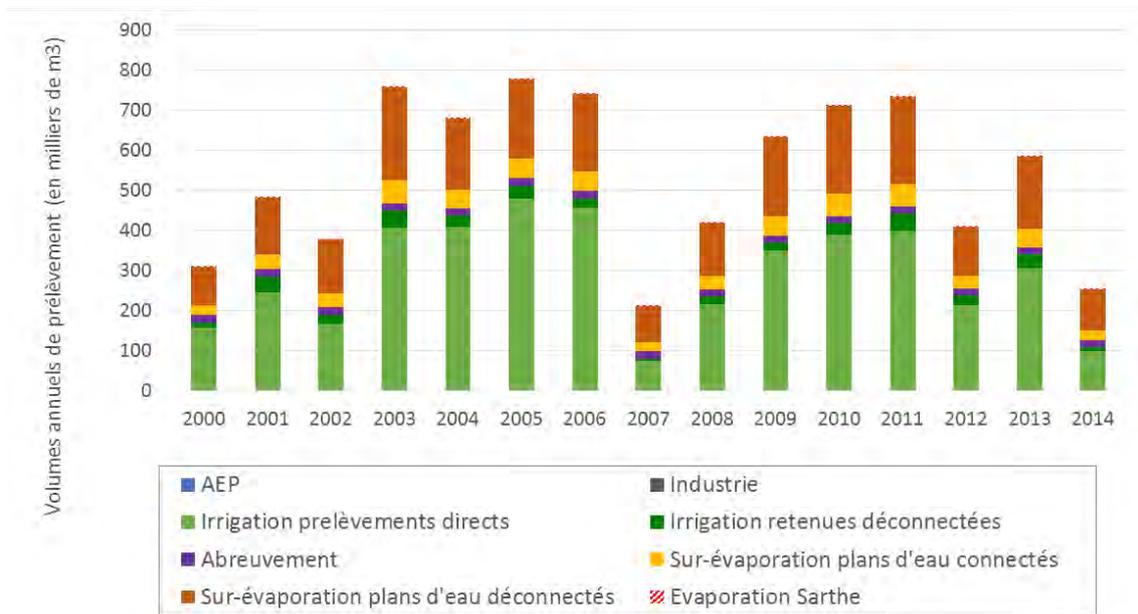


Figure 5-13 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de l'Orne Champenoise

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

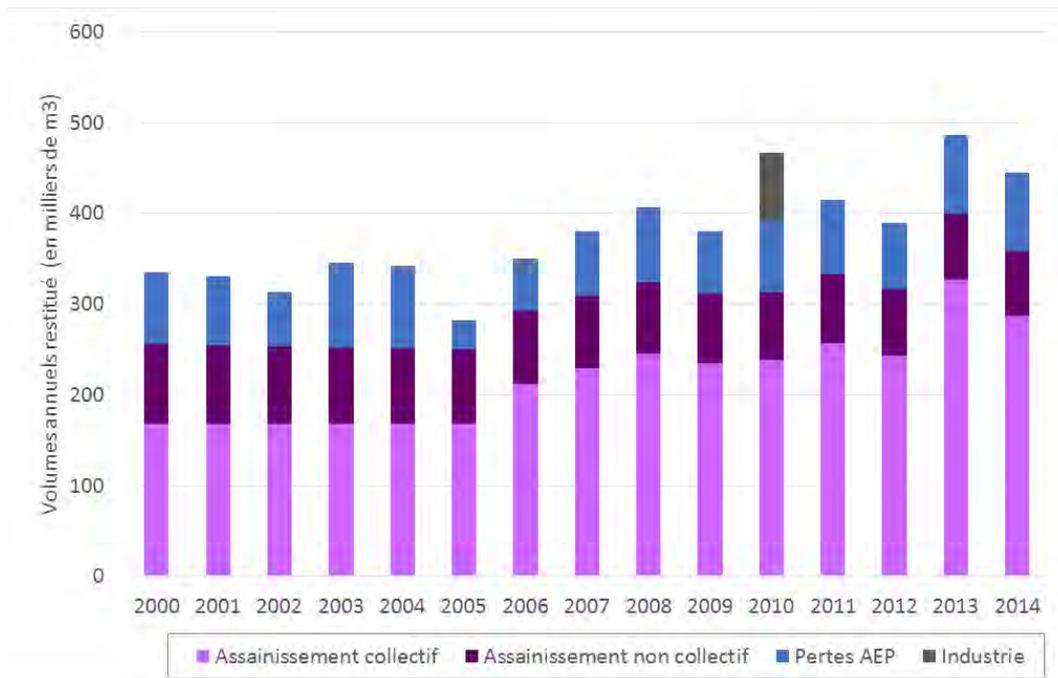


Figure 5-14 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de l'Orne Champenoise

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

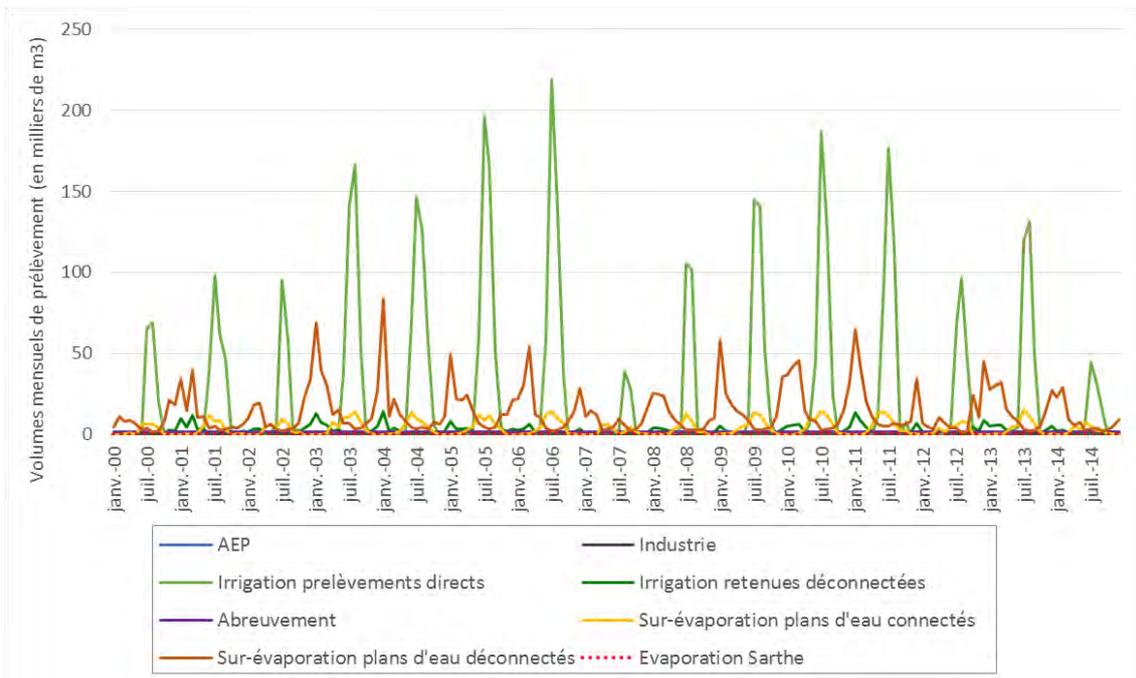


Figure 5-15 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de l'Orne Champenoise

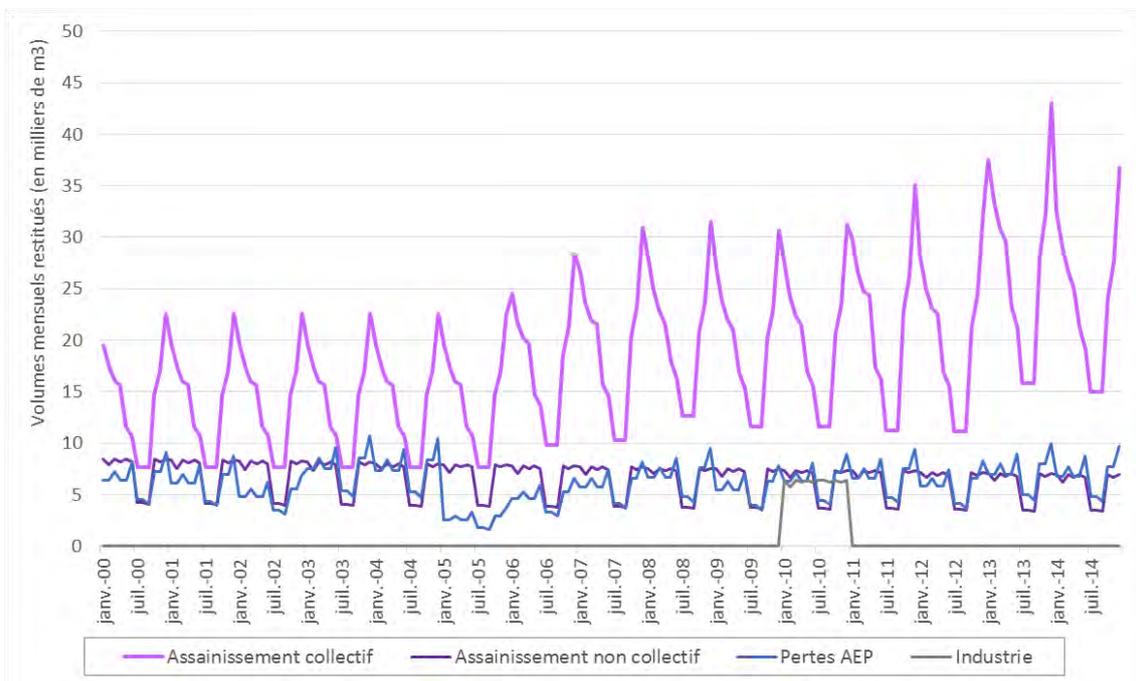


Figure 5-16 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de l'Orne Champenoise



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.5 Unité de gestion de la Gée

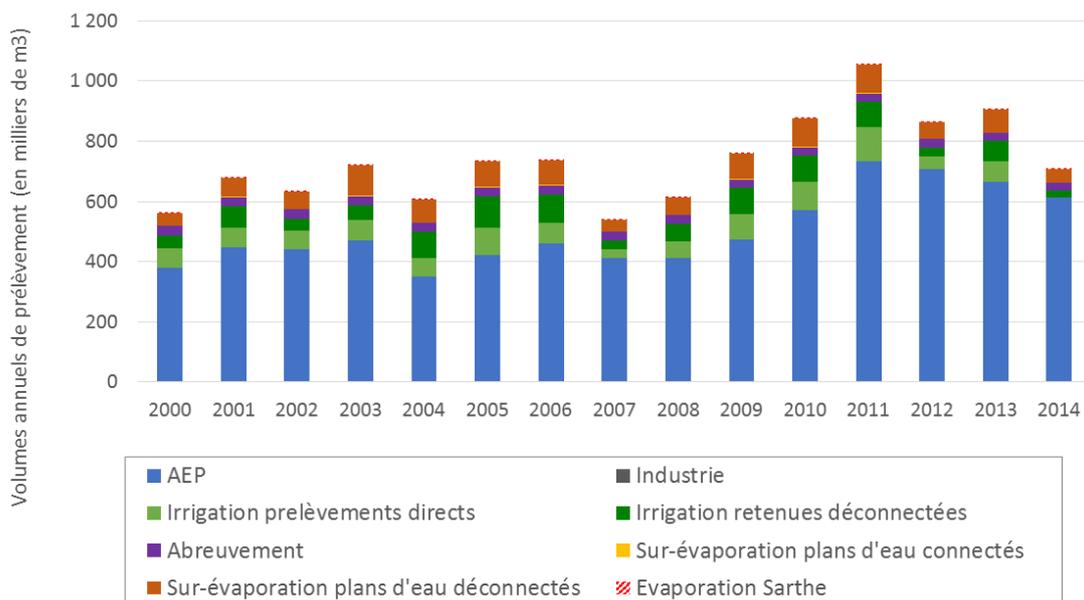


Figure 5-17 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Gée

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

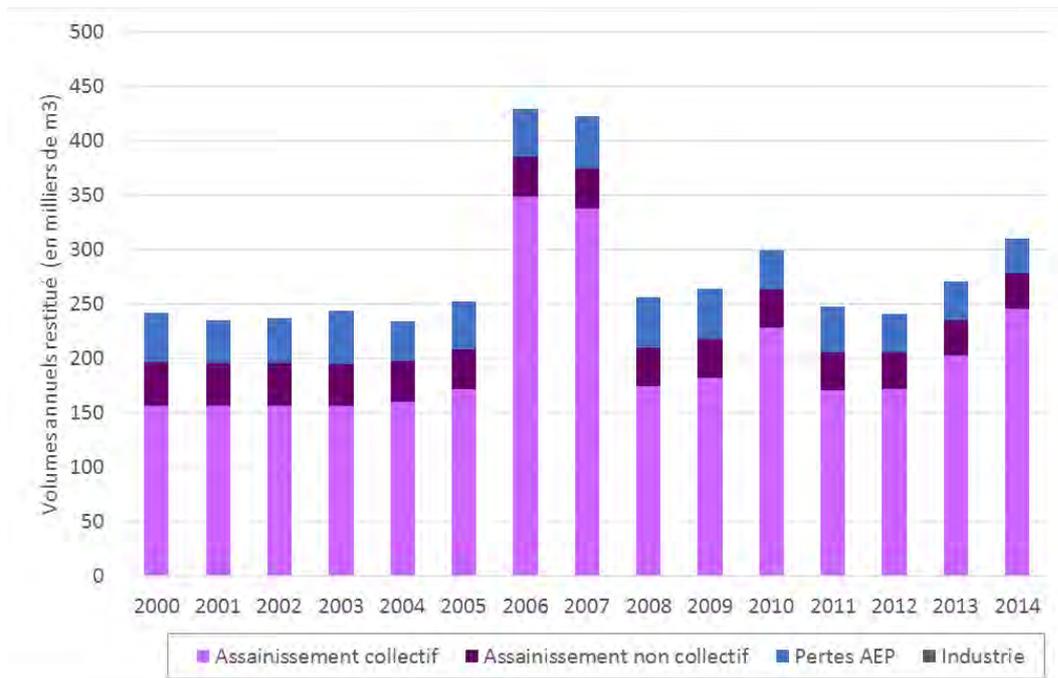


Figure 5-18 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Gée

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

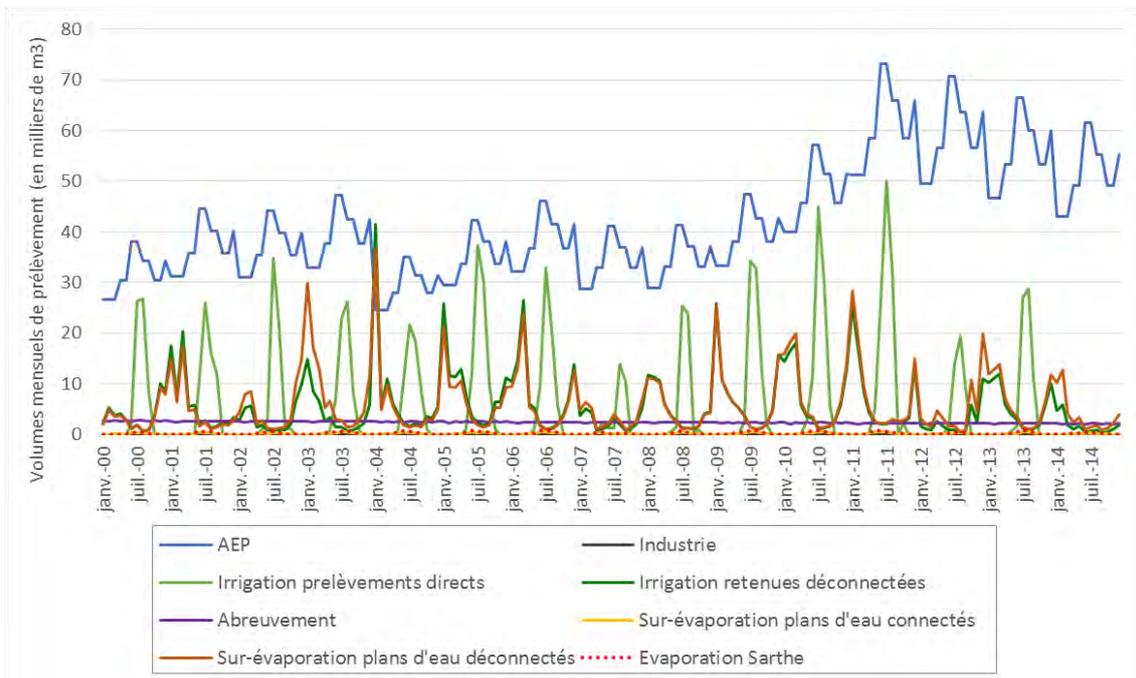


Figure 5-19 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Gée

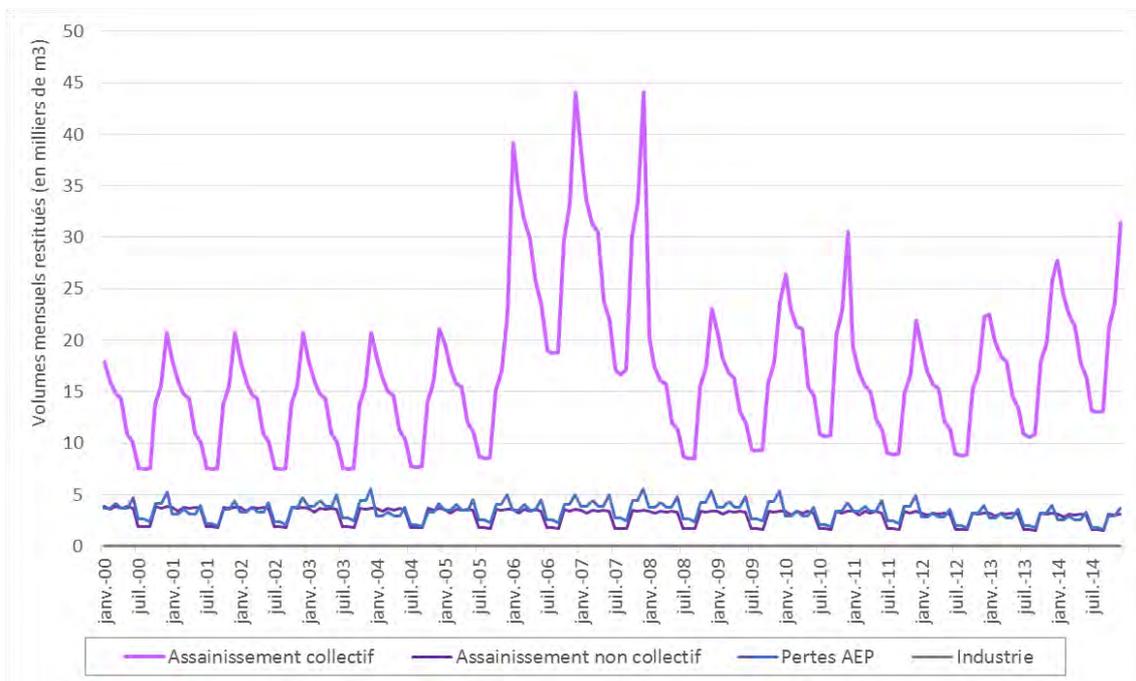


Figure 5-20 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Gée



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.6 Unité de gestion de la Vézanne

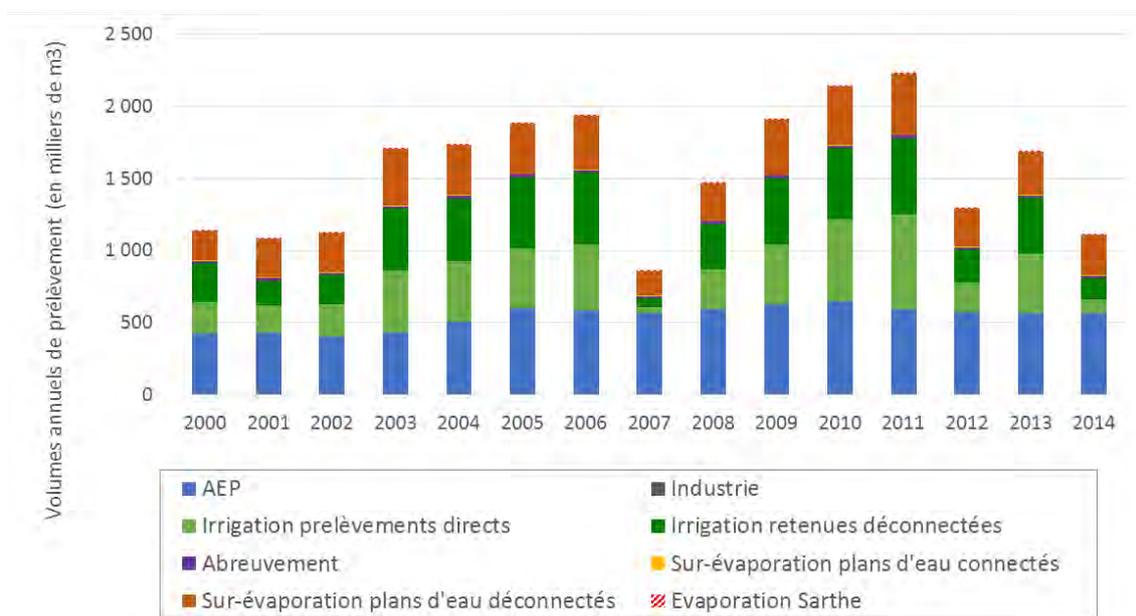


Figure 5-21 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Vézanne

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

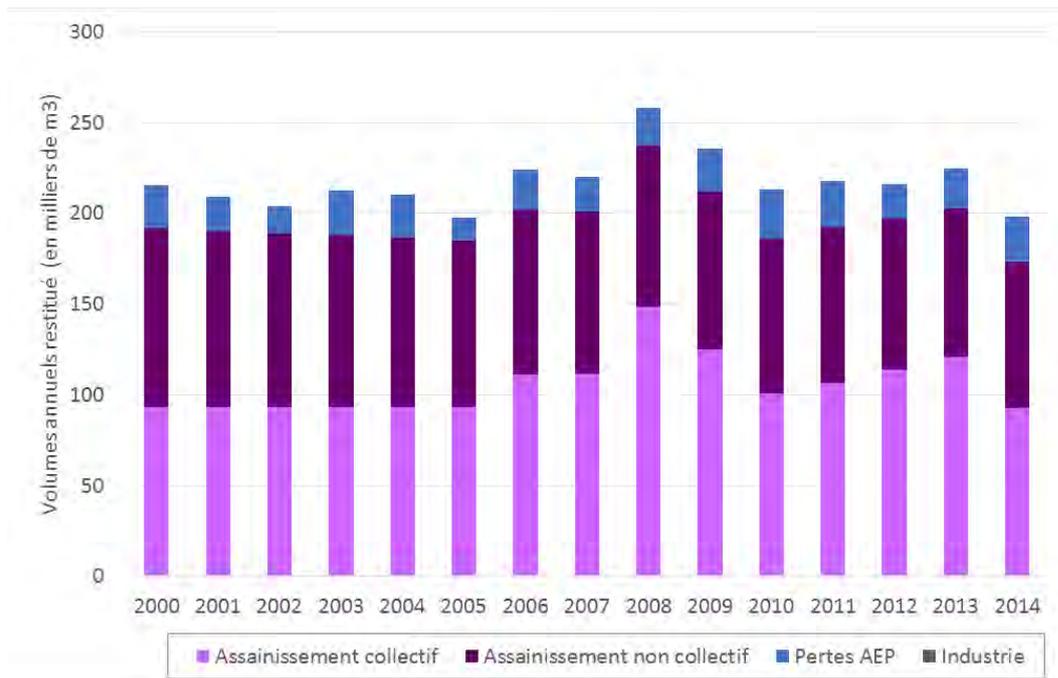


Figure 5-22 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Vézanne

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

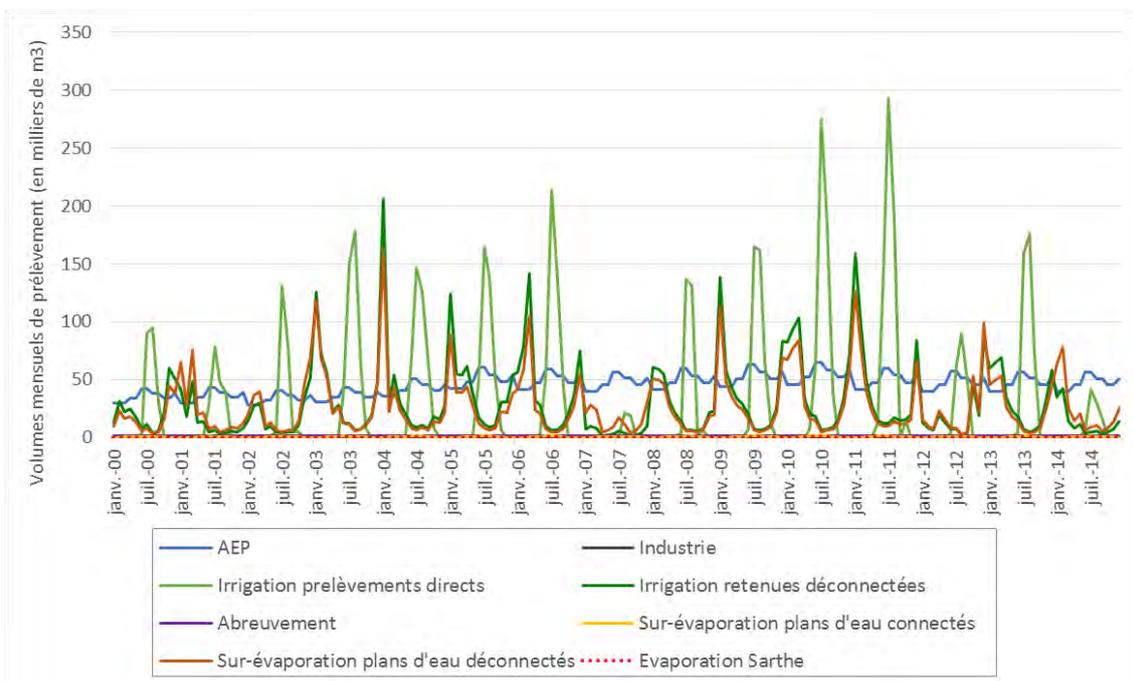


Figure 5-23 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Vézanne

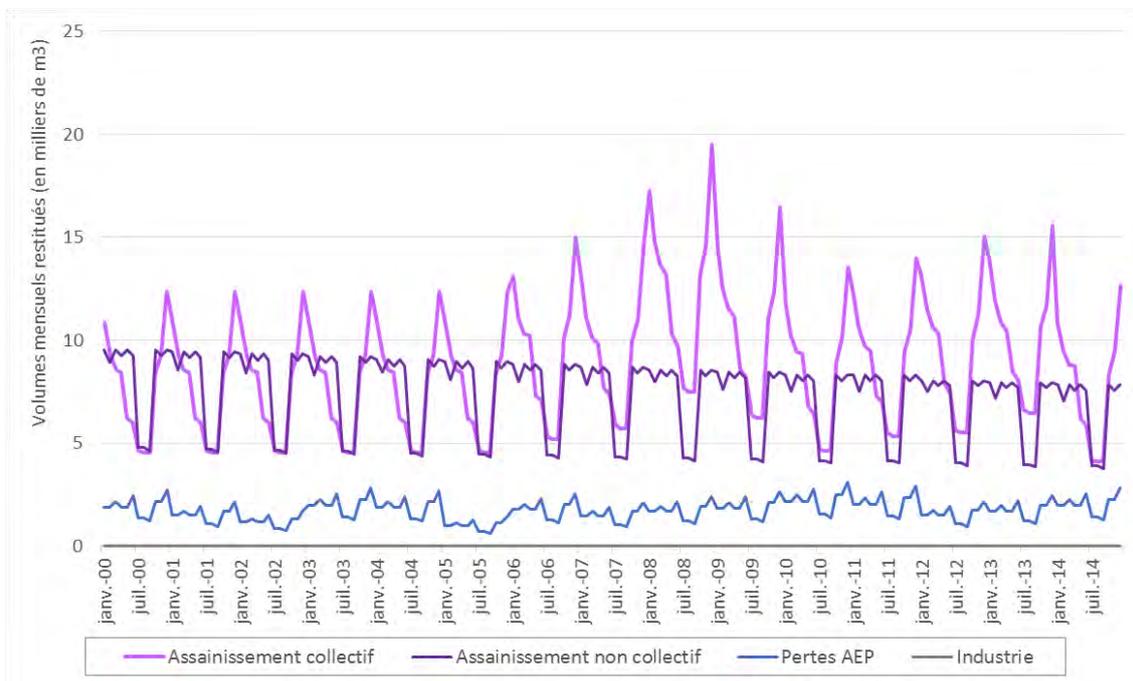


Figure 5-24 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Vézanne



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.7 Unité de gestion des Deux Fonds

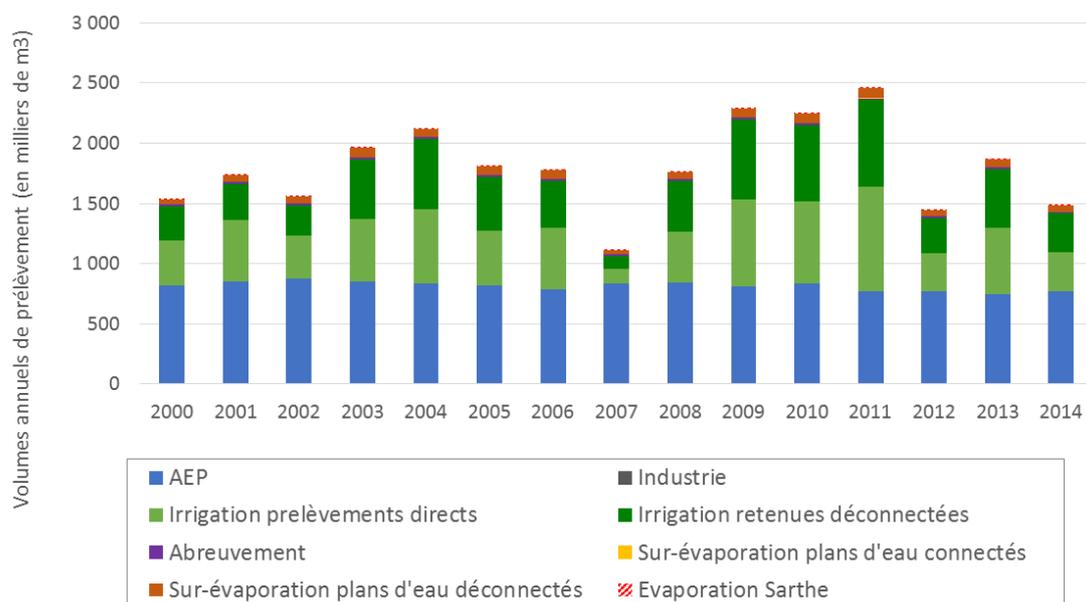


Figure 5-25 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion des Deux Fonds

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

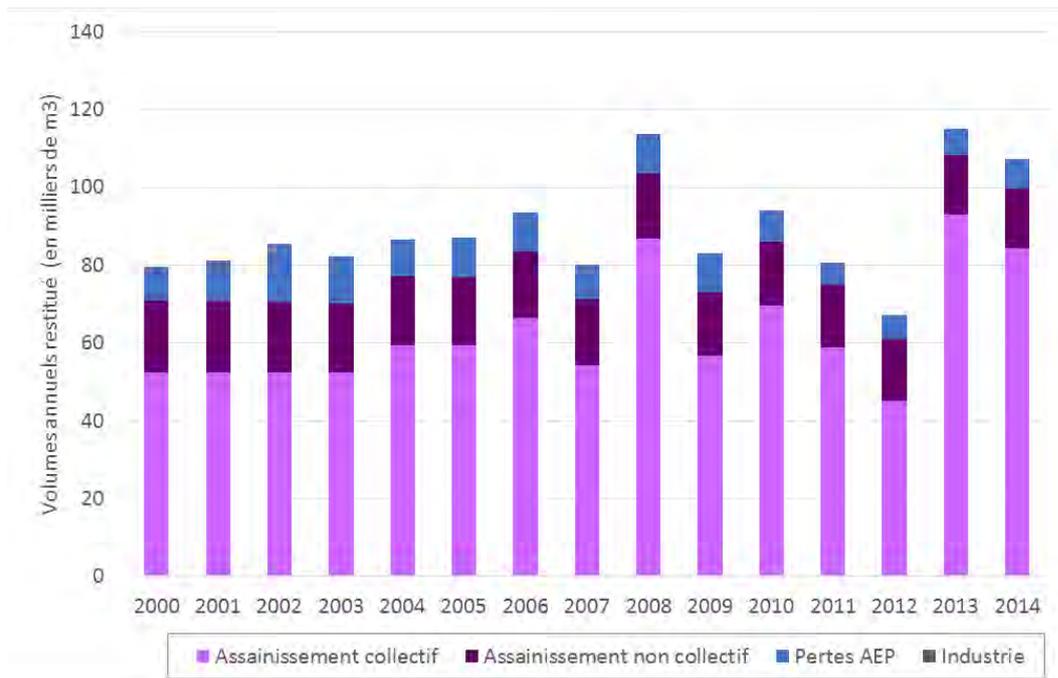


Figure 5-26 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion des Deux Fonds

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

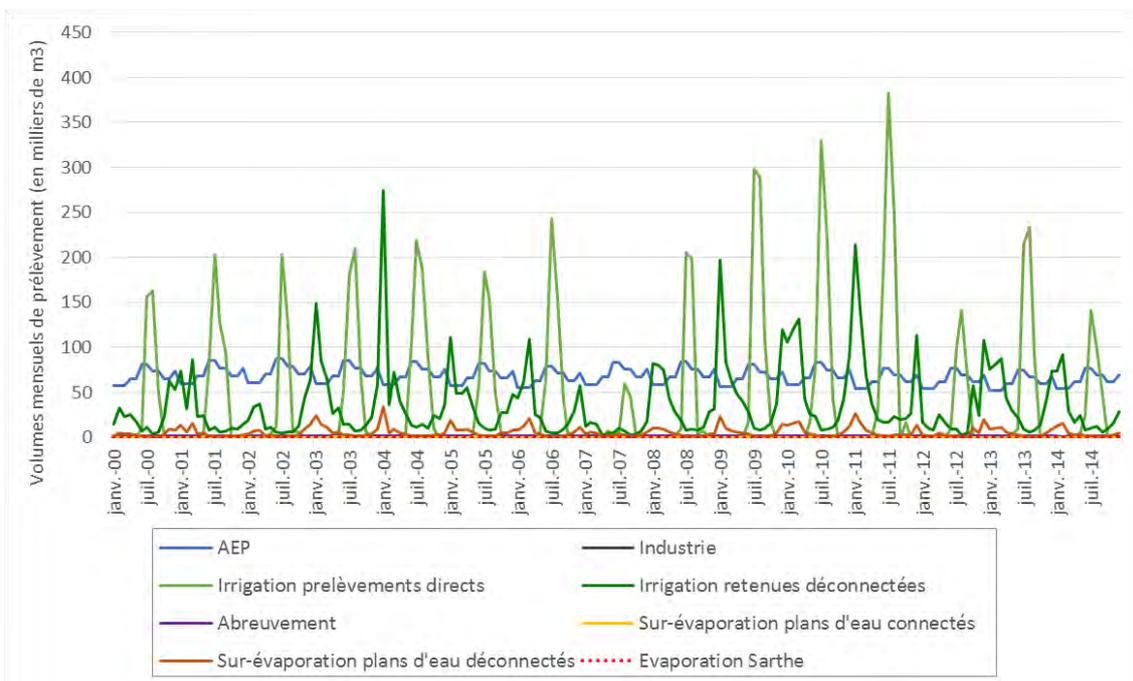


Figure 5-27 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion des Deux Fonds

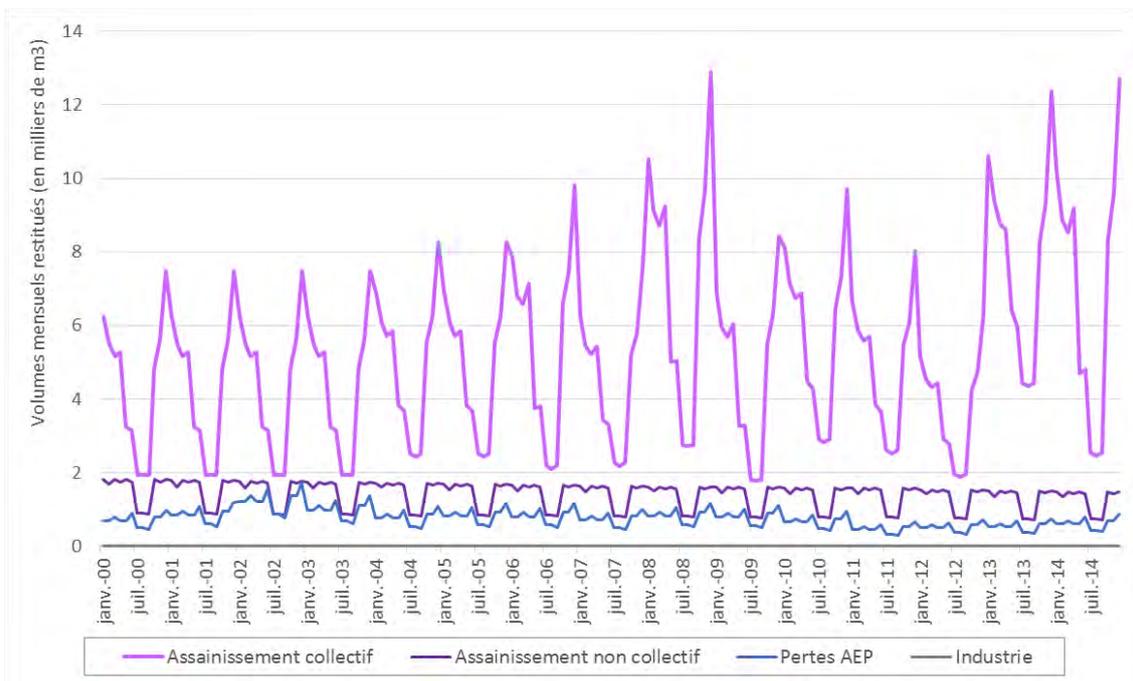


Figure 5-28 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion des Deux Fonds



## 5.8 Unité de gestion de la Vègre

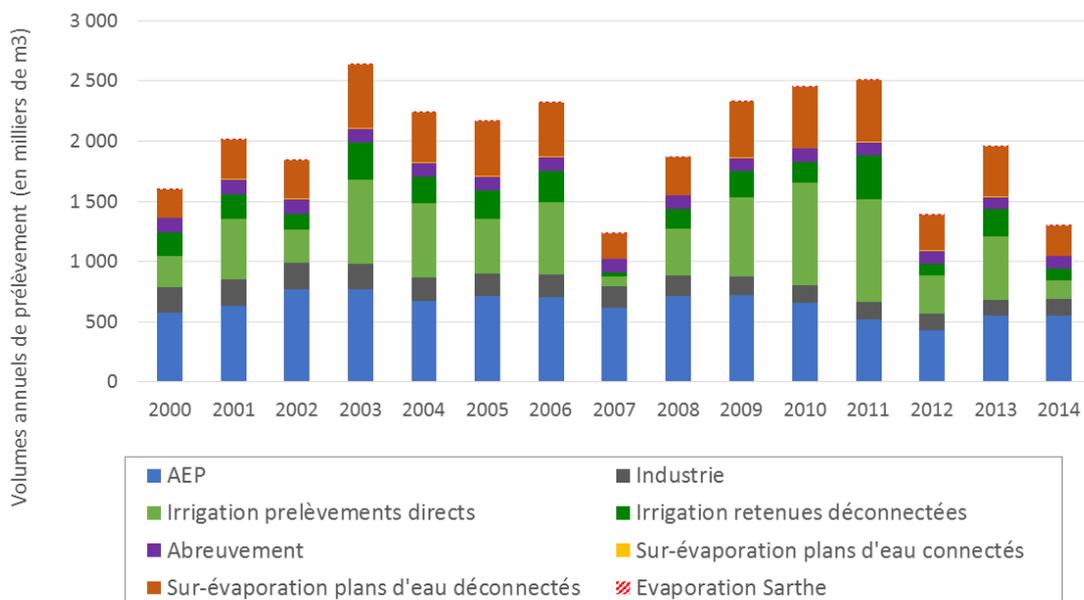


Figure 5-29 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Vègre

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

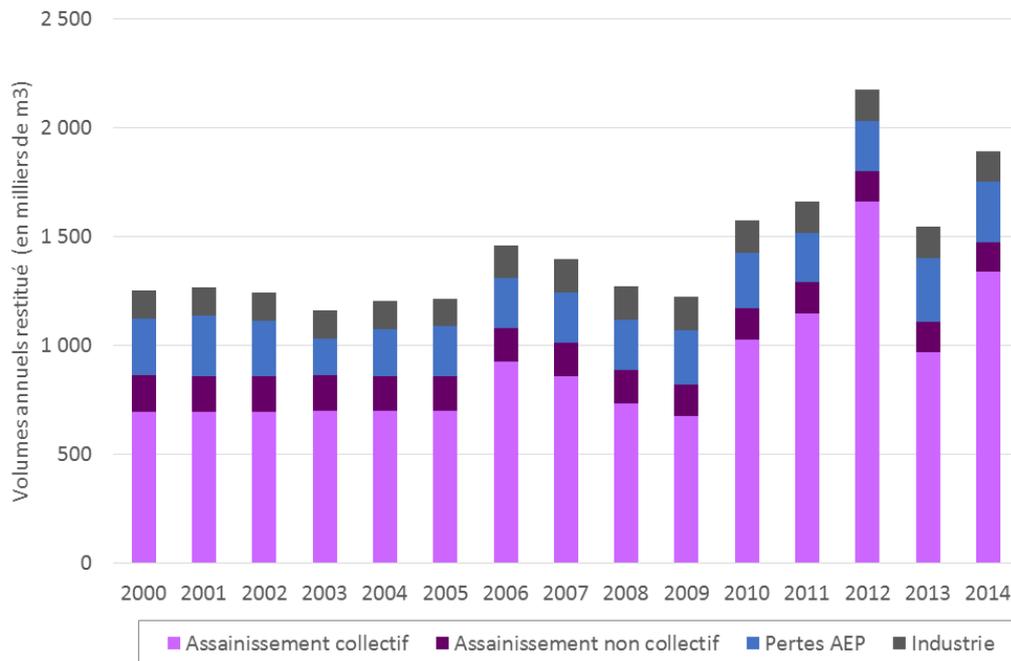


Figure 5-30 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Vègre

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

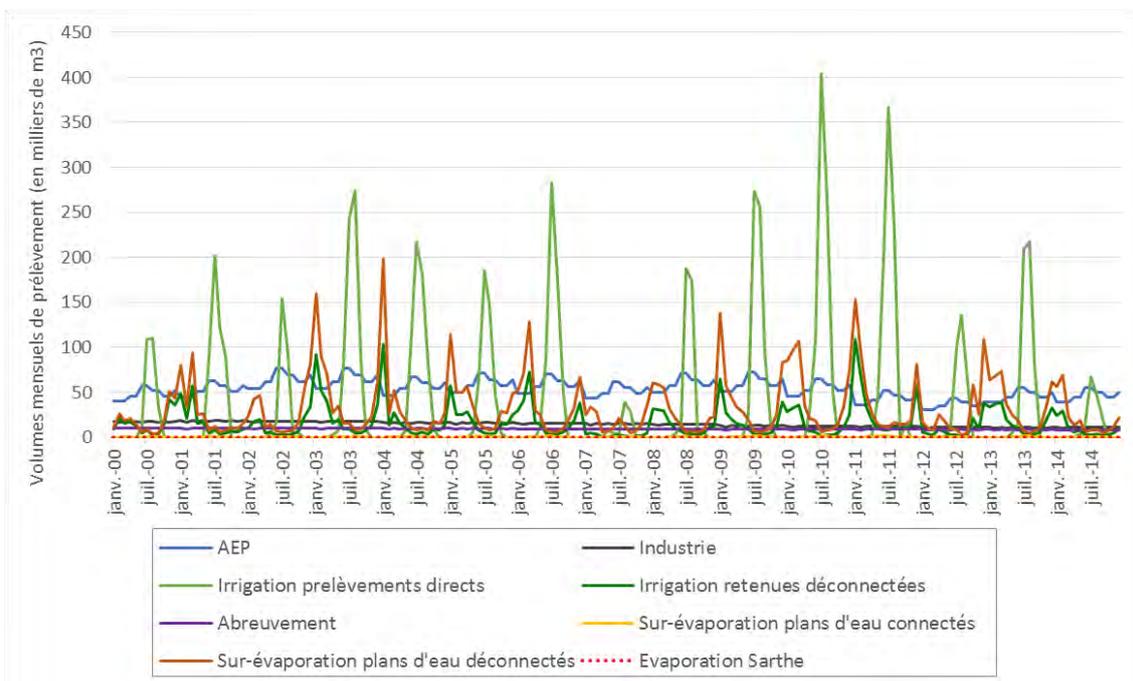


Figure 5-31 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Vègre

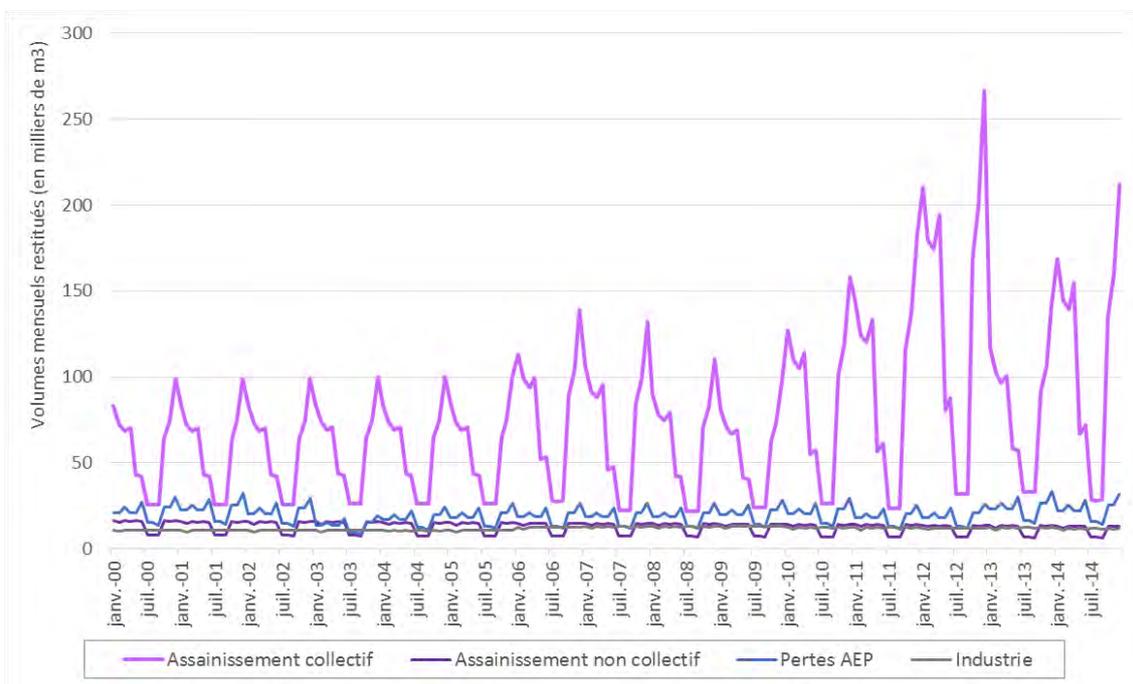


Figure 5-32 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Vègre



## 5.9 Unité de gestion de l'Erve

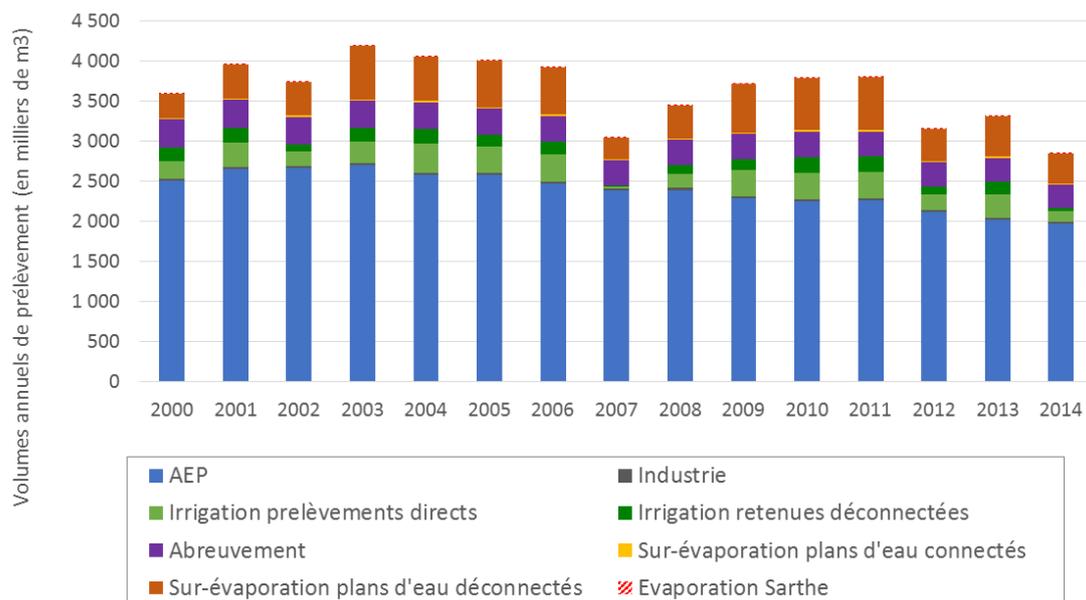


Figure 5-33 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de l'Erve

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

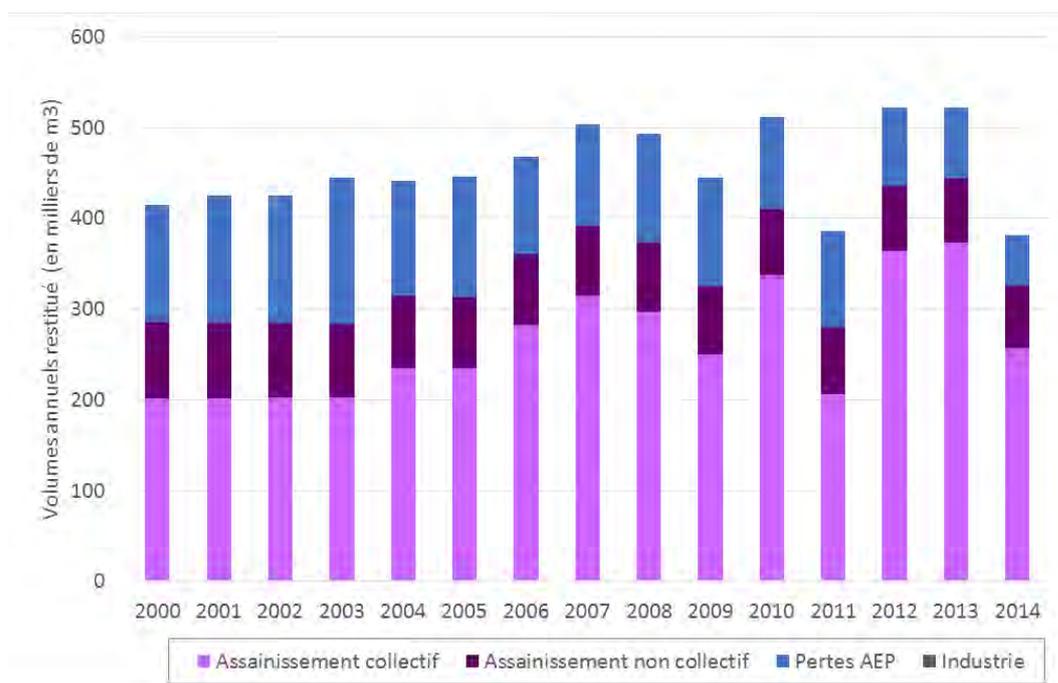


Figure 5-34 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de l'Erve

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

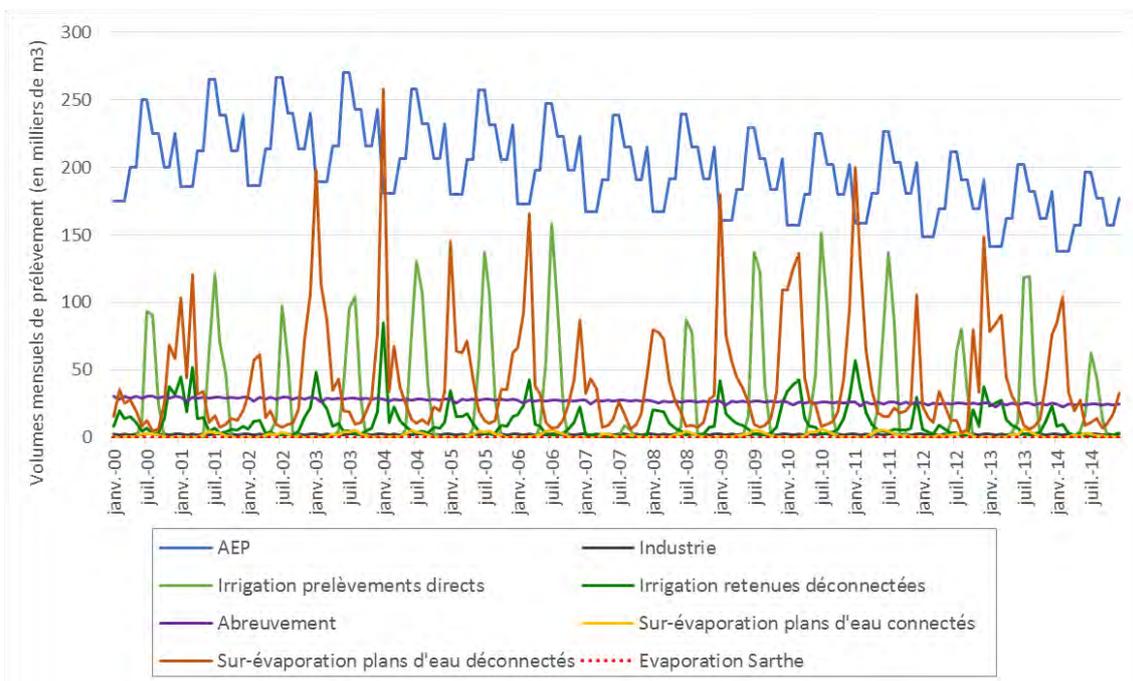


Figure 5-35 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de l'Erve

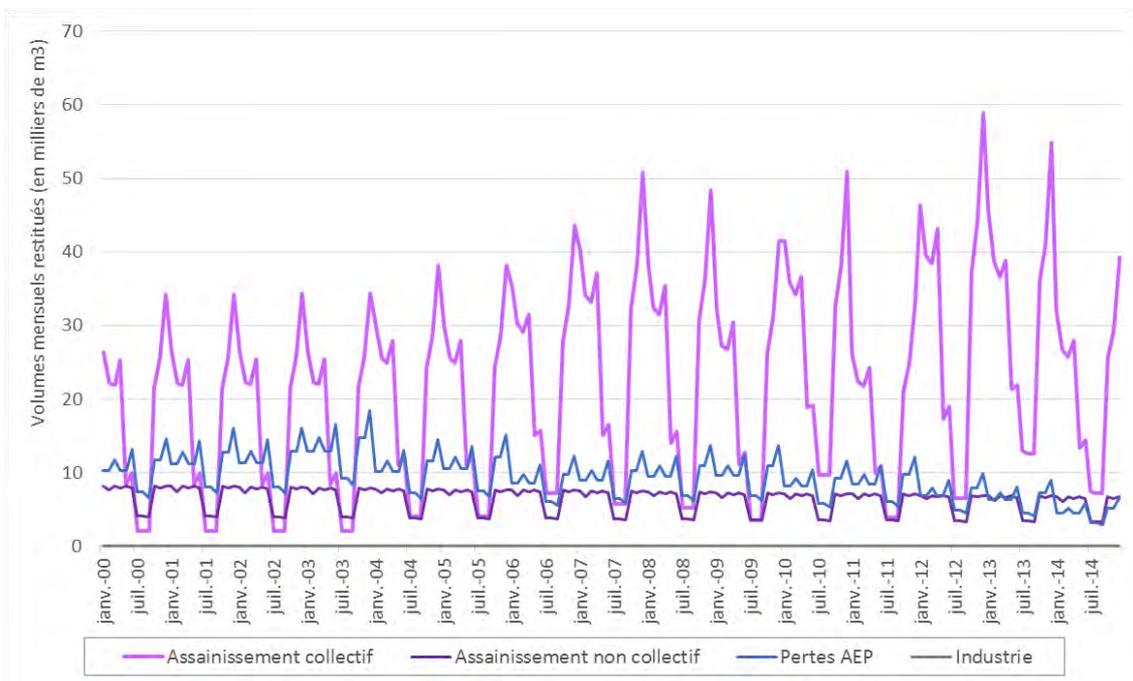


Figure 5-36 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de l'Erve



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.10 Unité de gestion du Treulon

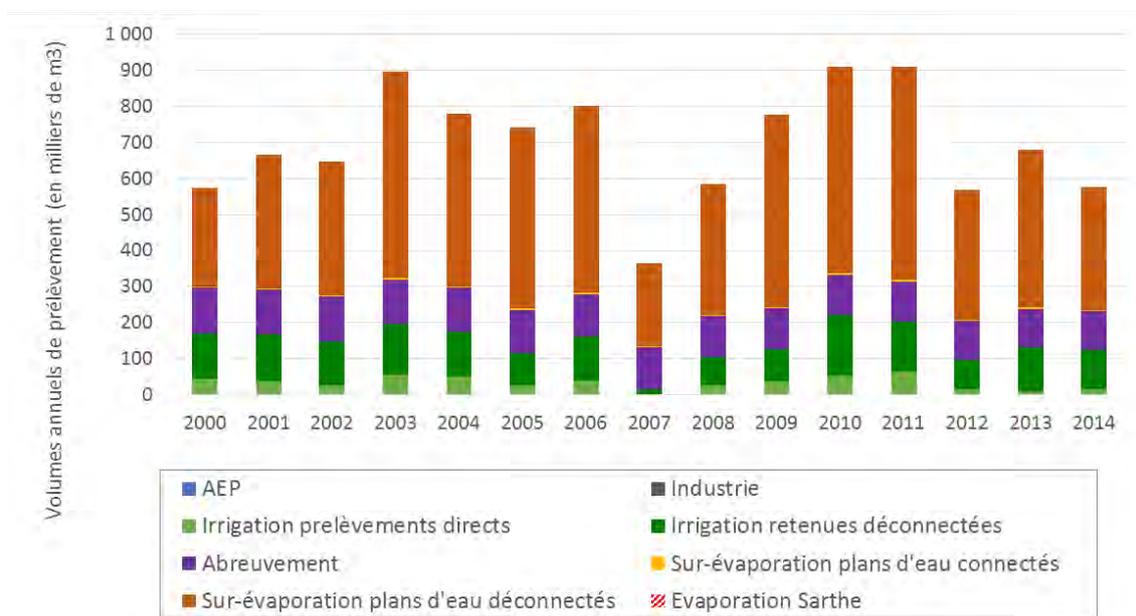


Figure 5-37 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion du Treulon

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

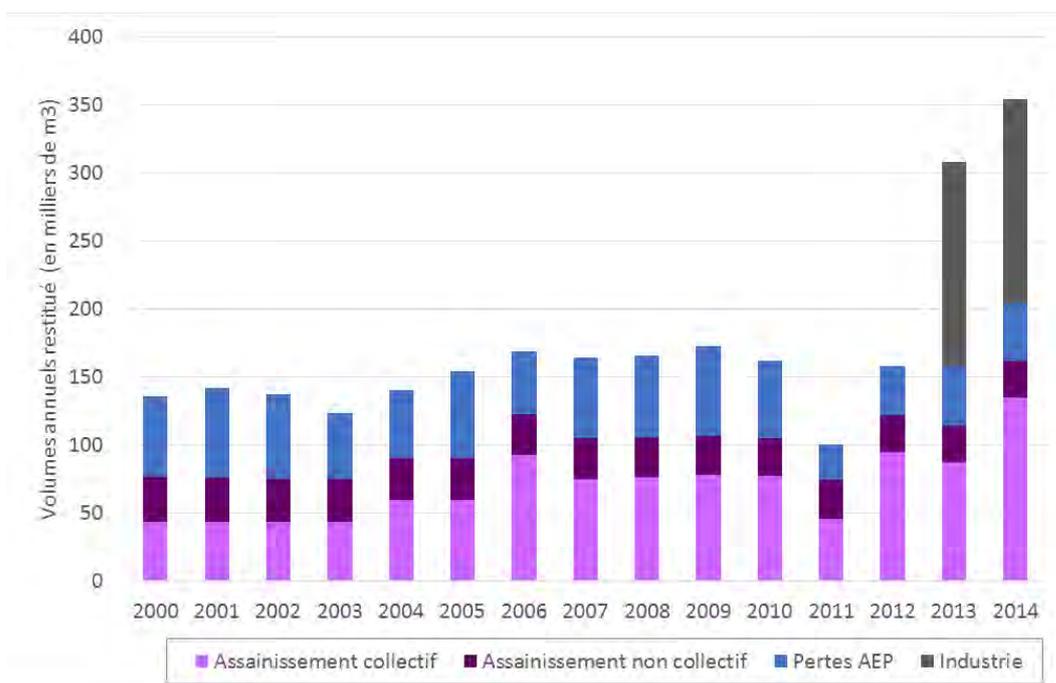


Figure 5-38 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion du Treulon

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

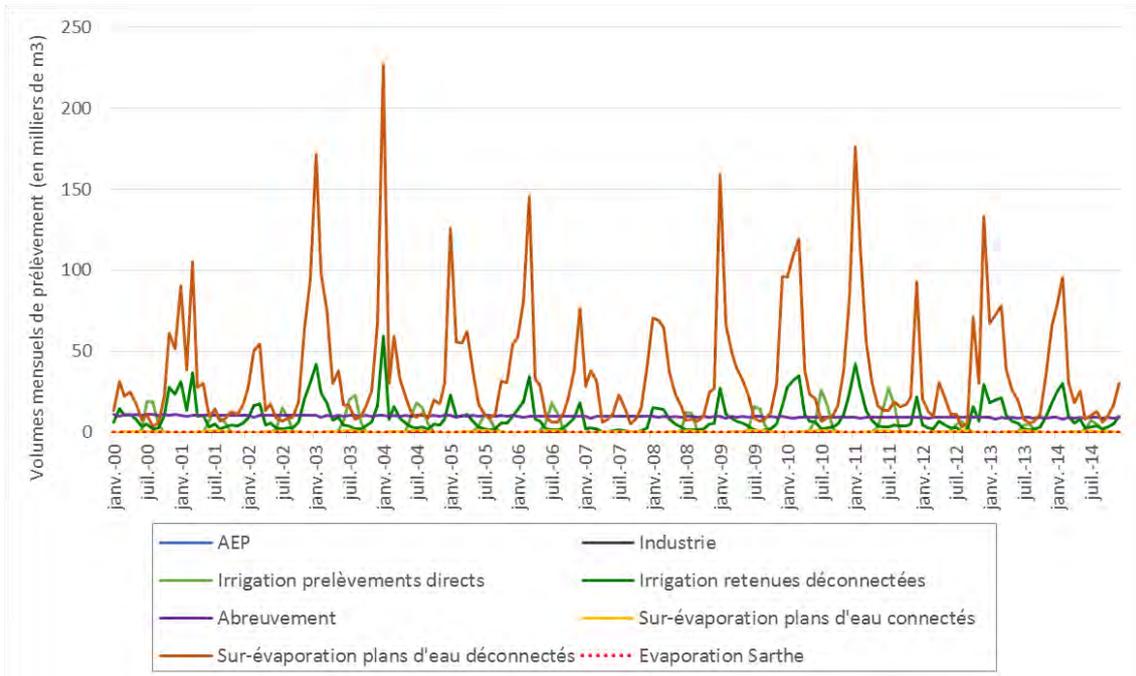


Figure 5-39 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion du Treulon

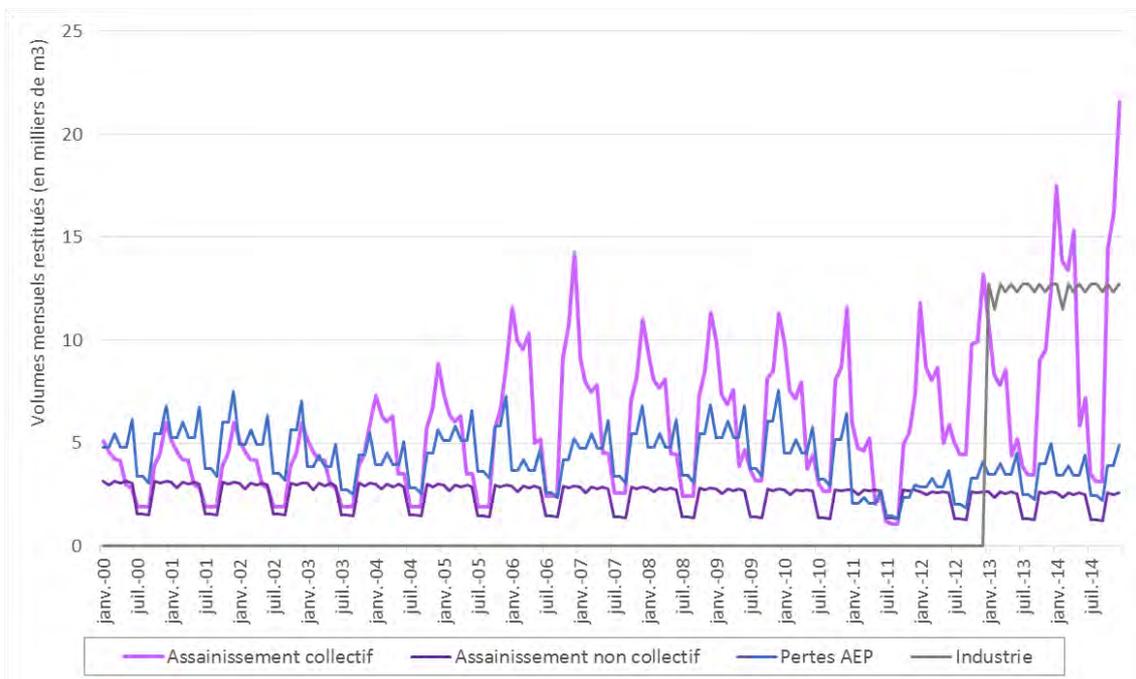


Figure 5-40 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion du Treulon



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.11 Unité de gestion de la Vaige

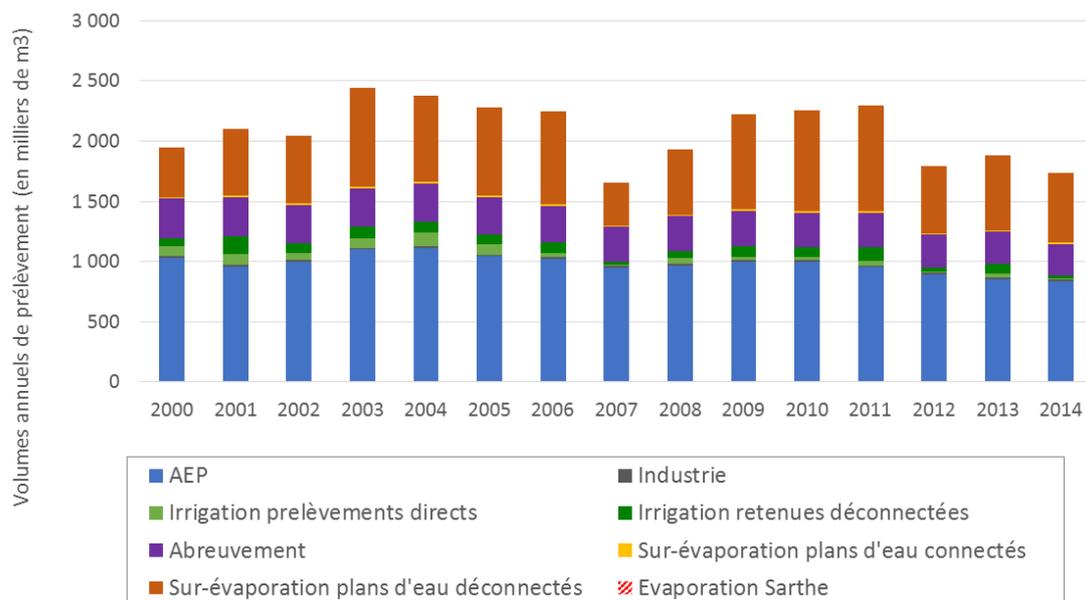


Figure 5-41 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Vaige

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

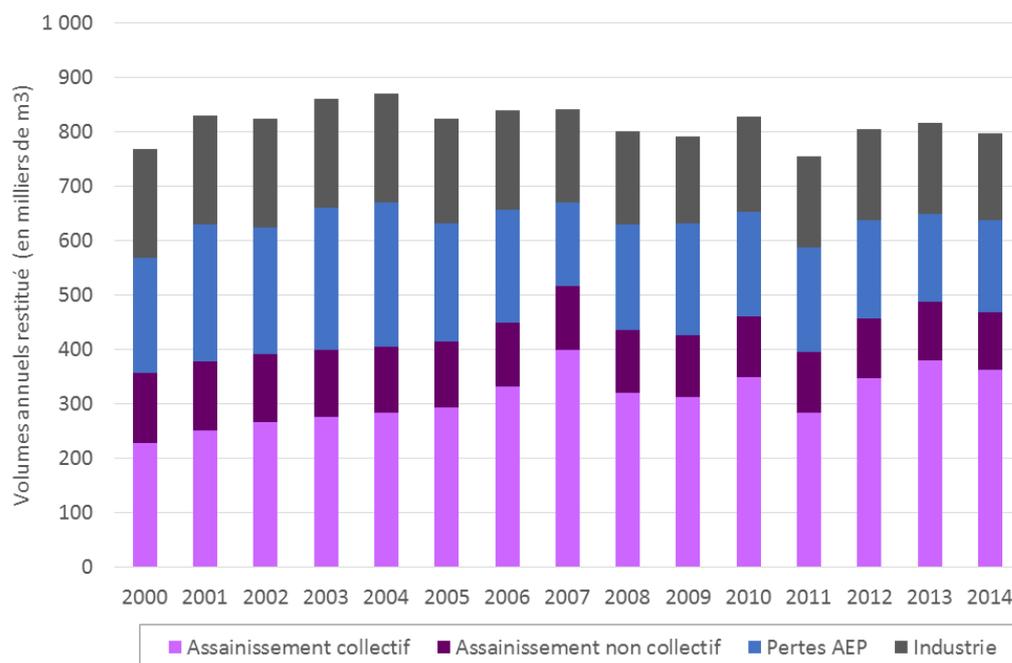


Figure 5-42 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Vaige

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

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



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

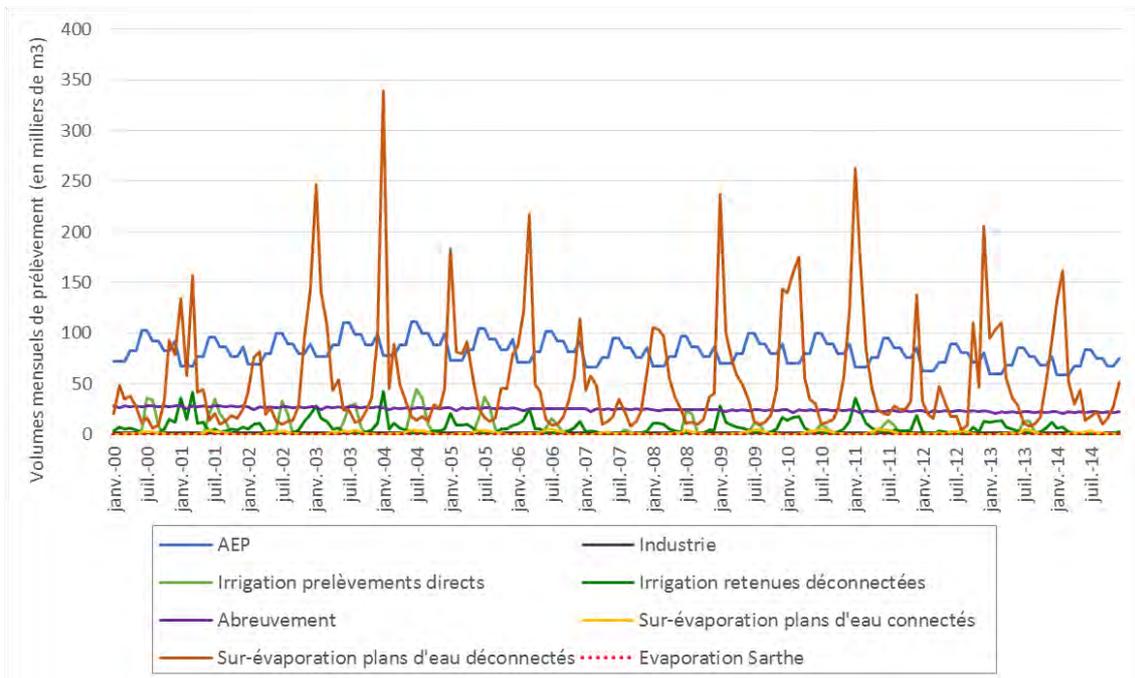


Figure 5-43 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Vaige

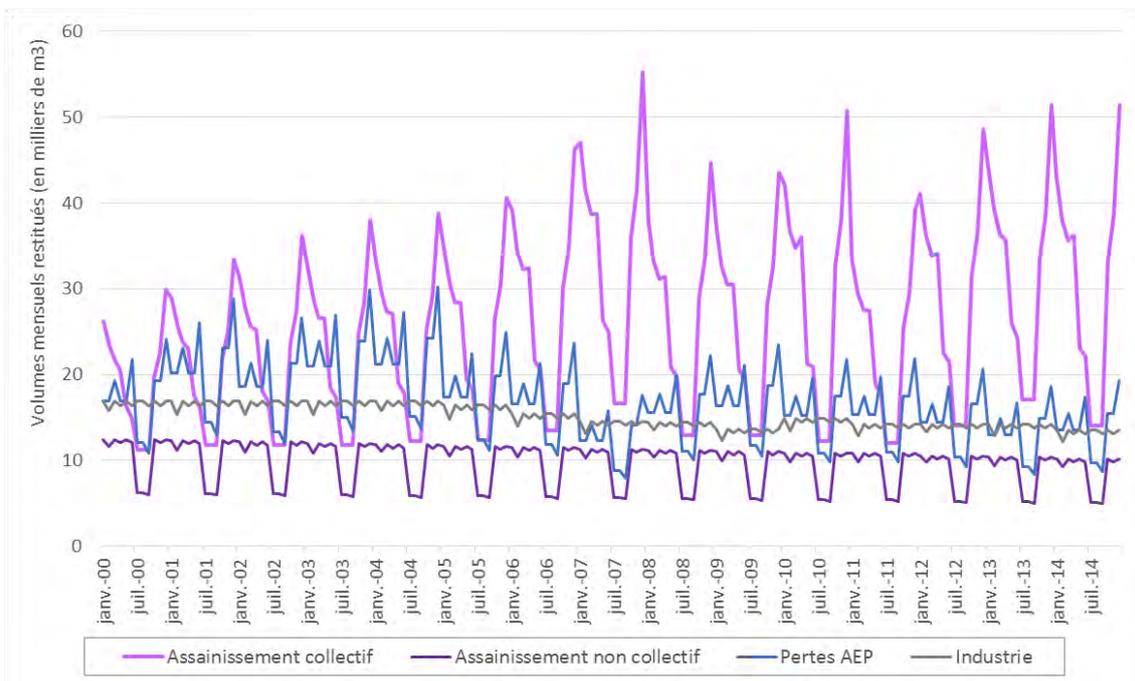


Figure 5-44 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Vaige



## 5.12 Unité de gestion de la Taude

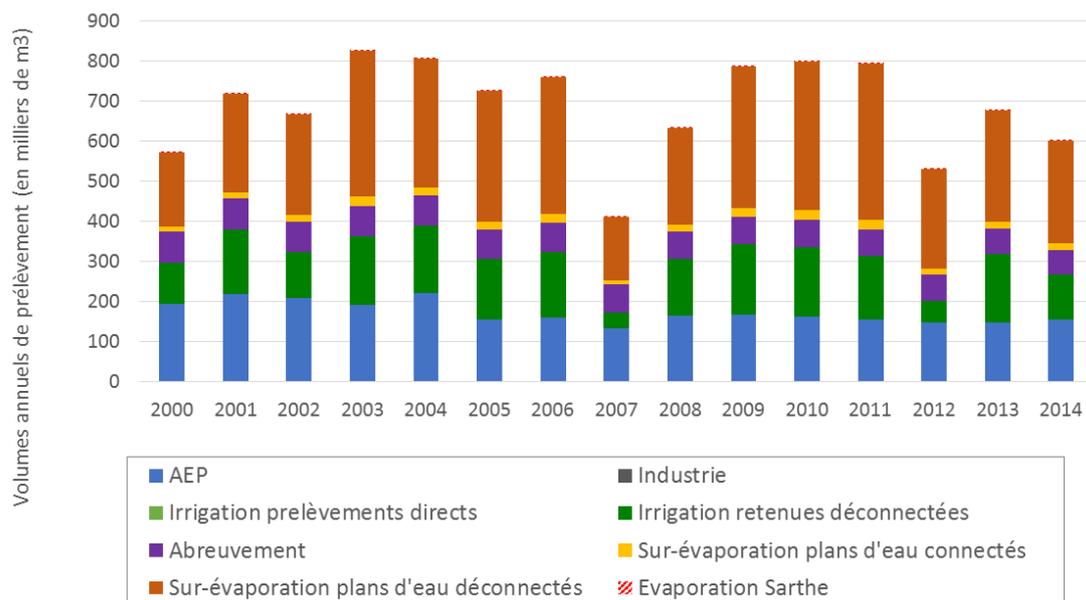


Figure 5-45 : Chronique des prélèvements annuels l'unité de gestion de la Taude

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

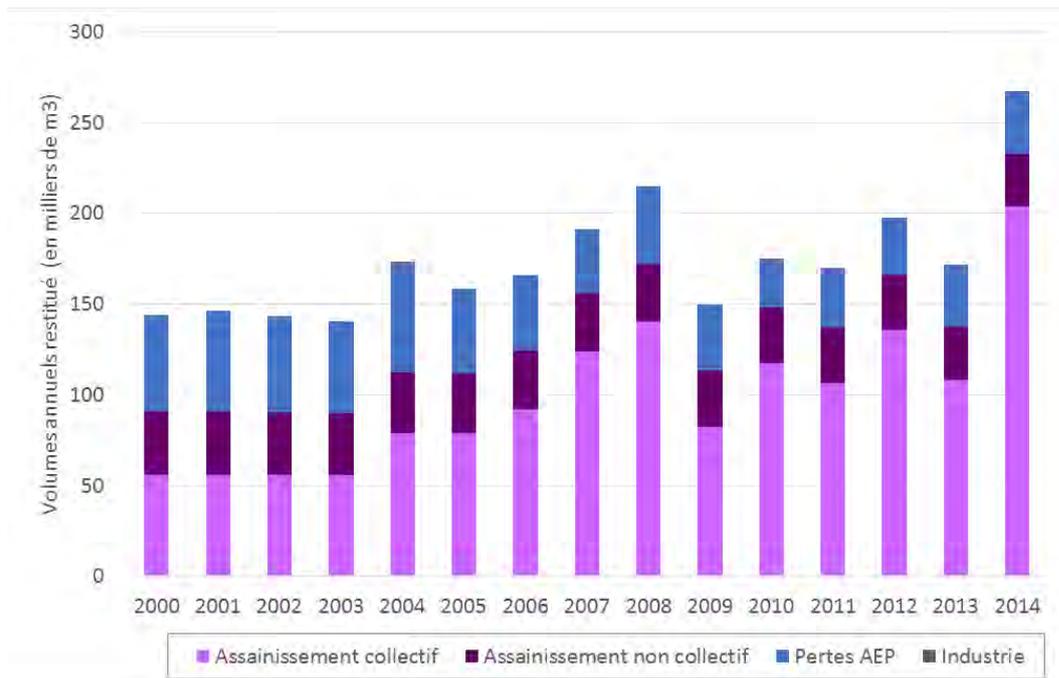


Figure 5-46 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Taude

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

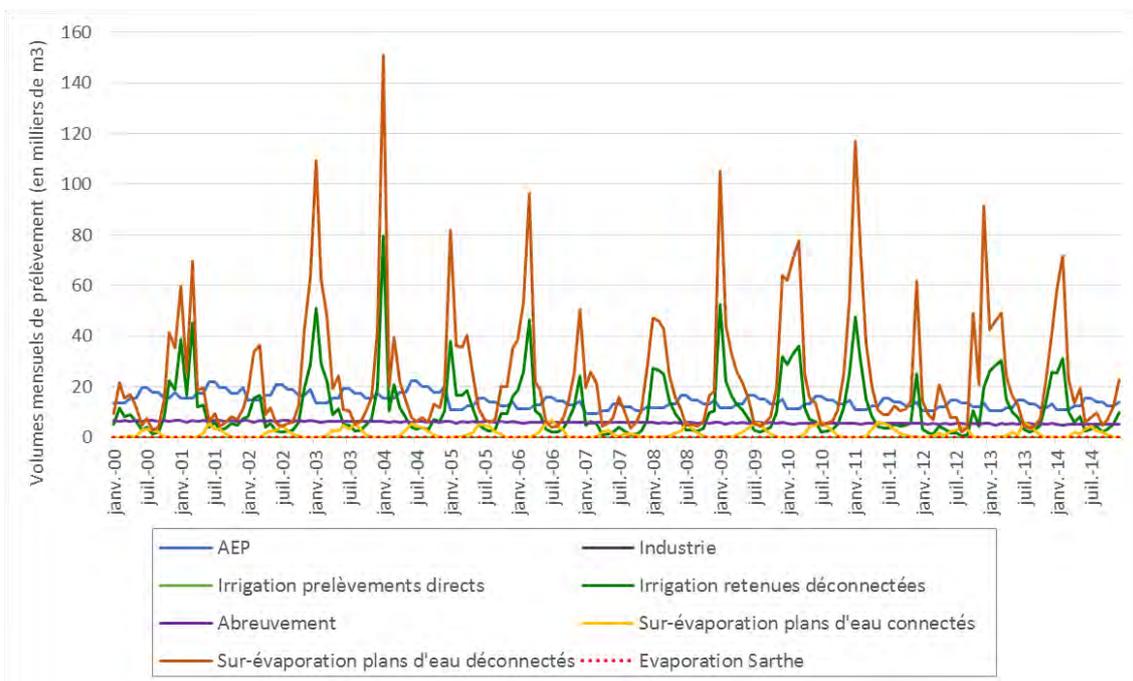


Figure 5-47 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Taude

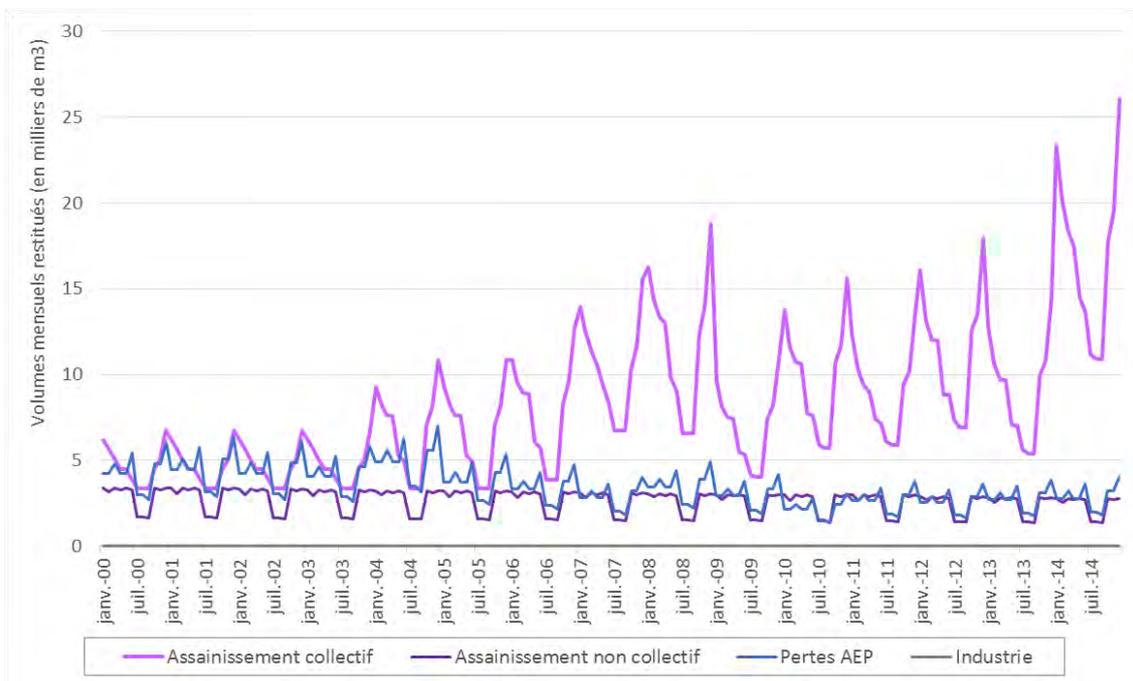


Figure 5-48 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Taude



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.13 Unité de gestion de la Voutonne

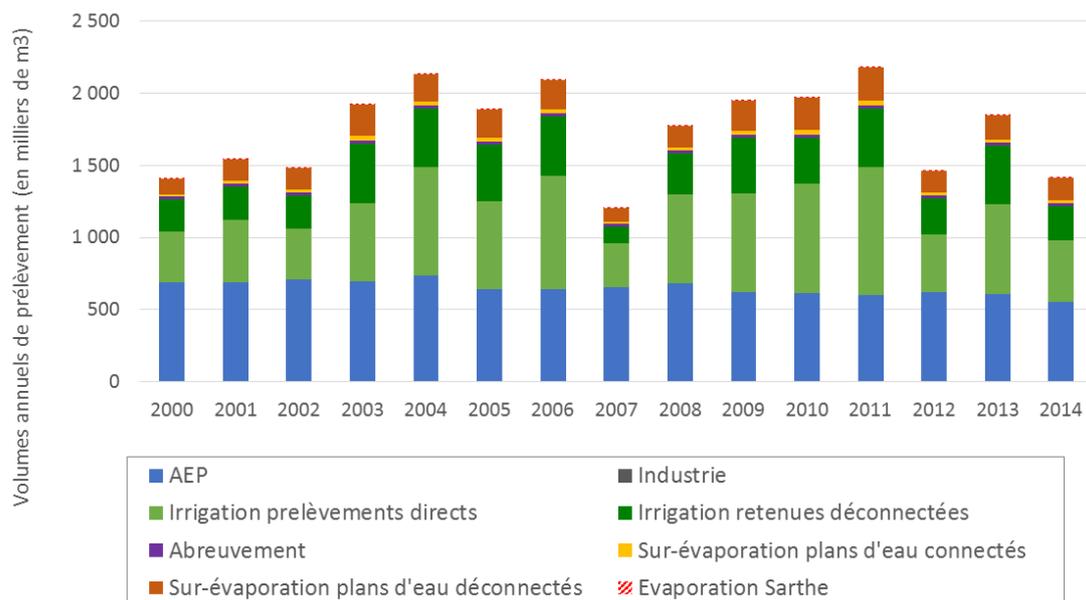


Figure 5-49 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Voutonne

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

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



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

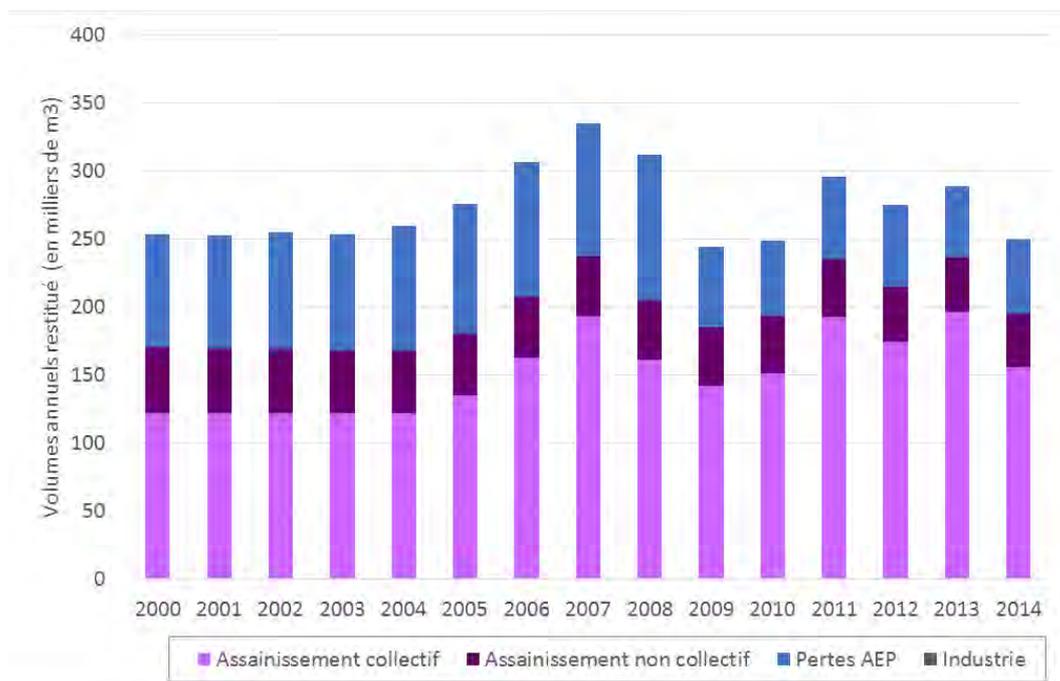


Figure 5-50 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Voutonne

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

- Assainissement collectif : 63%
- Assainissement non collectif : 16%
- Pertes AEP : 21%
- Industrie : 0%



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

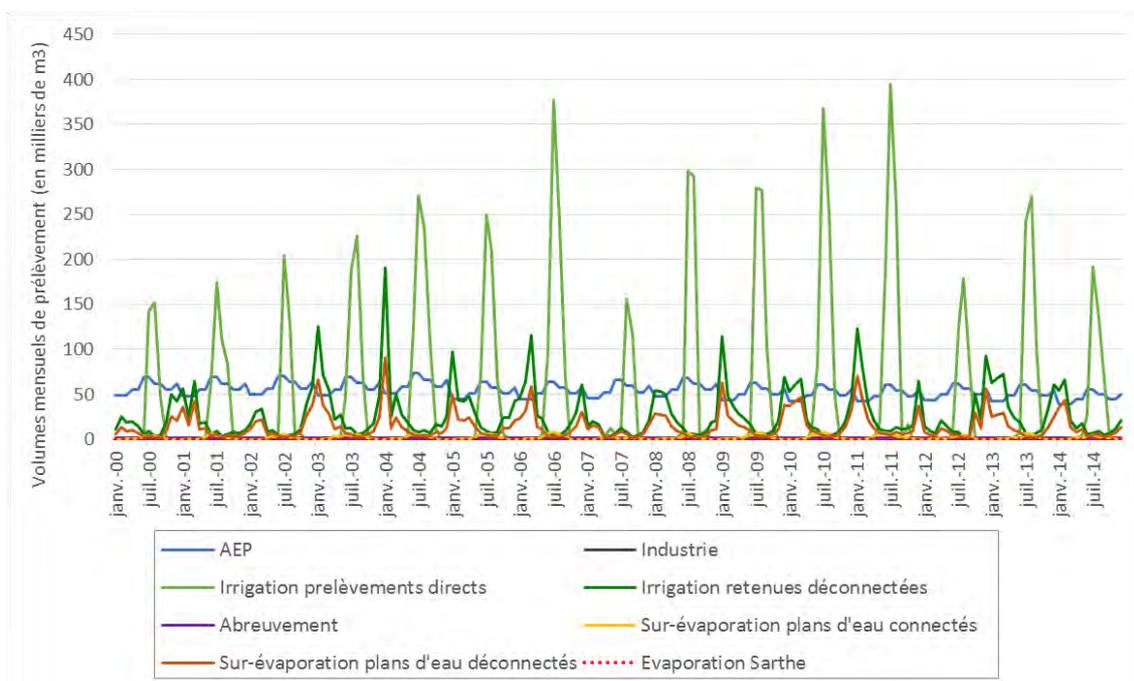


Figure 5-51 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Voutonne

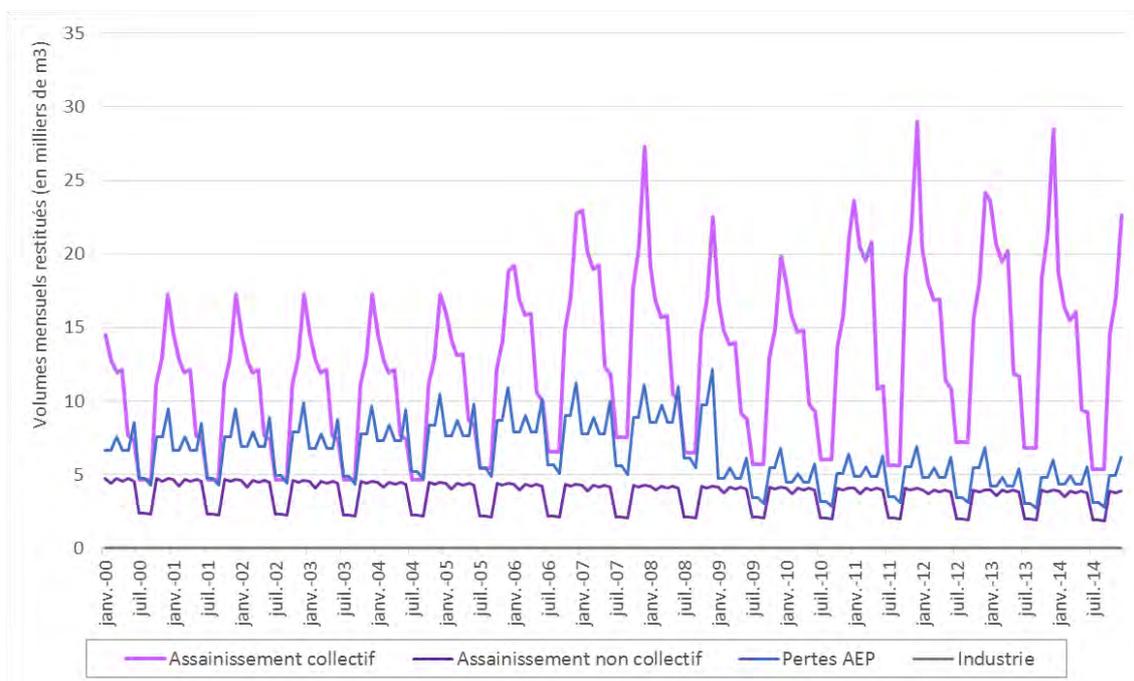


Figure 5-52 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Voutonne



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 5.14 Unité de gestion de la Baraize

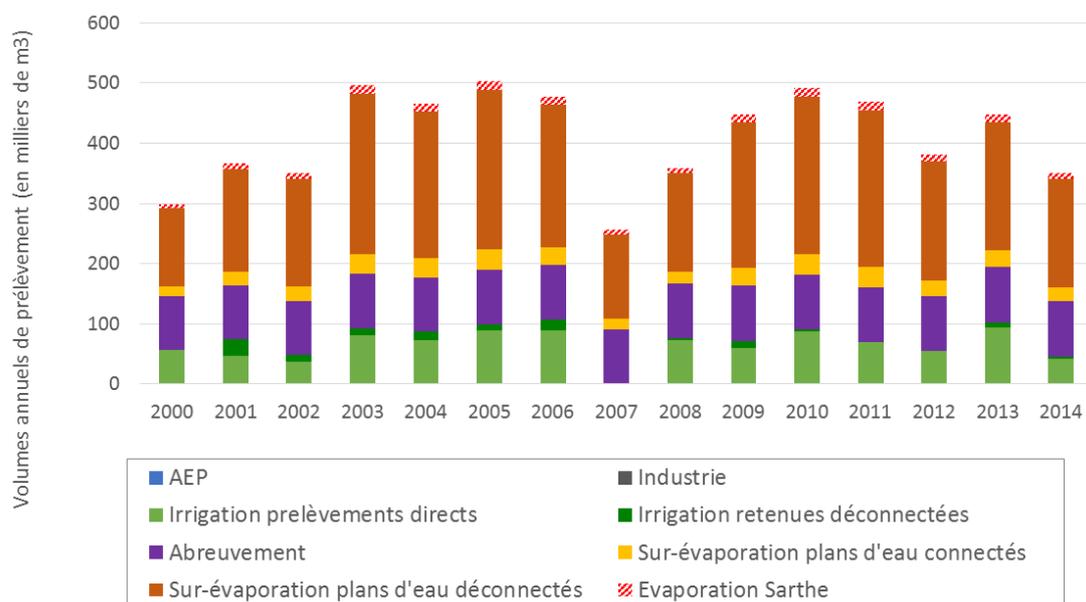


Figure 5-53 : Chronique des prélèvements annuels sur l'unité de gestion de la Baraize

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

- AEP : 0%
- Industrie : 0%
- Irrigation par prélèvements directs et retenues connectées : 12%
- Irrigation par retenues déconnectées : 1%
- Abreuvement : 26%
- Sur-évaporation des plans d'eau connectés : 7%
- Sur-évaporation des plans d'eau déconnectés : 51%
- Evaporation de la Sarthe : 3%



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

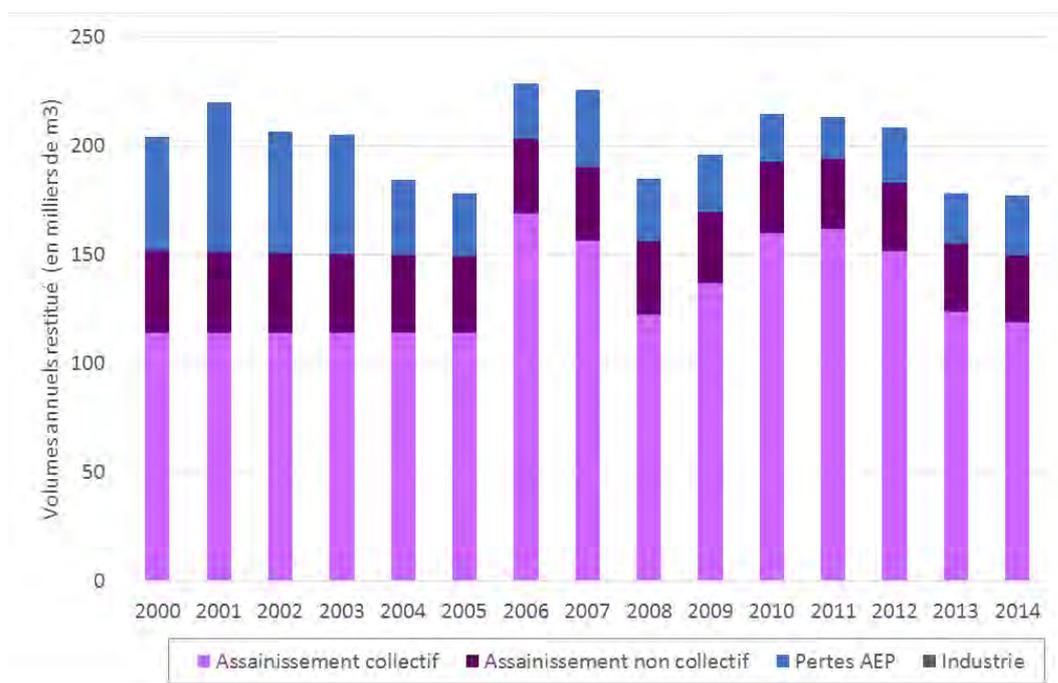


Figure 5-54 : Chronique des volumes annuels restitués sur l'unité de gestion de la Baraize

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

- Assainissement collectif : 67%
- Assainissement non collectif : 17%
- Pertes AEP : 15%
- Industrie : 0%



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

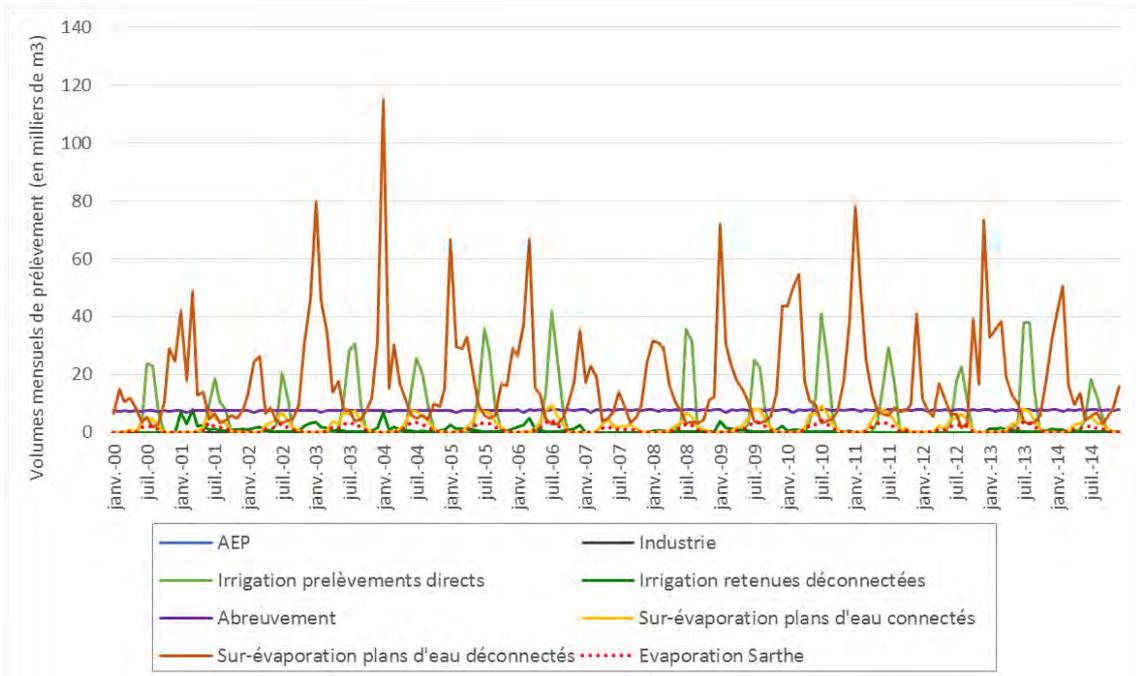


Figure 5-55 : Chronique des prélèvements mensuels sur l'unité de gestion de la Baraize

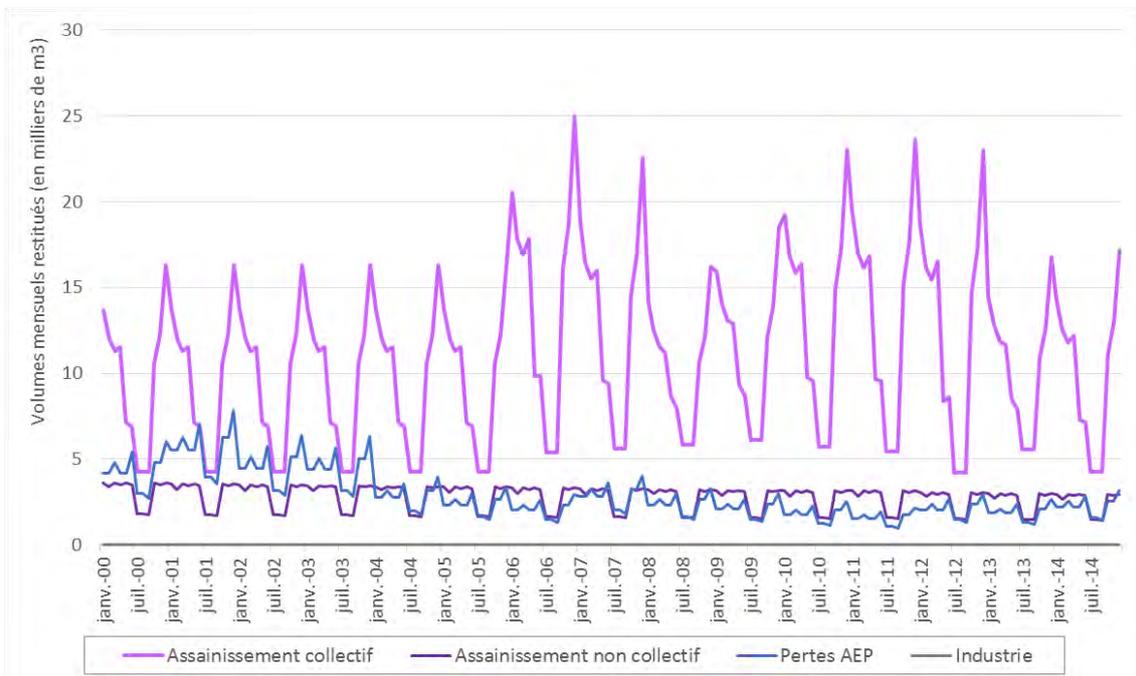


Figure 5-56 : Chronique des restitutions mensuelles sur l'unité de gestion de la Baraize



### 5.15 Bilan sur les unités de gestion

Le tableau suivant présente le volume spécifique prélevé sur chaque unité de gestion c'est-à-dire le volume prélevé rapporté à la surface de l'unité de gestion.

A la vue des résultats, les unités de gestion sur lesquelles la pression de prélèvements est la plus importante sont la Sarthe amont et la Sarthe médian suivies par l'Erve et la Voutonne.

A l'inverse, les unités de gestion qui semblent le moins sollicitées sont la Baraize, l'Orne Champenoise, le Treulon et la Vègre.



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

**Tableau 5-1 : Prélèvements spécifiques annuels par unité de gestion sur le bassin versant de la Sarthe aval (l/s/km<sup>2</sup>)**

Sous unité	Surface de l'unité de gestion en km <sup>2</sup>	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sarthe amont	358	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	0.9	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	0.8
Sarthe médian	287	1.0	1.0	1.0	1.3	1.2	1.2	1.2	0.7	0.9	1.2	1.2	1.2	0.9	1.0	0.8
Sarthe aval	294	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
Orne Champenoise	81	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1
Gée	119	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
Vezeanne	129	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3
Deux Fonds	79	0.6	0.7	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7	0.4	0.7	0.9	0.9	1.0	0.6	0.7	0.6
Vègre	415	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
Erve	152	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3
Treulon	251	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
Vaige	83	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
Taude	119	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
Voutonne	90	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4
Baraize	268	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1
<b>Total</b>	<b>2727</b>	<b>4.9</b>	<b>5.5</b>	<b>5.1</b>	<b>6.6</b>	<b>6.5</b>	<b>6.5</b>	<b>6.3</b>	<b>3.9</b>	<b>5.3</b>	<b>6.5</b>	<b>6.6</b>	<b>7.0</b>	<b>5.0</b>	<b>5.8</b>	<b>4.5</b>



## RECONSTITUTION DE L'HYDROLOGIE DÉSINFLUENCÉE

### 6.1 Objectif et principes

L'objectif de la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée est de pouvoir disposer des débits désinfluencés des prélèvements et rejets au droit de différents points de référence du bassin versant de la Sarthe aval. Une telle reconstitution permet d'estimer le régime hydrologique du bassin versant en l'absence d'action anthropique sur les milieux aquatiques de surface et souterrain. Ces données serviront par la suite de base à la détermination des Débits / niveaux d'Objectif et des volumes prélevables prévue dans les prochaines phases de l'étude.

La reconstitution de l'hydrologie désinfluencée permet de disposer, à chaque exutoire des sous unités considérées :

- D'une série temporelle de débits désinfluencés des prélèvements et rejets liés à l'activité humaine sur la période 2000-2014.
- Des débits caractéristiques des cours d'eau : module (débit moyen interannuel) et QMNA5 (débit moyen mensuel minimum sur l'année de période de retour 5 ans sec) sur la période 2000-2014.

L'hydrologie désinfluencée est basée sur la reconstitution des séries temporelles de débits par une modélisation pluie/débit intégrant les interactions avec les eaux souterraines.

L'utilisation de la modélisation pour la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée repose sur les étapes suivantes :

- **Étape 1** : Construction des modèles hydrologiques pour chaque sous-bassin versant en intégrant leur superficie, les données de pluviométrie et d'évapotranspiration et les prélèvements et rejets.
- **Étape 2** : Calage des paramètres des modèles hydrologiques et de nappe.
- **Étape 3** : Une fois les modèles calés de manière satisfaisante, nouvelle simulation du cycle hydrologique sur la période 2000-2014 sur les unités de gestion étudiées, en ne considérant plus les prélèvements et rejets.
- **Étape 4** : Comparaison des séries temporelles et des valeurs caractéristiques issues des simulations avec et sans intégration des prélèvements et rejets.



### 6.2 Méthodologie générale déployée

#### 6.2.1 Présentation du logiciel de modélisation : Mike Hydro Basin

Développé par DHI (Danish Hydraulic Institute), MIKE Hydro Basin est un outil d'aide à la décision dédié à la gestion de la ressource en eau. Il permet, à l'échelle d'un bassin versant, d'optimiser l'utilisation de la ressource eau en fonction des demandes et des contraintes techniques, économiques, sociales et politiques.

MIKE Hydro Basin est basé sur une représentation mathématique du bassin versant défini par son réseau hydrographique, son régime hydrologique et les aménagements régulant les stocks et les flux d'eau. Le concept mathématique de MIKE BASIN consiste à définir une solution stationnaire à chaque pas de temps.

MIKE Hydro Basin représente sous la forme de branches et de nœuds toutes les caractéristiques de la distribution de la ressource en eau : réseau hydrographique, sous bassins versants, usagers, barrages, centrales hydroélectriques et canaux d'amenée. Il permet de décrire les demandes multisectorielles (usage domestique, industrie, agriculture, production d'électricité, navigation, environnement...) ainsi que des règles de priorité entre chacune de ces utilisations.

#### ➤ La modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique sur le bassin versant de la Sarthe aval a été réalisée avec le modèle hydrologique NAM, module du code de calcul MIKE11, développé par DHI.

NAM est un modèle conceptuel du volet terrestre du cycle hydrologique. Il permet de simuler les processus pluie-ruisellement à l'échelle d'un bassin versant. NAM est un modèle du type conceptuel, déterministe, exigeant peu de données en entrée.

NAM simule le processus pluie-débit pour les bassins versants. Il fonctionne en tenant compte simultanément du niveau d'eau de quatre différents réservoirs interconnectés qui caractérisent les éléments du bassin versant :

- la surface du sol
- la zone racinaire
- un premier niveau de réservoir d'eaux souterraines
- un deuxième niveau de réservoir d'eaux souterraines

La figure suivante présente de manière conceptuelle les processus hydrologiques intégrés au module NAM de MIKE11.



# RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

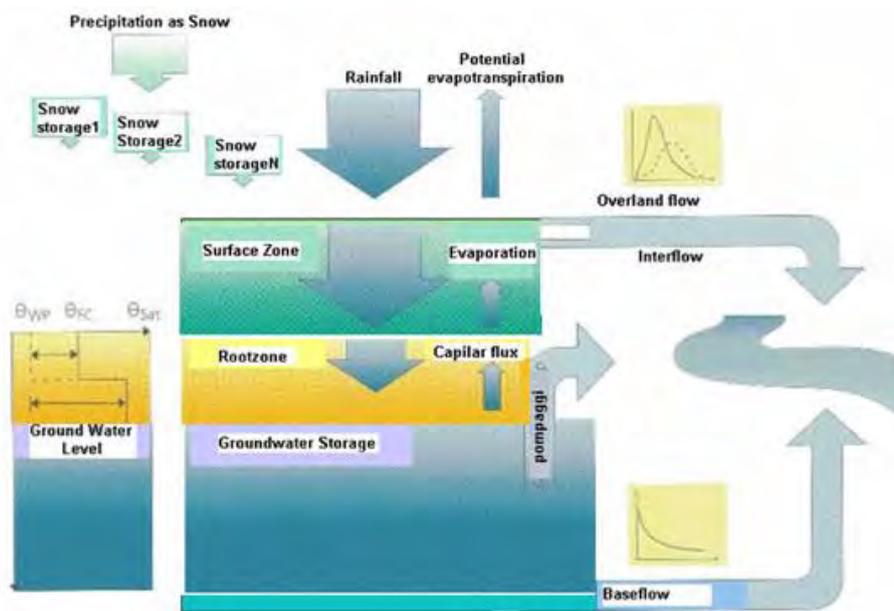


Figure 5-57 : Schéma conceptuel des processus hydrologiques modélisés dans NAM

## ➤ La prise en compte des nappes souterraines

MIKE Hydro Basin permet de prendre en compte les interactions avec les eaux souterraines. La modélisation de la nappe est basée sur un calcul simple (type réservoir linéaire). Il est alors possible de définir l'infiltration depuis les cours d'eau, la recharge, le débit de base ainsi que les modes de prélèvements directs dans la nappe.

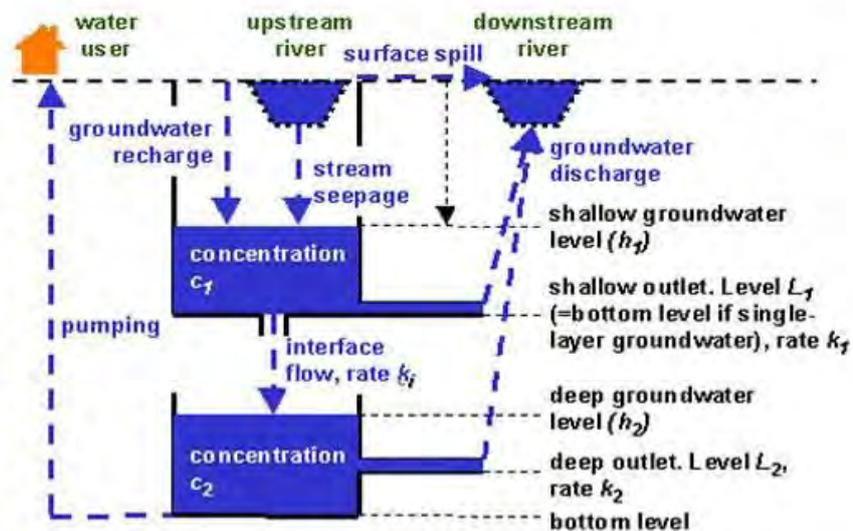


Figure 5-58 : Schéma conceptuel de la prise en compte des interactions avec la nappe dans Mike Basin



## 6.2.2 Rappel des données d'entrée

Le modèle déployé pour quantifier le potentiel naturel du bassin versant de la Sarthe aval requiert comme données d'entrée :

- **Les unités de gestion** identifiées au cours de l'étude. Pour rappel, 14 unités ont été retenues sur le territoire de la Sarthe aval,
- **Les données climatiques**, à savoir les chroniques pluviométriques et l'évapotranspiration potentielle mesurées sur la période 2000-2014. Les cumuls pluviométriques journaliers ont été collectés aux stations Météo-France de Tennié, Sablé-sur-Sarthe et Châteauneuf-sur-Sarthe. Les données d'ETP Penman au pas de temps décadaire ont été collectées à la station du Mans.
- **Les chroniques de prélèvements / rejets** reconstituées sur la période 2000-2014. Le modèle permet de différencier les prélèvements effectués dans les masses d'eau superficielles de ceux réalisés dans les masses d'eau souterraines.

## 6.3 Calage du modèle hydrologique

### 6.3.1 Principe du calage

Le calage des modèles hydrologiques s'est focalisé sur la période 2000-2014, mais les simulations ont été réalisées sur 1999-2014, le modèle nécessitant une période initiale pour converger.

Les unités de gestion disposant d'une station hydrométrique et/ou d'un piézomètre de référence ont été calées de façon itérative afin de maximiser la vraisemblance entre les débits mesurés et simulés ainsi que le comportement de la nappe.

Pour les unités ne disposant pas de stations de référence, les paramètres de calage ont été ajustés de façon à simuler correctement leur fonctionnement hydrologique/hydrogéologique en fonction de celles calées.

Ainsi, le calage tente de valoriser au mieux les éléments suivants :

- La meilleure reproduction par le modèle de la forme de la chronique des débits **mensuels** mesurés sur la période 2000-2014.  
La mesure de la qualité du calage du modèle s'est faite en utilisant le critère de Nash (E), en mesurant la vraisemblance des chroniques. Ce critère adimensionnel a été proposé par Nash et Sutcliffe (1970). Si  $E = 100\%$ , l'ajustement est parfait, par contre si  $E < 0$ , le débit calculé par le modèle est une plus mauvaise estimation que le simple débit moyen.
- La meilleure reproduction des **valeurs caractéristiques d'étiage** notamment les QMNA et le QMNA5 sur la période avril à septembre. A noter que le modèle développé ci-après a tendance à « exagérer » les étiages au mois de septembre. Ainsi pour fiabiliser les valeurs obtenues et surtout le calcul des volumes prélevables, le mois de septembre a été exclu pour le calcul du QMNA5. Cet ajustement est sans préjudice sur la qualité du calage et sur l'exploitation du modèle ultérieur.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

- La meilleure reproduction du **régime moyen** notamment le module interannuel.
- La meilleure reproduction du comportement des aquifères souterrains. Le modèle de nappe étant ici simplifié, il conviendra de vérifier la vraisemblance des évolutions du niveau de nappe entre les chroniques piézométriques et les sorties du modèle numérique.

### 6.3.2 Calage pour les écoulements superficiels

Les résultats du calage sont présentés ci-dessous pour les différentes unités de gestion disposant d'une station hydrométrique de référence.<sup>1</sup>

La description du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique des unités de gestion peut permettre de mettre en perspective ces résultats de calage. Le fonctionnement des unités de gestion a été discuté avec les techniciens de rivière du bassin versant lors de la réunion du 27 février 2017. Les principaux points clés du compte rendu sont également repris dans les paragraphes suivants.

---

<sup>1</sup> Les différences constatées pour les débits mesurés aux stations hydrométriques entre les versions successives du rapport s'expliquent par des erreurs dans les fichiers de calculs. En effet, les premiers calculs effectués ne couvraient pas l'ensemble de la période disponible. Les fichiers ont été corrigés et le rapport repris en conséquence.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.3.2.1 Unité Sarthe amont

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de la Sarthe à Spay et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 99%.

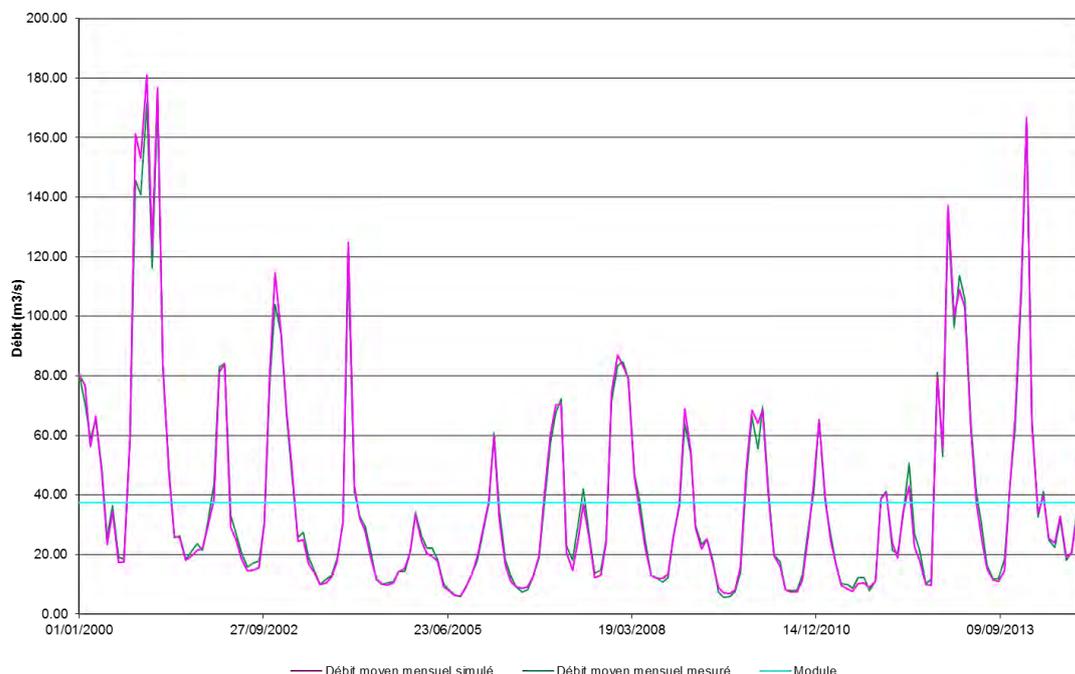


Figure 5-59 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Spay

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-2 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Spay et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	8.194	39.410
Débits mesurés (m3/s)	8.071	39.440
Différence (m3/s)	0.123	- 0.030
Différence (%)	1.5%	-0.1%

### 6.3.2.2 Unité Orne Champenoise

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Voivres-lès-le-Mans et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 70%.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

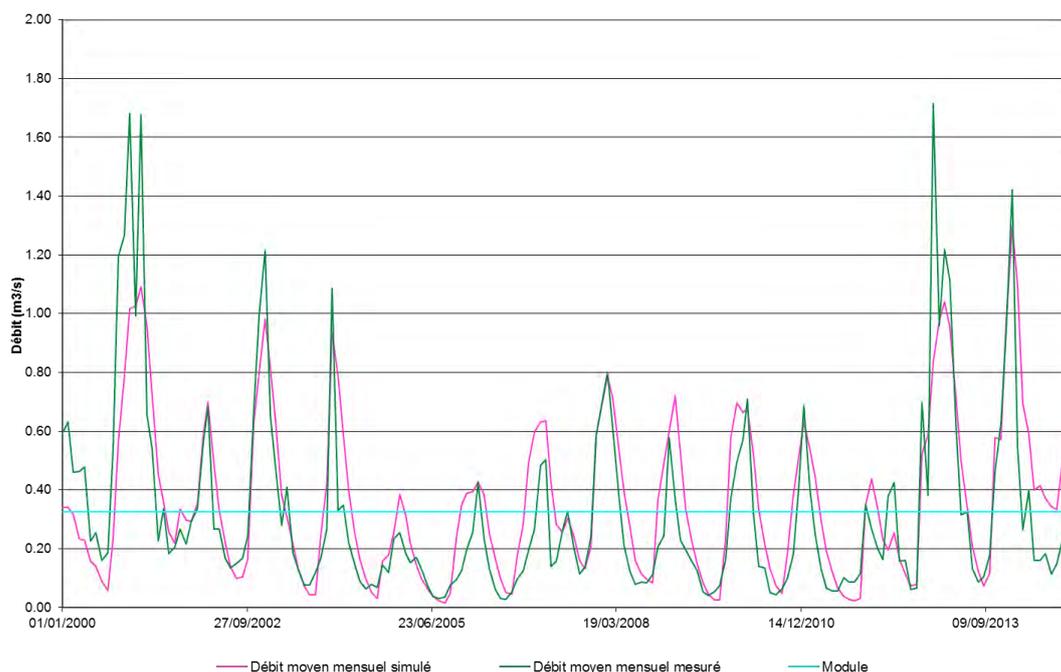


Figure 5-60 : Comparaison des débits mensuels simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Voivres-lès-le-Mans

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-3 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Voivres-lès-le-Mans et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m <sup>3</sup> /s)	0.0477	0.378
Débits mesurés (m <sup>3</sup> /s)	0.0468	0.341
Différence (m <sup>3</sup> /s)	0.001	0.037
Différence (%)	1.9%	10.9%

Il est précisé que la station de Voivres-lès-le-Mans ne couvre que 72% du bassin versant. Ainsi les résultats de calage présentés correspondent au débit au niveau de la station et non en sortie de bassin versant.

### 6.3.2.3 Unité Gée

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Fercé-sur-Sarthe et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 77%.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

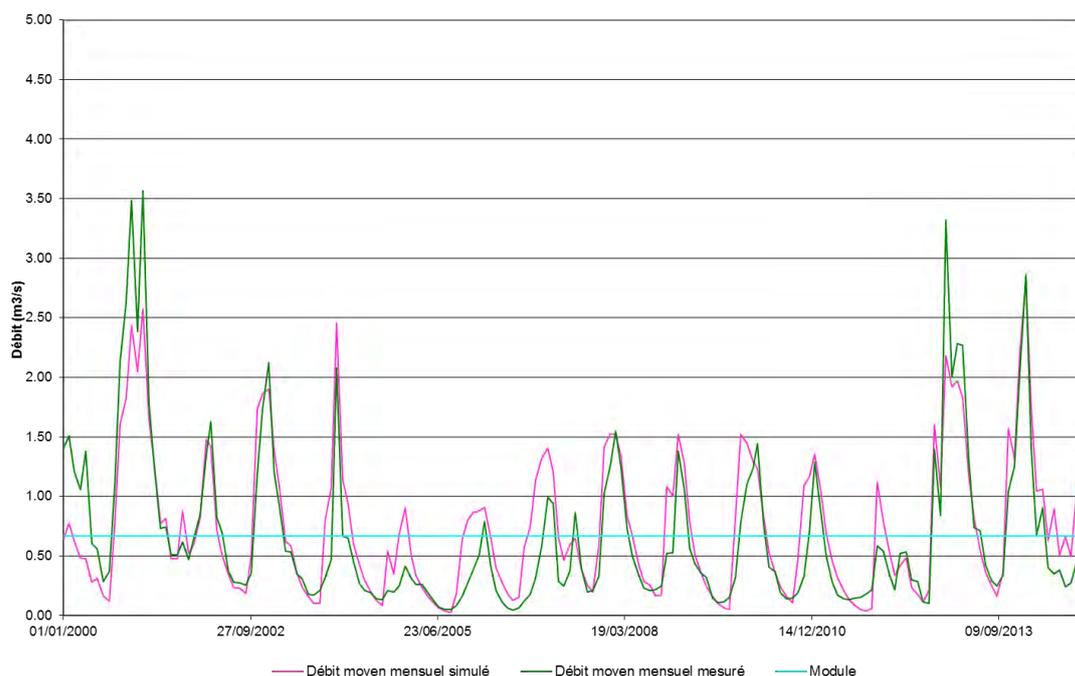


Figure 5-61 : Comparaison des débits mensuels simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Fercé-sur-Sarthe

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-4 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Fercé-sur-Sarthe et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m³/s)	0.099	0.774
Débits mesurés (m³/s)	0.098	0.703
Différence (m³/s)	0.001	0.071
Différence (%)	1.0%	10.1%

### Mise en perspective des résultats de calage

Les étiages sont peu marqués sur cette unité de gestion et aucun assec n'est constaté.

Par ailleurs, la Gée réagit rapidement lors des épisodes pluvieux. Des aménagements importants ont été réalisés dans les années 70 et lors de la construction de la Ligne à Grand Vitesse (LGV) qui ont modifié le fonctionnement hydrologique du sous-bassin versant. Ainsi, la Gée monte en charge rapidement lors de crues.

Ces aménagements peuvent expliquer les difficultés de calage en période de hautes eaux.

Cette variabilité des débits apparaît toutefois moins prononcée que sur certains autres secteurs du bassin versant.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.3.2.4 Unité Vézanne

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Malicorne-sur-Sarthe et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 74%.

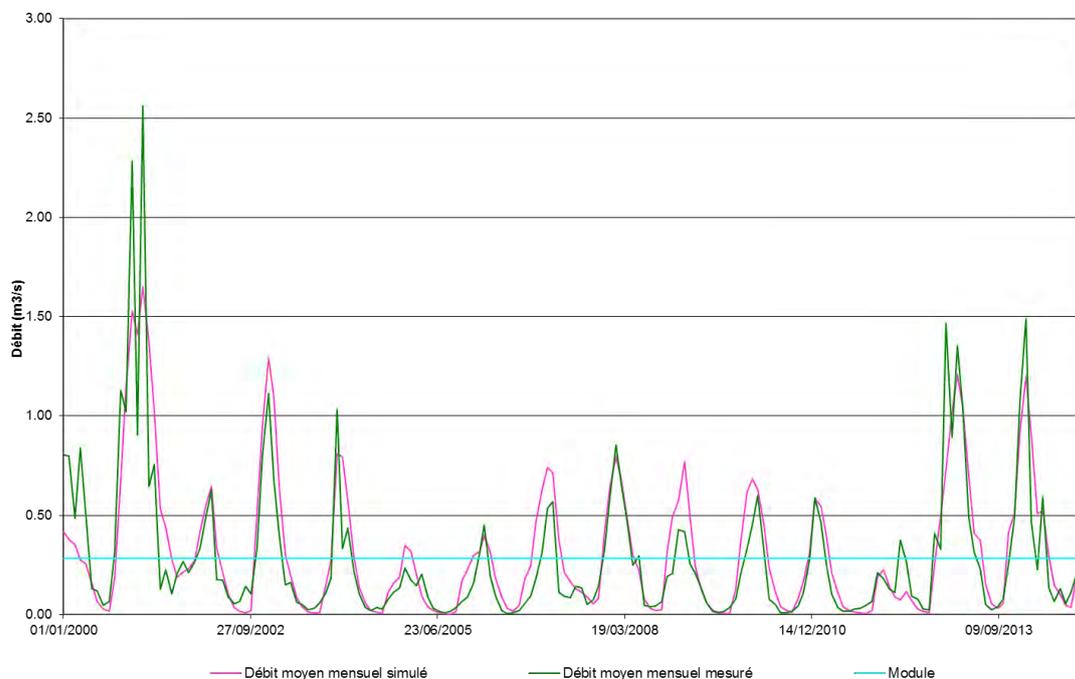


Figure 5-62 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Malicorne-sur-Sarthe

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-5 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Malicorne-sur-Sarthe et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0111	0.330
Débits mesurés (m3/s)	0.0115	0.301
Différence (m3/s)	-0.0004	0.029
Différence (%)	-3.5%	9.6%

Il est précisé que la station de Malicorne-sur-Sarthe ne couvre que 63% du bassin versant. Ainsi les résultats de calage présentés correspondent au débit au niveau de la station et non en sortie de bassin versant.

#### ***Mise en perspective des résultats de calage***

La Vézanne ne connaît pas de forts étiages. Cependant, des assecs peuvent être constatés sur certains petits affluents de la Vézanne.

Par ailleurs, la Vézanne a été fortement recalibrée. Elle est particulièrement réactive lors des épisodes pluvieux.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.3.2.5 Unité Deux Fonds

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique d'Avoise et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 88%.

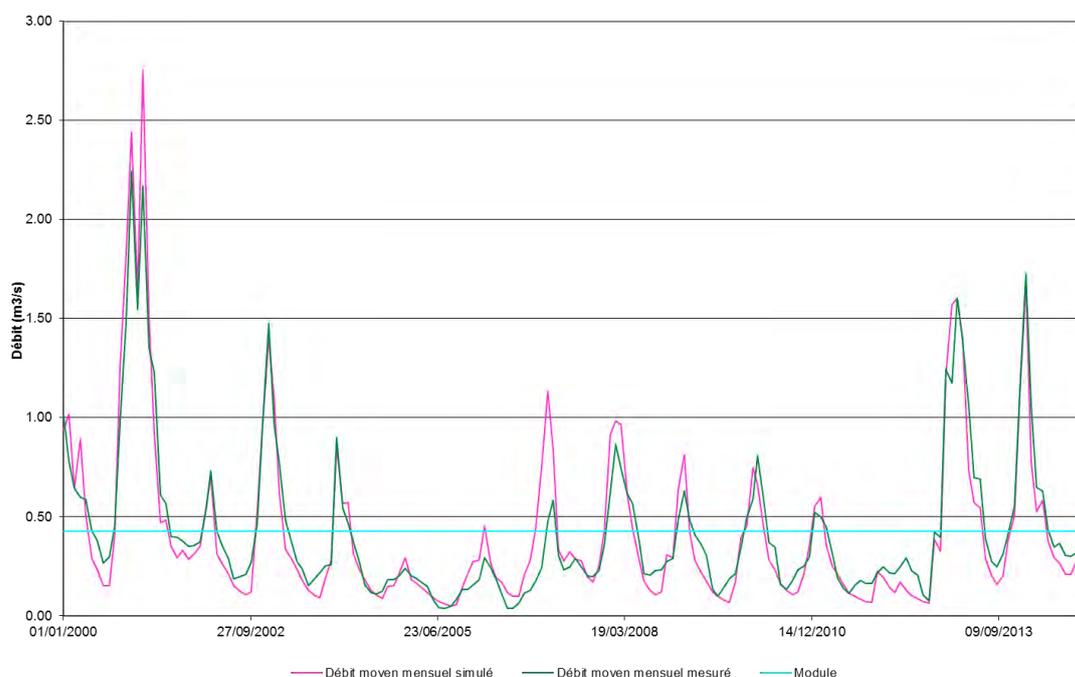


Figure 5-63 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique d'Avoise

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

Tableau 5-6 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Avoise et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.080	0.437
Débits mesurés (m3/s)	0.081	0.446
Différence (m3/s)	-0.001	-0.009
Différence (%)	-1.2%	-2.0%

### Mise en perspective des résultats de calage

L'unité de gestion des Deux Fonds connaît des étiages marqués. Les cours d'eau sont très incisés, le lien nappe/rivière est donc faible.

D'autre part, le cours d'eau a été fortement remanié lors du remembrement et de nombreux clapets sont recensés sur les cours d'eau. Depuis la construction de la LGV, le cours d'eau monte en charge plus vite lors de crues.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.3.2.6 Unité Vègre

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique d'Asnières-sur-Vègre et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 92%.

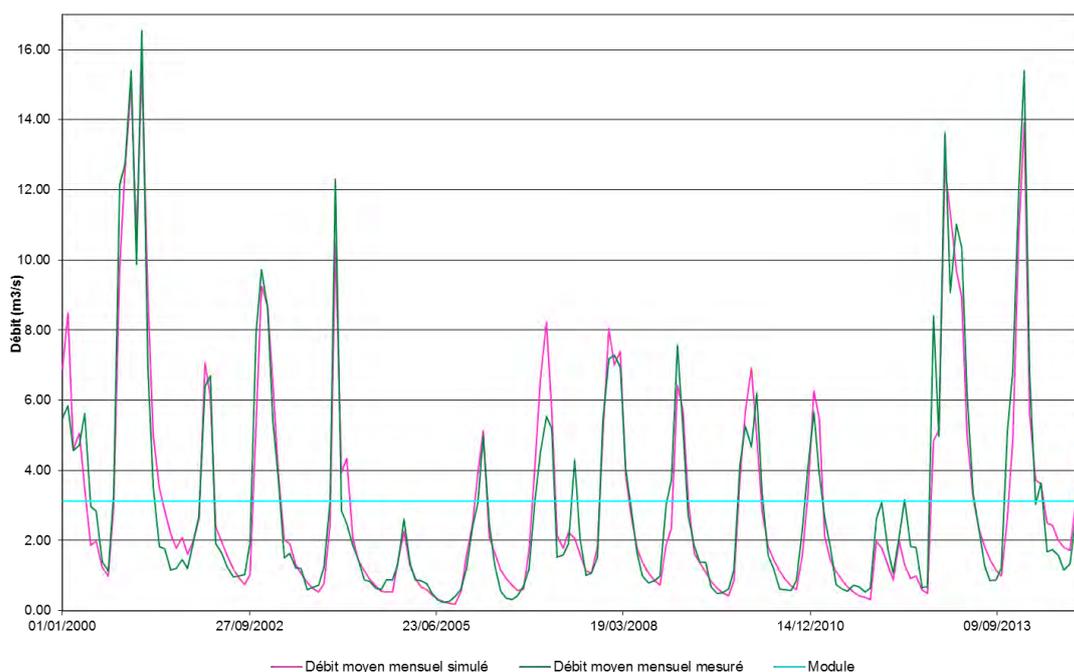


Figure 5-64 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique d'Asnières-sur-Vègre

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

Tableau 5-7 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Asnières-sur-Vègre et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.467	3.237
Débits mesurés (m3/s)	0.472	3.267
Différence (m3/s)	-0.005	-0.030
Différence (%)	-1.1%	-0.9%

### Mise en perspective des résultats de calage

Sur cette unité de gestion, des étiages très marqués sont constatés, en particulier sur le Végreneau, le Palais et la Vègre amont. Sur ces secteurs des assècs sont régulièrement constatés.

Il est précisé par ailleurs que la partie amont de la Vègre et le Végreneau sont sur socle. Le soutien d'étiage est donc très limité pour ces cours d'eau.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

D'autre part, le bassin est extrêmement réactif lors d'épisodes pluvieux. Le recalibrage, la construction de la LGV et les nombreux ouvrages existants entraînent une montée en charge rapide du cours d'eau lors des crues.

### 6.3.2.7 Unité Treulon

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique d'Auvers-le-Hamon et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 87%.

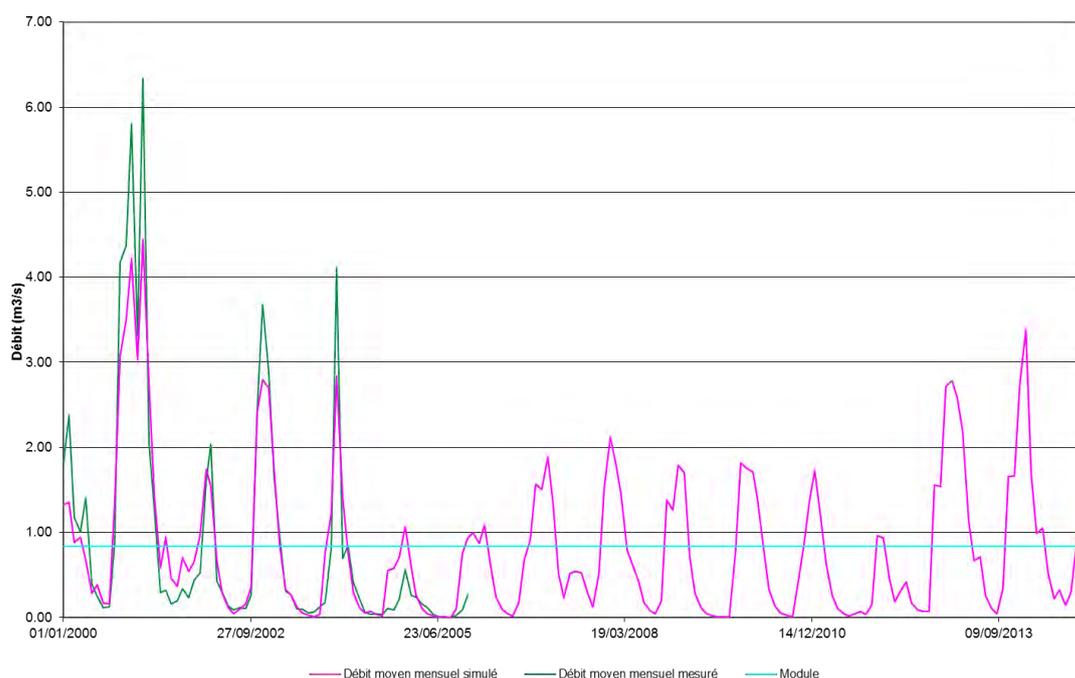


Figure 5-65 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique d'Auvers-le-Hamon

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 5-8 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Auvers-le-Hamon et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0085	0.932
Débits mesurés (m3/s)	0.0084	0.961
Différence (m3/s)	0.0001	-0.029
Différence (%)	1.2%	-3.0%

### Mise en perspective des résultats de calage

Sur l'unité de gestion du Treulon des étiages très sévères sont observés. Des perturbations d'écoulement sont constatées très en amont, au niveau de ces sources depuis 2012.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

La carrière de St-Denis-d'Orques rejette ses eaux dans le Treulon par intermittence, ce qui soutient artificiellement le débit.

En période hivernale, le temps de réponse du sous-bassin versant est très rapide. Par ailleurs, les bassins de rétention de l'autoroute relarguent l'eau et créent des à-coups hydrauliques. Ces aménagements peuvent expliquer les difficultés de calage constatées en période de hautes eaux.

### 6.3.2.8 Unité Erve

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique d'Auvers-le-Hamon et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 82%.

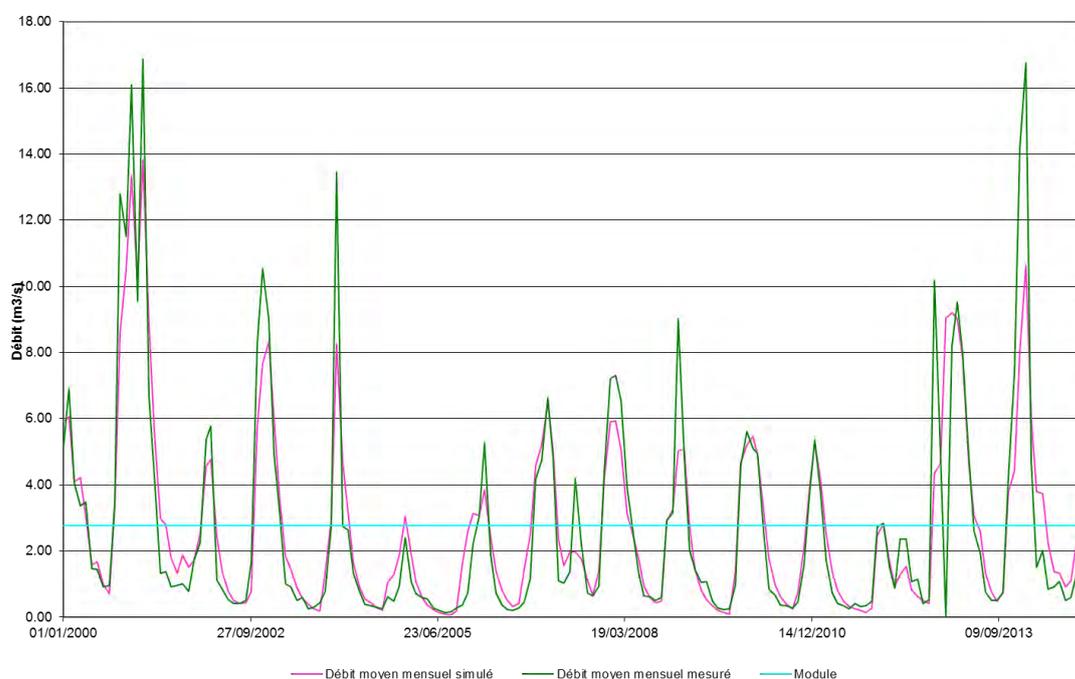


Figure 5-66 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique d'Auvers-le-Hamon

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

Tableau 5-9 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Auvers-le-Hamon et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.256	2.834
Débits mesurés (m3/s)	0.260	2.851
Différence (m3/s)	-0.004	-0.017
Différence (%)	-1.5%	-0.6%



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### Mise en perspective des résultats de calage

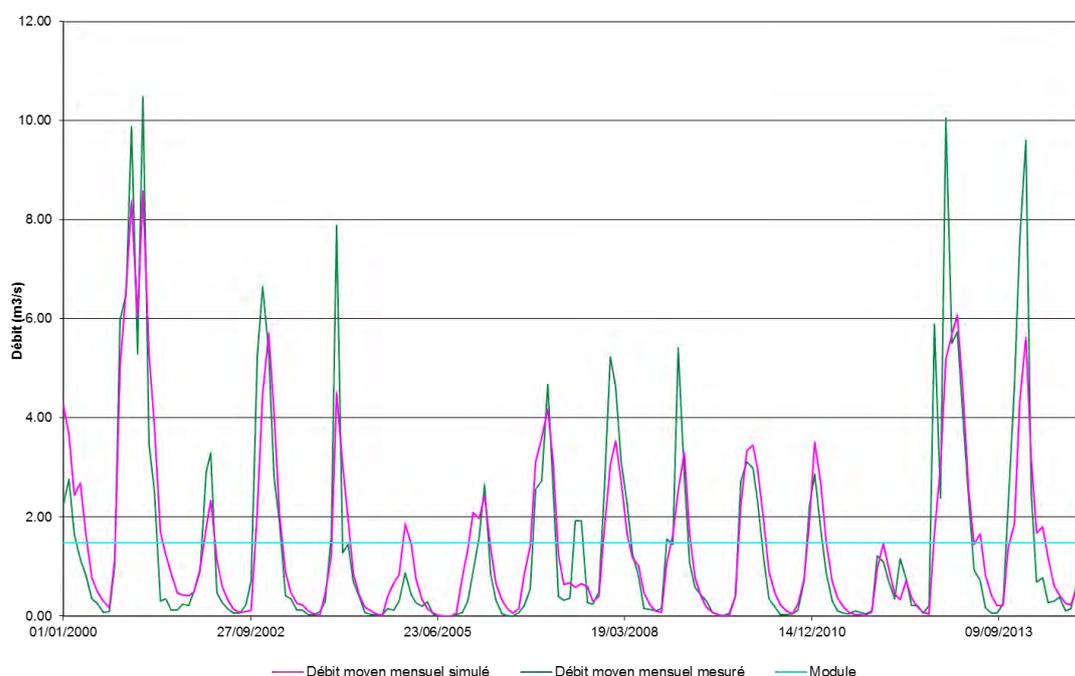
Sur le bassin de l'Erve, le débit est soutenu toute l'année par les eaux d'exhaure des carrières sur l'amont du bassin versant.

En hiver, des crues importantes sont observées. Le sous-bassin versant de l'Erve est très réactif aux épisodes pluvieux. La perte et la saturation de zones humides (liées au drainage et à la présence de seuils) ainsi que les recalibrages accentuent le phénomène.

#### 6.3.2.9 Unité Vaige

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Bouessay et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 78%.



**Figure 5-67 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Bouessay**

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

**Tableau 5-10 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Bouessay et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014**

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0145	1.521
Débits mesurés (m3/s)	0.0148	1.518
Différence (m3/s)	-0.0003	0.003
Différence (%)	-2.0%	0.2%



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### Mise en perspective des résultats de calage

La Vaige est soumise à des étiages sévères. Des assecs sont constatés localement depuis les années 1980 suite à l'augmentation du prélèvement AEP de la Bazouge de Chémeré. Ces assecs sont concentrés sur une zone comprise entre La Cropte et le ruisseau du Buru.

Le régime hydrologique de la Vaige est torrentiel avec des pics de débits importants. Certains riverains signalent que l'aménagement de la LGV a amplifié ce phénomène en augmentant la vitesse de montée en charge du cours d'eau.

La Vaige a également subi un curage et un recalibrage très important, elle présente de nombreux seuils et plans d'eau.

#### 6.3.2.10 Unité Taude

La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Saint-Brice et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. Il est précisé que la station de Saint-Brice ne couvre que 57% du bassin versant. Ainsi les résultats de calage présentés correspondent au débit au niveau de la station et non en sortie de bassin versant.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 73%.

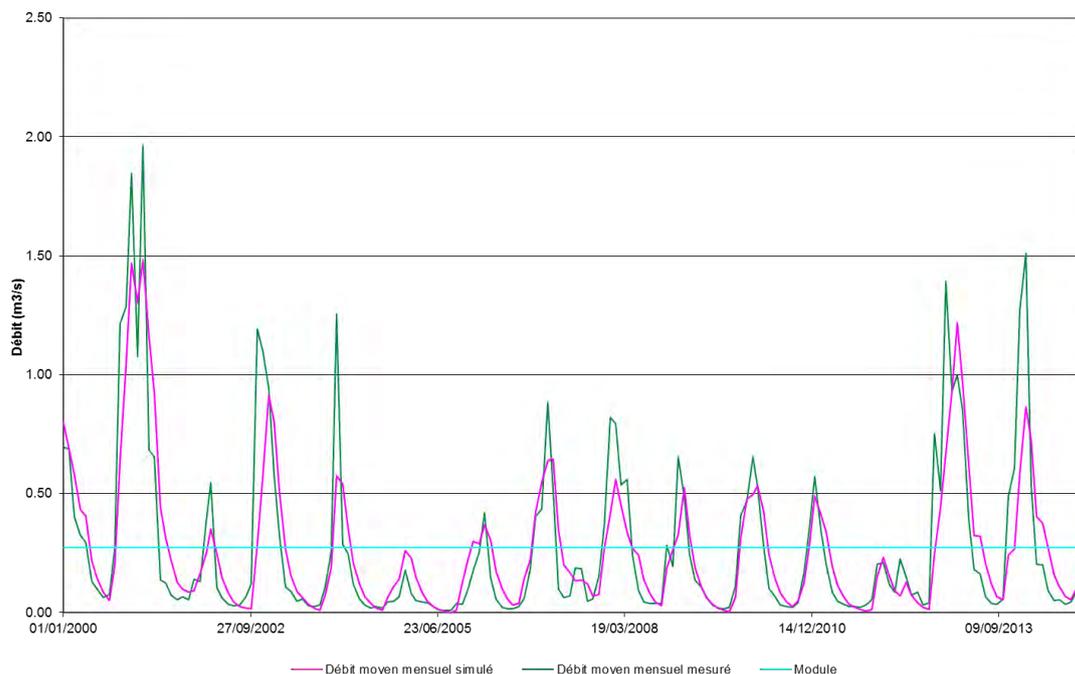


Figure 5-68 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Saint-Brice



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

**Tableau 5-11 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Saint-Brice et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014**

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0195	0.278
Débits mesurés (m3/s)	0.0195	0.287
Différence (m3/s)	0.000	-0.009
Différence (%)	0%	-3.1%

### ***Mise en perspective des résultats de calage***

Sur la Taude, les rejets d'eau de la carrière du Boisjourdan de Bouère participent au soutien d'étiage depuis 2014. Des assècs sont cependant constatés en raison des prélèvements importants réalisés sur un plan d'eau.

Par ailleurs, les ouvrages présents sur le cours d'eau entraînent également une sur-évaporation significative.

Enfin, la Taude est particulièrement réactive lors d'épisodes pluvieux en raison de son contexte géologique et des opérations de curages/recalibrages subies.

#### **6.3.2.11 Unité Sarthe médian**

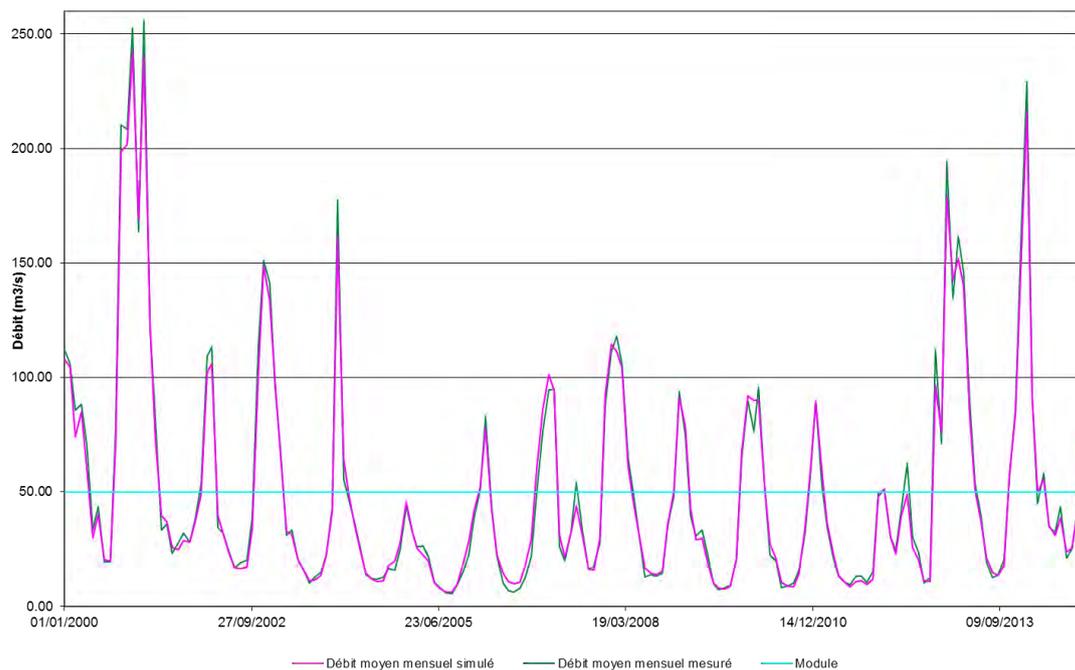
La figure suivante présente une comparaison des débits moyens mensuels mesurés à la station hydrométrique de Saint-Denis d'Anjou et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage.

La valeur du critère de Nash sur l'ensemble de la chronique est de 99%.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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



**Figure 5-69 : Comparaison des débits mensuel simulés à l'issue du calage et mesurés à la station hydrométrique de Saint-Denis d'Anjou**

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau ci-après:

**Tableau 5-12 : Comparaison des débits caractéristiques mesurés à Saint-Denis d'Anjou et simulés par le modèle pluie débit sur la période 2000-2014**

	QMNA5	Module
Débits simulés (m3/s)	9.200	51.930
Débits mesurés (m3/s)	8.407	52.943
Différence (m3/s)	0.793	-1.013
Différence (%)	9.4%	-1.9%



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.3.3 Calage pour les écoulements souterrains

Le calage du modèle visait également à reproduire le comportement de la nappe dans les réservoirs souterrains. Ainsi, les chroniques piézométriques enregistrées à différentes stations de mesures du territoire ont été comparées aux chroniques obtenues en sortie de modèle.

Les piézomètres utilisés pour le calage sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5-13 : Piézomètres utilisés pour le calage du modèle

Code National BSS	Libellé	Commune
03932X0046/PZ	LE GRAND LIVERNOIS	Cérans-Foulletourte
03581X0003/SPZ5	LES CROIX MENUEAU	Coulans-Sur-Gée
03928X0026/PZ	LE BUISSON	Ligron
03577X0012/PZ13	LA CULLOTERIE	Saint-Pierre-Des-Bois
03213X011/ST-AEP	LA TOUCHE	Rouesse-Vasse
03567X0041/PZ4	GREZ EN BOUERE	Grezen-Bouère
03922X0027/S1	LA RICHARDIERE	Parcé-sur-Sarthe

Rappelons que le modèle est basé sur une représentation simplifiée du fonctionnement des aquifères souterrains : la géométrie des aquifères étant simplifiée, ceux-ci ne sont pas définis en altimétrie dans le modèle, et leur étendue est par défaut assimilée à celle du sous bassin superficiel. De plus les nœuds de sortie de modèle ne se situent pas nécessairement à proximité d'un piézomètre. Afin de rendre possible la comparaison des valeurs mesurées et simulées, ces dernières ont été ajustées (centrées puis normées) pour rendre possible la comparaison.

A ce titre, le calage visait essentiellement à reproduire les tendances d'évolution des niveaux d'eau et du battement de la nappe. L'objectif ici, contrairement au calage sur les chroniques de débits, n'est pas que les chroniques piézométriques mesurées et simulées se « superposent » ou que les amplitudes soient proches mais bien que les phases d'augmentations/diminutions du niveau de nappe ainsi que les fréquences de variations soient correctement reproduites.

Les résultats obtenus sont présentés dans les figures suivantes :



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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



Figure 5-70 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Sarthe amont » (piézomètre : 03932X0046/PZ)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-14 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Sarthe amont (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ecart (en m)	0.32	0.41	0.73	0.35	0.23	-0.07	-0.50	-0.66	-0.32	-0.26	-0.26	-0.10	-0.35	0.03



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

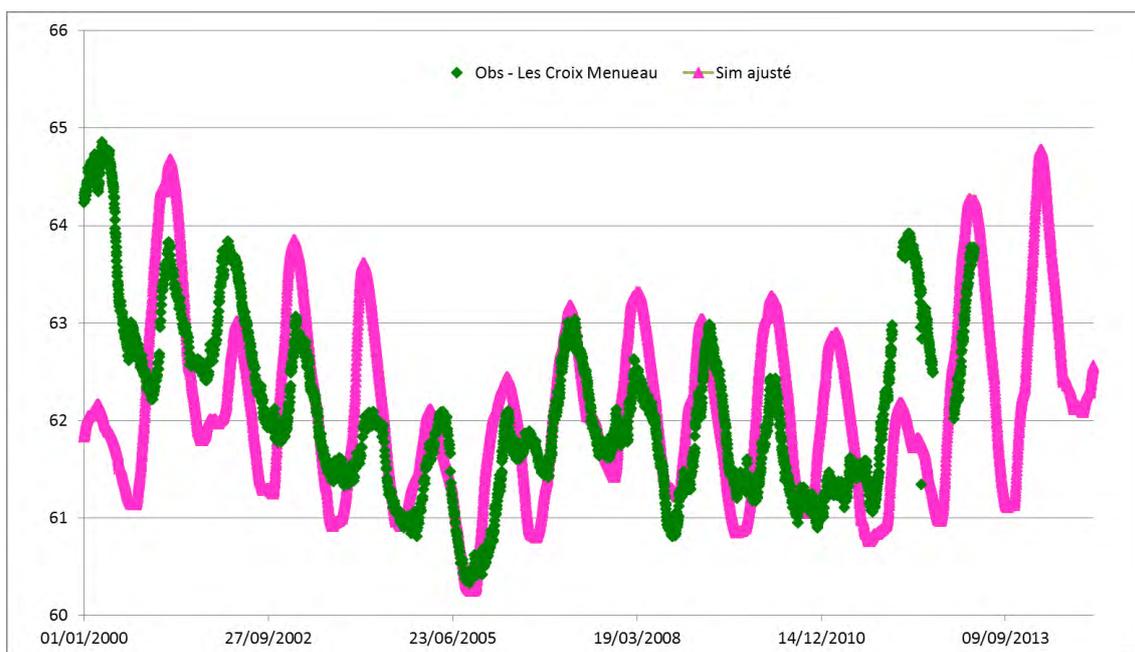


Figure 5-71 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Orne Champenoise » (piézomètre : 03581X0003/SPZ5)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-15 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Orne Champenoise (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ecart (en m)	1.83	-0.24	0.63	-0.19	-0.59	-0.11	-0.11	0.00	-0.53	0.06	-0.67	-0.19	1.29



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

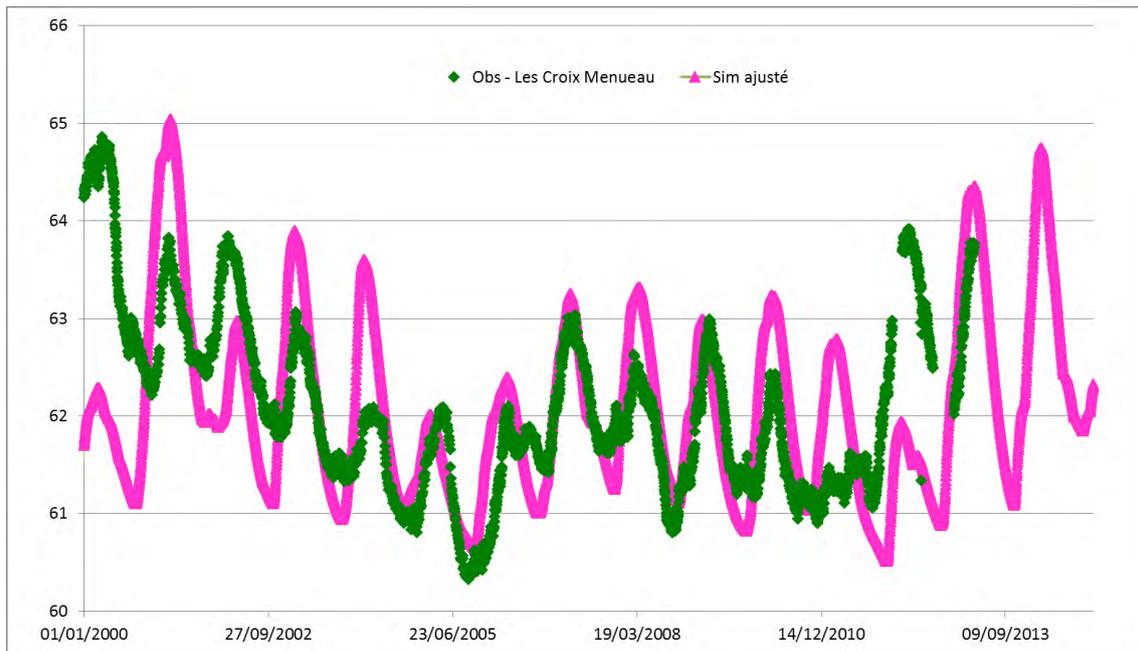


Figure 5-72 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Gée » (piézomètre : 03581X0003/SPZ5)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

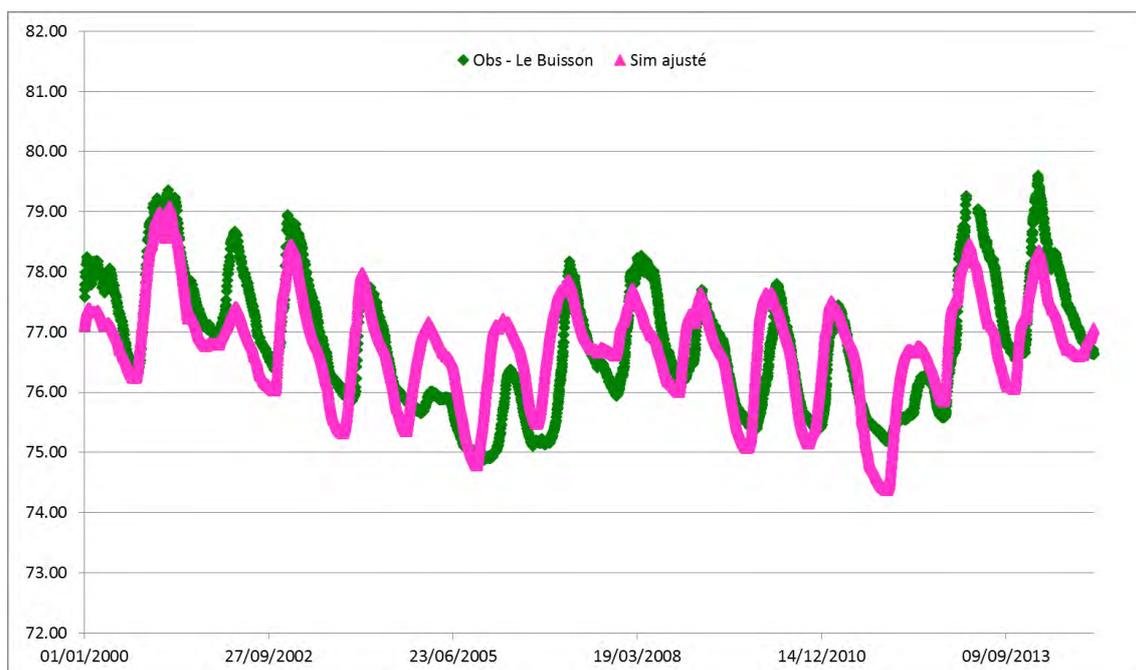
Tableau 5-16 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Gée (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ecart (en m)	1.78	-0.49	0.69	-0.24	-0.64	-0.18	-0.15	0.03	-0.51	0.09	-0.65	-0.07	1.51



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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



**Figure 5-73 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Vézanne » (piézomètre : 03928X0026/PZ)**

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

**Tableau 5-17 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Vézanne (en m)**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	0.47	0.26	0.56	0.46	-0.02	-0.65	-1.12	-0.36	0.31	0.02	-0.27	0.16	-0.54	0.65	0.56



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

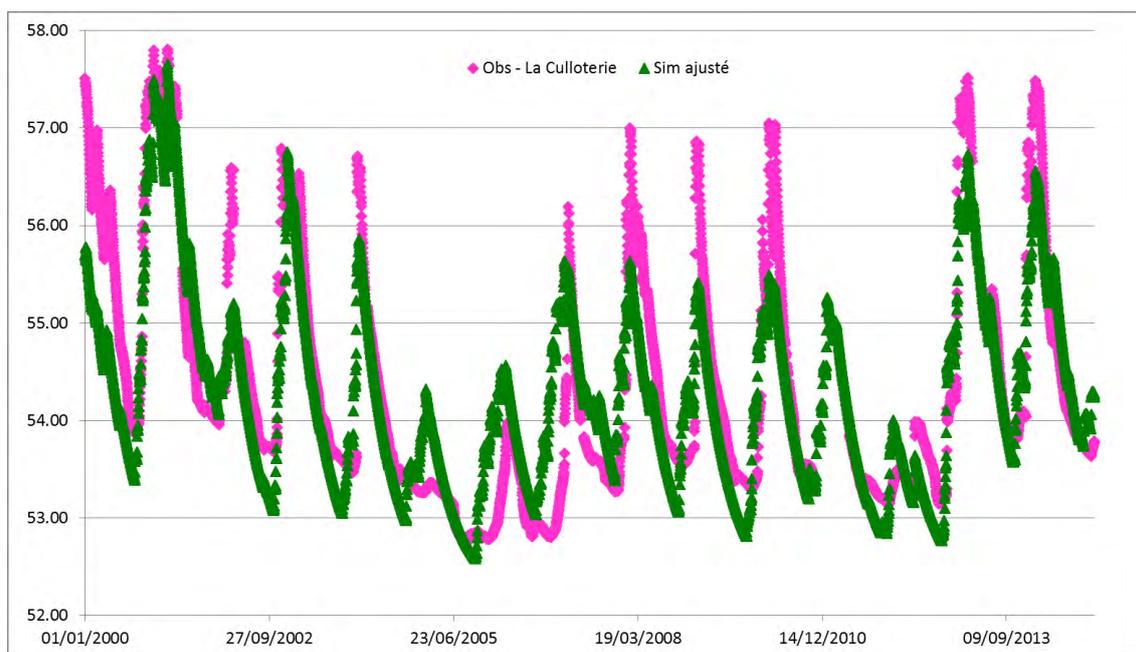


Figure 5-74 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Les Deux Fonds » (piézomètre : 03577X0012/PZ13)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-18 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Deux Fonds (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	0.93	-0.17	0.54	0.26	0.14	-0.27	-0.72	-0.61	0.41	0.31	0.35	0.07	0.05	0.26	0.03



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

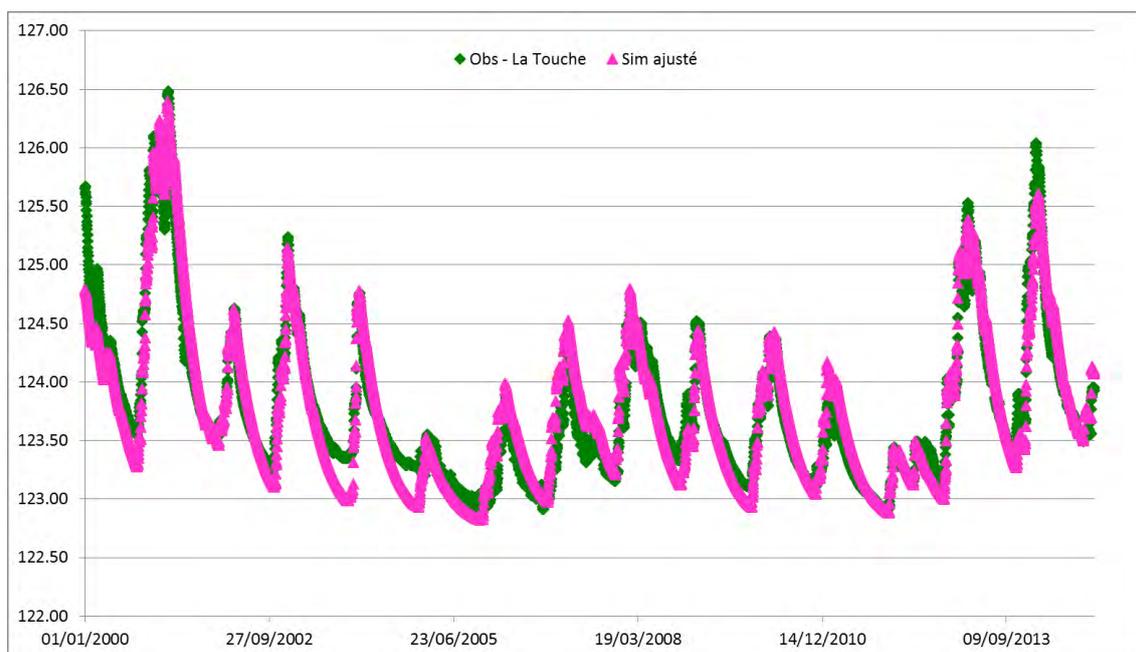


Figure 5-75 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Vègre » (piézomètre : 03213X011/ST-AEP)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-19 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Vègre (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	0.27	-0.14	0.03	0.14	0.08	0.08	-0.17	-0.24	0.09	0.07	-0.06	-0.13	0.04	0.00	-0.02



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

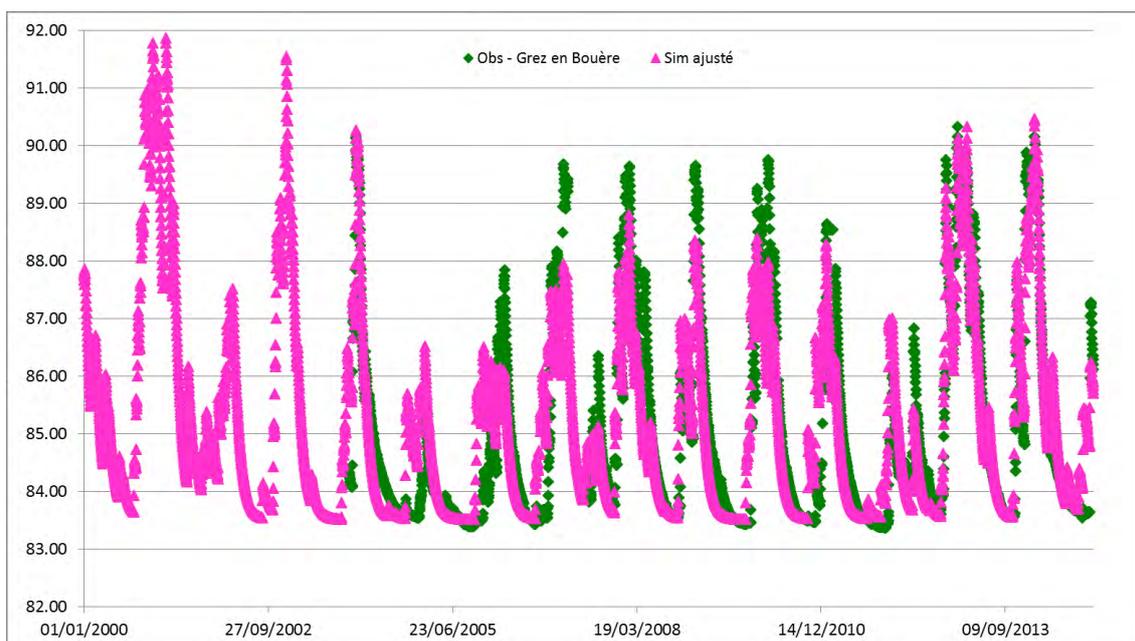


Figure 5-76 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Treulon » (piézomètre : 03567X0041/PZ4)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-20 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Treulon (en m)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	-0.12	-0.50	-0.24	0.44	0.40	0.14	0.05	0.17	0.14	-0.01	-0.24



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

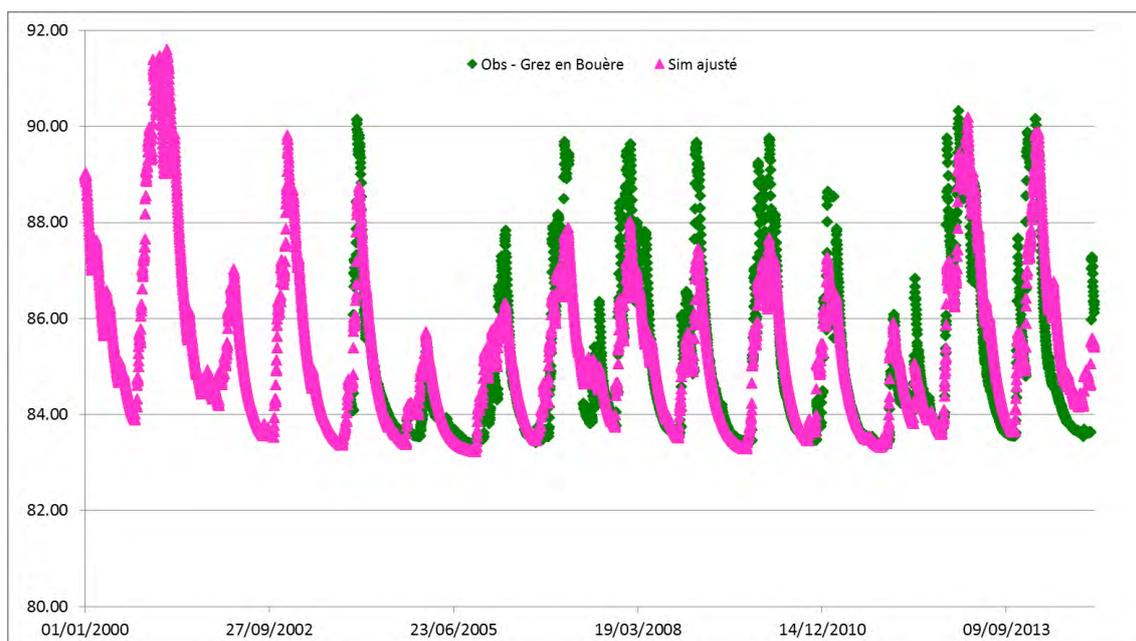


Figure 5-77 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Erve » (piézomètre : 03567X0041/PZ4)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-21 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Erve (en m)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	-0.02	-0.21	-0.13	0.26	0.39	0.33	0.07	0.22	0.27	-0.31	-0.58



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

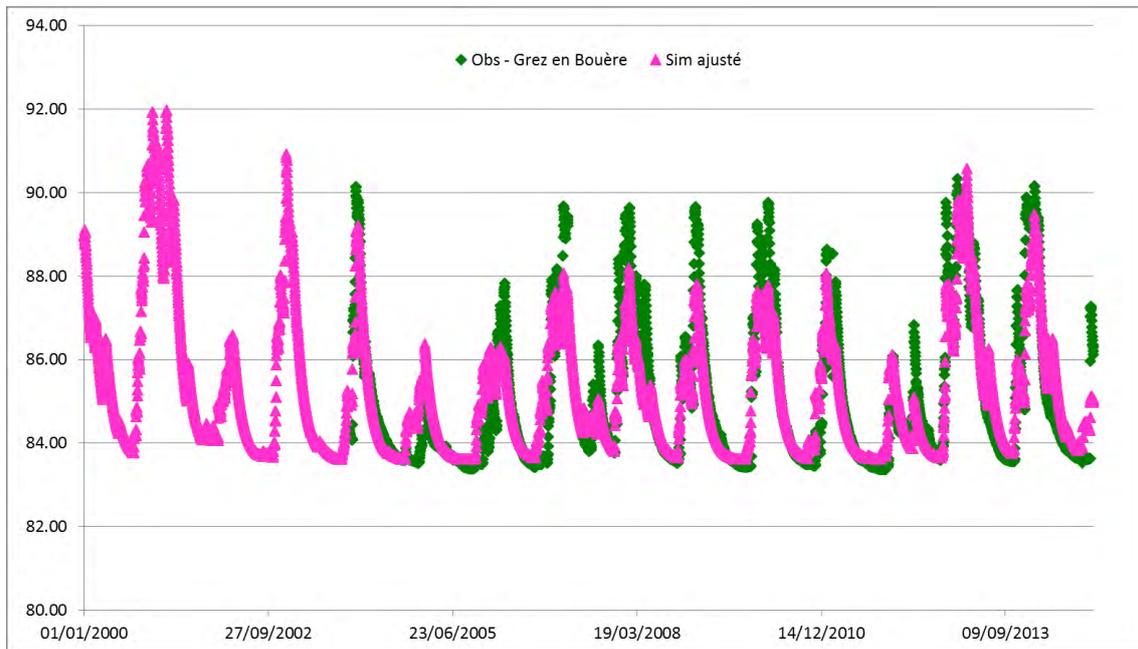


Figure 5-78 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Vaige » (piézomètre : 03567X0041/PZ4)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-22 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Vaige (en m)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	-0.08	-0.51	-0.33	0.39	0.49	0.19	0.05	0.10	0.26	-0.18	-0.12



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

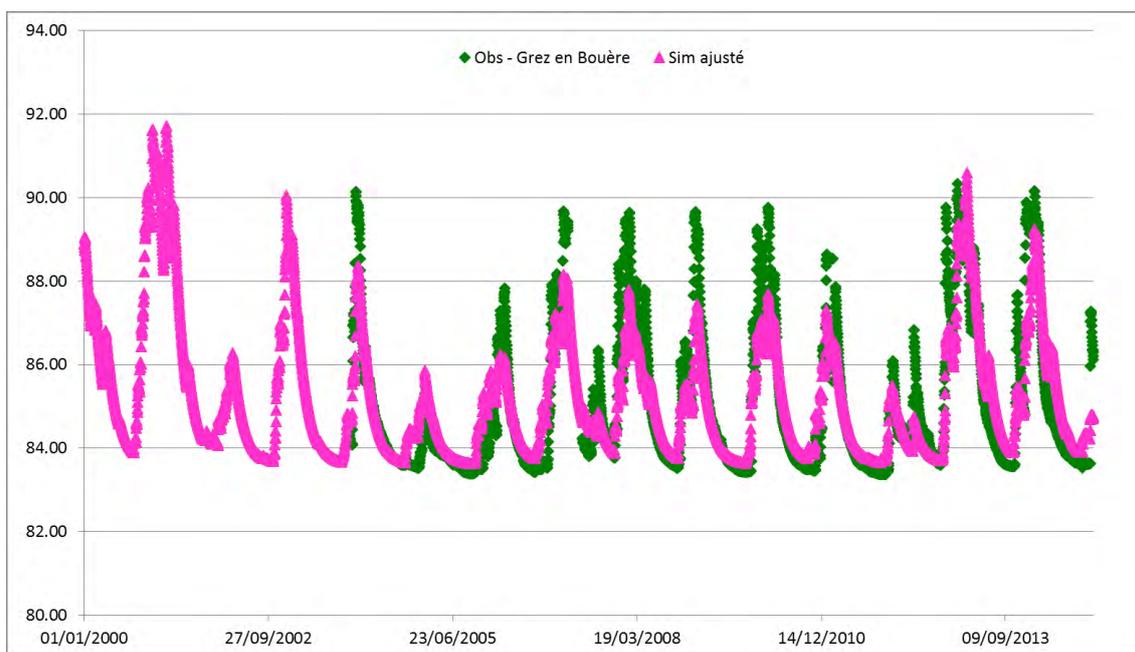


Figure 5-79 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Taude » (piézomètre : 03567X0041/PZ4)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-23 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Taude (en m)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ecart (en m)	-0.04	-0.46	-0.28	0.34	0.42	0.22	0.04	0.06	0.43	-0.28	-0.15



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

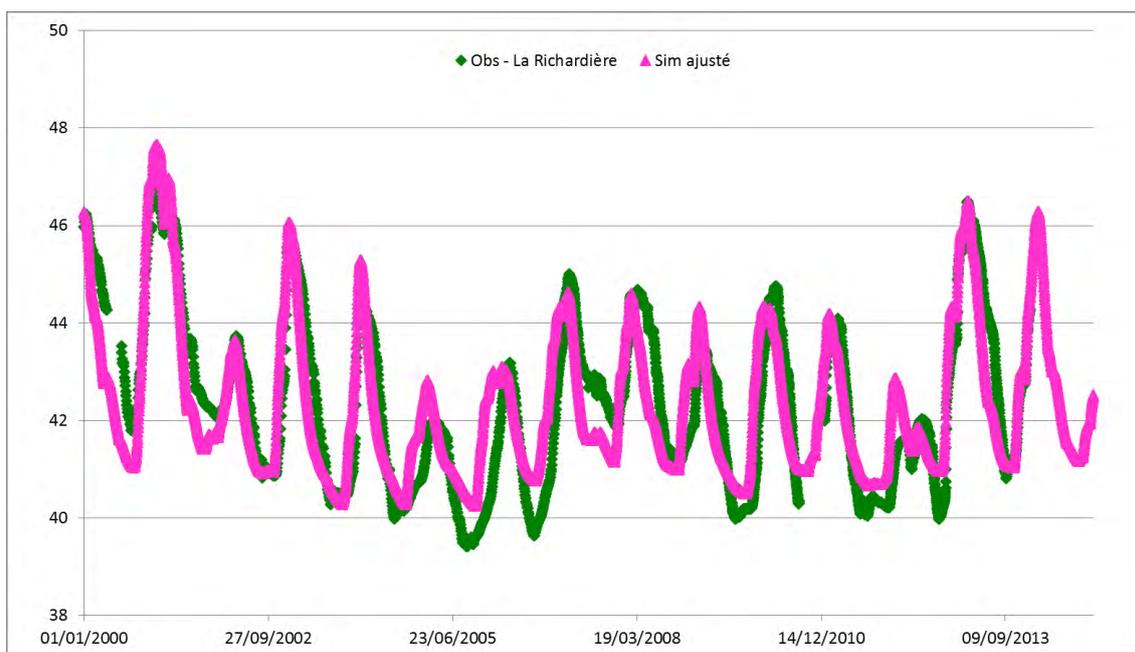


Figure 5-80 : Comparaison des chroniques piézométriques mesurées et simulées à l'exutoire de l'unité « Sarthe médian » (piézomètre : 03922X0027/S1)

L'écart moyen annuel entre la chronique simulée et la chronique observée est présenté ci-dessous.

Tableau 5-24 : Ecart moyen annuel entre chronique simulée et observée sur l'unité Sarthe médian (en m)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ecart (en m)	0.81	0.34	-0.04	0.29	-0.16	-0.73	-0.92	0.54	0.38	-0.29	0.10	-0.25	-0.46	0.45

### 6.3.4 Critiques relatives au calage du modèle

**Pour les écoulements superficiels, le calage est jugé satisfaisant pour l'ensemble des unités de gestion disposant d'une station hydrométrique pour le calage.** La forme des chroniques de débits mensuels, est correctement reproduite avec un critère de Nash proche voir supérieur à 80%. Les débits caractéristiques simulés (module et QMNA5) sont également proches de ceux mesurés. Les différences sont de l'ordre du litre pour les QMNA5 et de la centaine de litres pour le module.

**Les principales difficultés de calage ont été rencontrées pour les unités de gestion de l'Orne Champenoise, de la Gée et de la Vézanne.** Le critère de Nash est relativement bas (compris entre 70% et 80%) sur ces unités. Toutefois, il a été recherché la meilleure approximation des débits caractéristiques (module et QMNA5) qui sont proches des débits observés.

**Pour les écoulements souterrains, le modèle reproduit de façon satisfaisante** les variations du niveau de la nappe dans les réservoirs souterrains. La cinétique piézométrique ainsi que les variations interannuelles sont bien reconstituées.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

---

Par ailleurs, il existe un lien nappe/rivière sur le bassin versant. Ainsi sur certaines unités de gestion, une part non négligeable des débits transitant dans les cours d'eau, notamment en période d'étiage proviennent des apports de nappe.



### 6.4 Résultats de l'hydrologie désinfluencée

#### 6.4.1 Méthodologie

Les éléments ci-dessous présentent les résultats de la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée au droit des différents sous bassins versants à l'aide du modèle pluie-débit sur la période 2000-2014.

Les tableaux récapitulent pour chaque sous bassin versant les débits caractéristiques obtenus pour l'hydrologie influencée et désinfluencée. Enfin les graphiques détaillent la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés. Ils permettent de mettre en évidence les périodes de gains et de pertes entre l'hydrologie influencée et désinfluencée et identifie l'impact des usages sur les écoulements.

#### 6.4.2 Présentation des résultats par sous bassin versant

L'analyse des résultats de l'hydrologie désinfluencée s'est principalement focalisée sur les écarts obtenus entre les deux chroniques de débits mensuels.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.1 Unité Sarthe amont

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

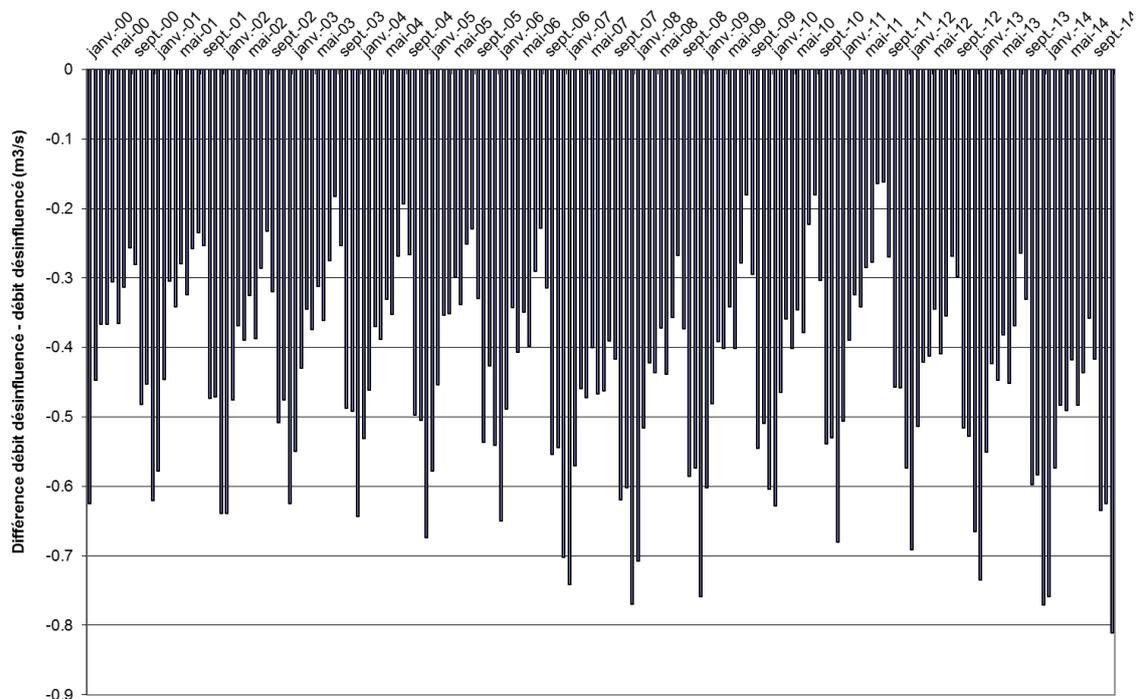


Figure 5-81 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Sarthe amont

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-25 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Sarthe amont

Sarthe amont	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	8.194	39.410
Débits désinfluencés (m3/s)	7.988	38.975
Différence (m3/s)	-0.206	-0.435
Différence (%)	-2.6%	-1.1%

Sur l'unité Sarthe amont, le débit influencé est supérieur au débit désinfluencé sur l'ensemble de la période d'étude. Ce constat traduit l'importance des rejets (d'assainissement notamment) sur l'hydrologie du bassin versant. Les volumes de prélèvements sont inférieurs aux volumes restitués sur la même période.

Les écarts sont notables et s'observent essentiellement d'octobre à février. Ils varient en général entre 500 l/s et 750 l/s sur ces mois. L'écart maximal est constaté en décembre 2014 et représente près de 810 l/s.

Pour les autres mois de l'année, la différence entre l'hydrologie désinfluencée et influencée est plus faible mais représente tout de même en général plus de 200 l/s.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.2 Unité Orne Champenoise

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

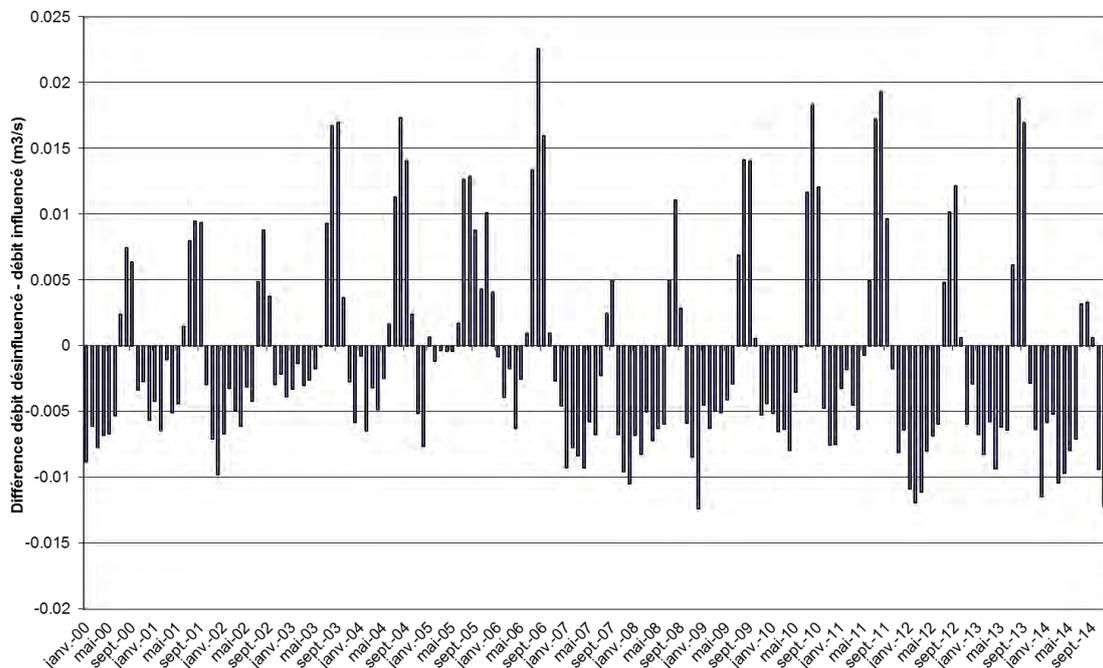


Figure 5-82 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Orne Champenoise

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude. Il est précisé que les débits présentés correspondent aux débits en sortie de bassin versant (et diffèrent donc des débits au niveau de la station hydrométrique présentés pour le calage).

Tableau 5-26 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Orne Champenoise

Orne Champenoise	QMNA5	Module
Débits influencés (m <sup>3</sup> /s)	0.069	0.518
Débits désinfluencés (m <sup>3</sup> /s)	0.085	0.517
Différence (m <sup>3</sup> /s)	0.016	-0.001
Différence (%)	18.8%	-0.2%

Sur l'unité Orne Champenoise, deux régimes se distinguent :

- D'octobre à juin, le débit « naturel » est inférieur (de l'ordre de quelques litres) au débit influencé. Sur cette période, les pressions de prélèvements sont moindres et sont compensées par les rejets.
- Sur les mois d'été, la tendance s'inverse. Le débit désinfluencé devient supérieur au débit influencé. Sur cette période, Les volumes de rejets ne compensent plus les prélèvements et les pressions se renforcent (prélèvements agricoles, pertes par



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

évaporation des plans d'eau). Des pics s'observent ainsi certaines années jusqu'à cinq mois consécutifs. Les écarts obtenus oscillent en moyenne entre 5 l/s et 15 l/s.

### 6.4.2.3 Unité Gée

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

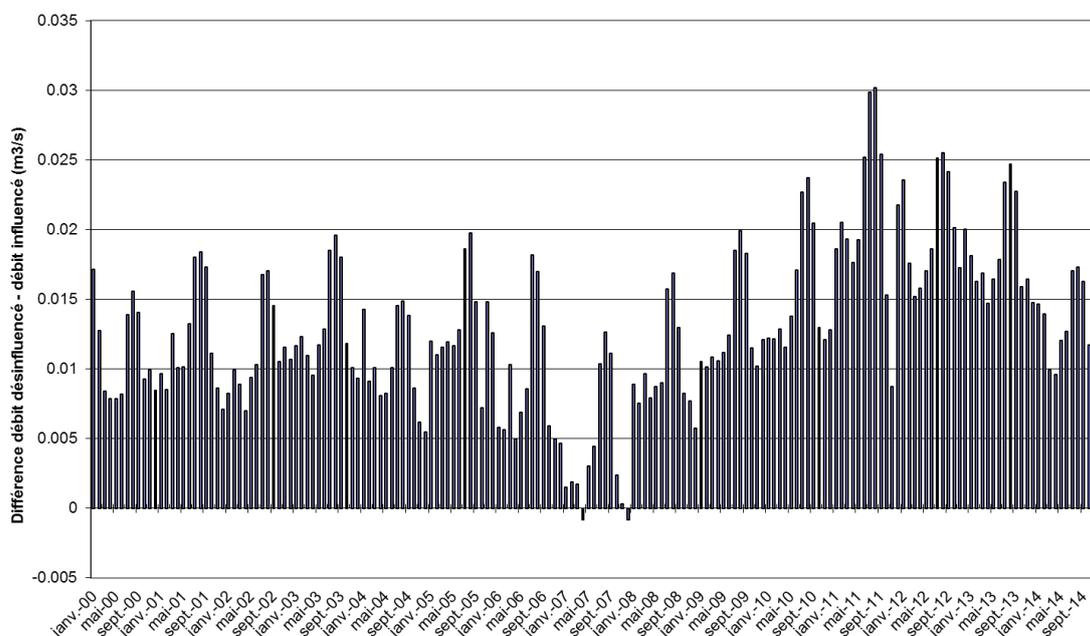


Figure 5-83 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Gée

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-27 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Gée

Gée	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.099	0.774
Débits désinfluencés (m3/s)	0.122	0.787
Différence (m3/s)	0.023	0.013
Différence (%)	18.9%	1.7%

Sur l'unité Gée, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit actuel sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP notamment) sont significatifs sur le sous-bassin. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.

Les écarts les plus importants s'observent de juillet à septembre. Ils sont généralement compris entre 15 l/s et 30 l/s en moyenne chaque année.

La différence entre les débits influencés et désinfluencés est plus faible pour, les années 2007 et 2008. En effet, les prélèvements agricoles et les pertes par sur-évaporation étaient moins importants sur cette période. A l'inverse, une augmentation des prélèvements est constatée depuis 2008 comme en témoigne le graphique.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.4 Unité Vézanne

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

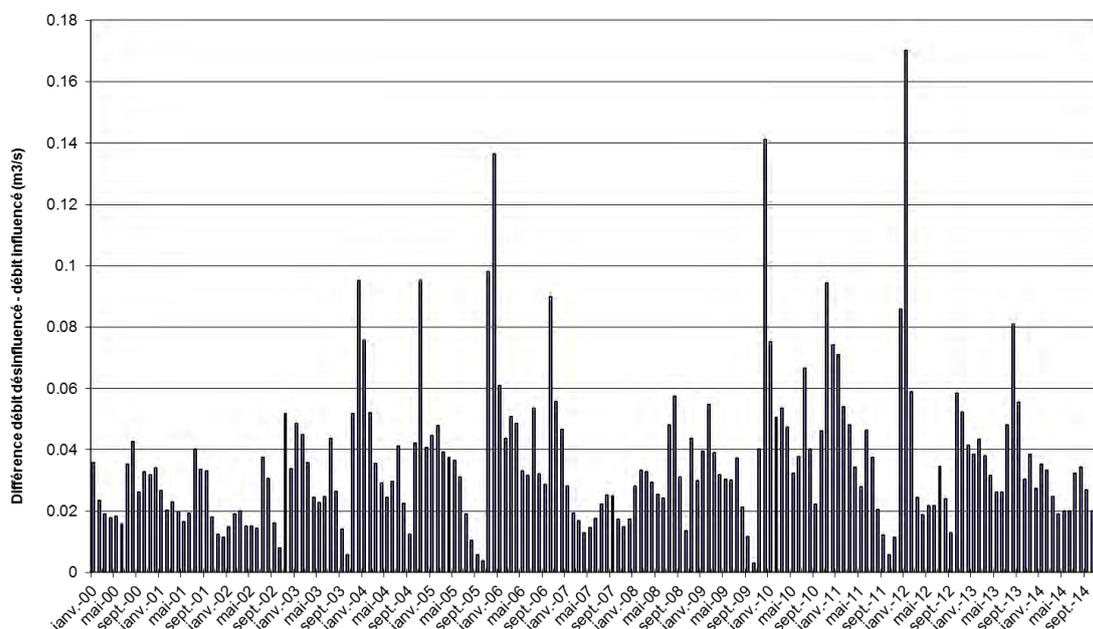


Figure 5-84 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Vézanne

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude. Il est précisé que les débits présentés correspondent aux débits en sortie de bassin versant (et diffèrent donc des débits au niveau de la station hydrométrique présentés pour le calage).

Tableau 5-28 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Vézanne

Vézanne	QMNA5	Module
Débits influencés (m <sup>3</sup> /s)	0.018	0.542
Débits désinfluencés (m <sup>3</sup> /s)	0.039	0.578
Différence (m <sup>3</sup> /s)	0.021	0.036
Différence (%)	53.8%	6.2%

Sur l'unité Vézanne, comme précédemment, le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les volumes de rejets ne permettent donc pas de compenser les prélèvements.

Les écarts varient en moyenne entre 20 l/s et 100 l/s chaque année. L'écart maximal est constaté en janvier 2012 et représente 170 l/s. Cette différence entre le débit naturel et influencé est la plus faible sur les mois d'août et de septembre.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.5 Unité Deux Fonds

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

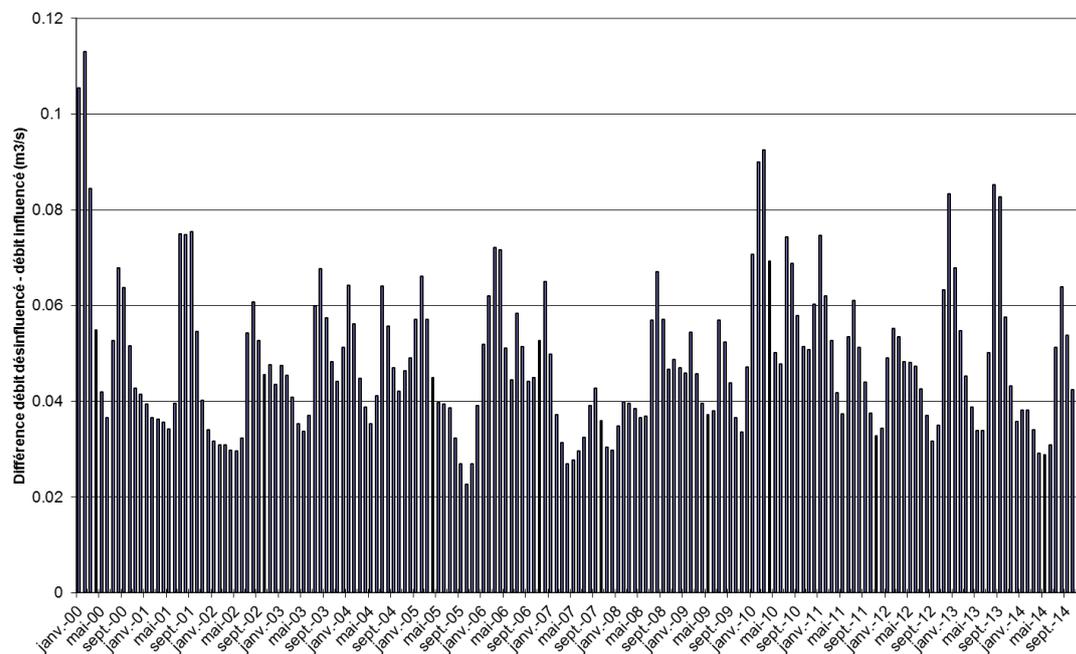


Figure 5-85 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Deux Fonds

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-29 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Deux Fonds

Deux Fonds	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.092	0.437
Débits désinfluencés (m3/s)	0.140	0.485
Différence (m3/s)	0.048	0.048
Différence (%)	34.3%	9.9%

Sur l'unité Deux Fonds, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit actuel sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP et agricole notamment) sont très significatifs sur le sous-bassin. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.

Les écarts les plus importants s'observent généralement de juillet à octobre. Ils sont compris entre 50 l/s et 80 l/s en moyenne chaque année.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.6 Unité Vègre

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

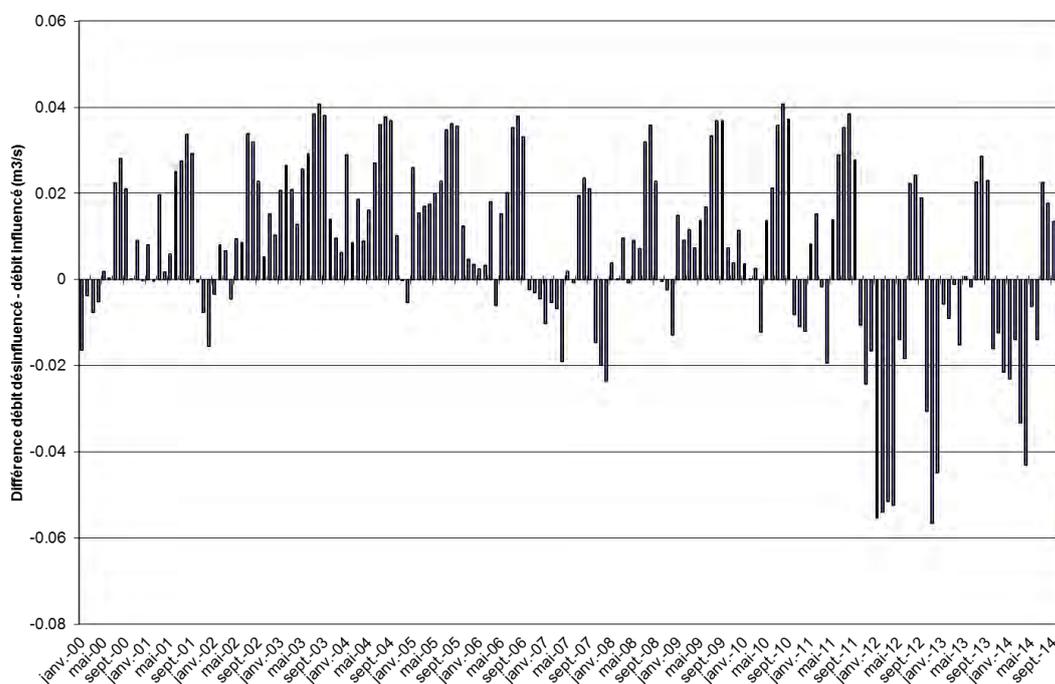


Figure 5-86 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Vègre

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-30 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Vègre

Vègre	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.592	3.237
Débits désinfluencés (m3/s)	0.631	3.243
Différence (m3/s)	0.039	0.006
Différence (%)	6.2%	0.2%

Sur l'unité Vègre le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur la majorité de la période 2000-2011. Les prélèvements (AEP et agricoles notamment) sont significatifs sur le sous-bassin et l'hydrologie se trouve également impactée par les pertes par évaporation des plans d'eau. Sur la plus grande partie de l'année, les rejets ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant. Cette tendance s'inverse sur quelques mois en hiver pour certaines années.

Sur la période 2012-2014, une augmentation des rejets d'assainissement collectif est observée parallèlement à une diminution des prélèvements agricoles. Cette évolution des usages entraîne une modification du rapport entre l'hydrologie influencée et désinfluencée. Sur cette période, l'hydrologie naturelle est inférieure à l'hydrologie influencée en dehors des mois d'étiage où les prélèvements restent significatifs (juillet-septembre).



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.7 Unité Treulon

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

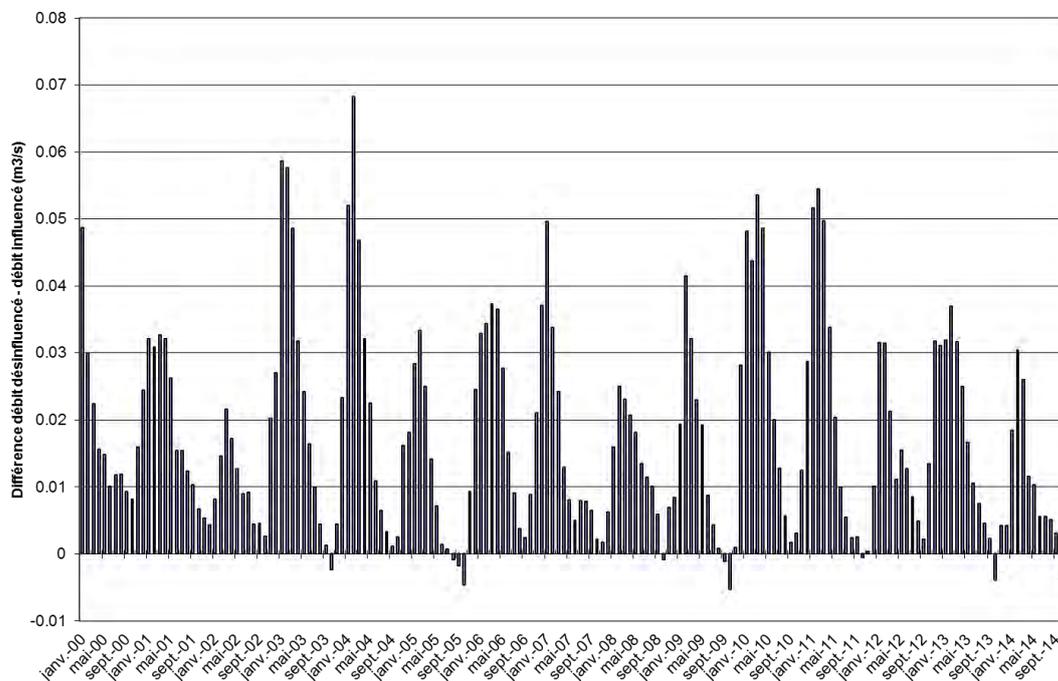


Figure 5-87 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Treulon

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-31 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Treulon

Treulon	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.018	0.855
Débits désinfluencés (m3/s)	0.020	0.872
Différence (m3/s)	0.002	0.017
Différence (%)	10.0%	1.9%

Sur l'unité Treulon, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit actuel sur la grande majorité de la période d'étude.. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.

Les écarts les plus importants s'observent entre les mois de décembre et mai et correspondent à la période de remplissage des plans d'eau déconnectés (essentiellement de décembre à mars). Ainsi, sur le bassin versant le remplissage des retenues à usage agricole et des plans d'eau impactent significativement l'hydrologie du bassin versant. Les écarts observés sur les débits sont de l'ordre 20 l/s à 50 l/s en moyenne chaque année.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

La différence entre les débits influencés et désinfluencés est plus faible, voire négative pour certaines années, sur les mois d'été (juillet-novembre). Cette tendance s'intensifie à partir de 2013 en raison de l'augmentation des rejets sur le sous-bassin versant (rejets industriels notamment).

### 6.4.2.8 Unité Erve

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

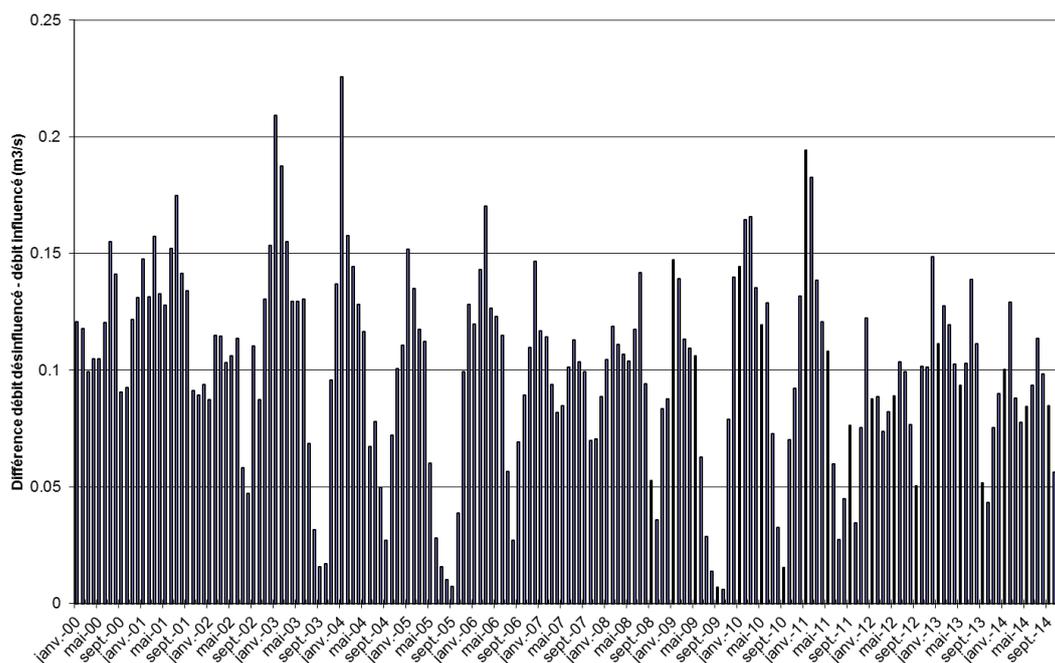


Figure 5-88 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Erve

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'été pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-32 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Erve

Erve	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.256	2.834
Débits désinfluencés (m3/s)	0.286	2.933
Différence (m3/s)	0.030	0.099
Différence (%)	10.5%	3.4%

Sur l'unité Erve, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP et agricoles notamment) sont significatifs sur le sous-bassin et l'hydrologie se trouve également impactée par les pertes par évaporation des plans d'eau. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

Les écarts les plus importants s'observent généralement de décembre et mars et correspondent à la période de remplissage des plans d'eau. Ils sont compris entre 100 l/s et 200 l/s en moyenne chaque année.

La différence entre les débits influencés et désinfluencés est plus faible sur les mois d'étiage (juillet-octobre).

### 6.4.2.9 Unité Vaige

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

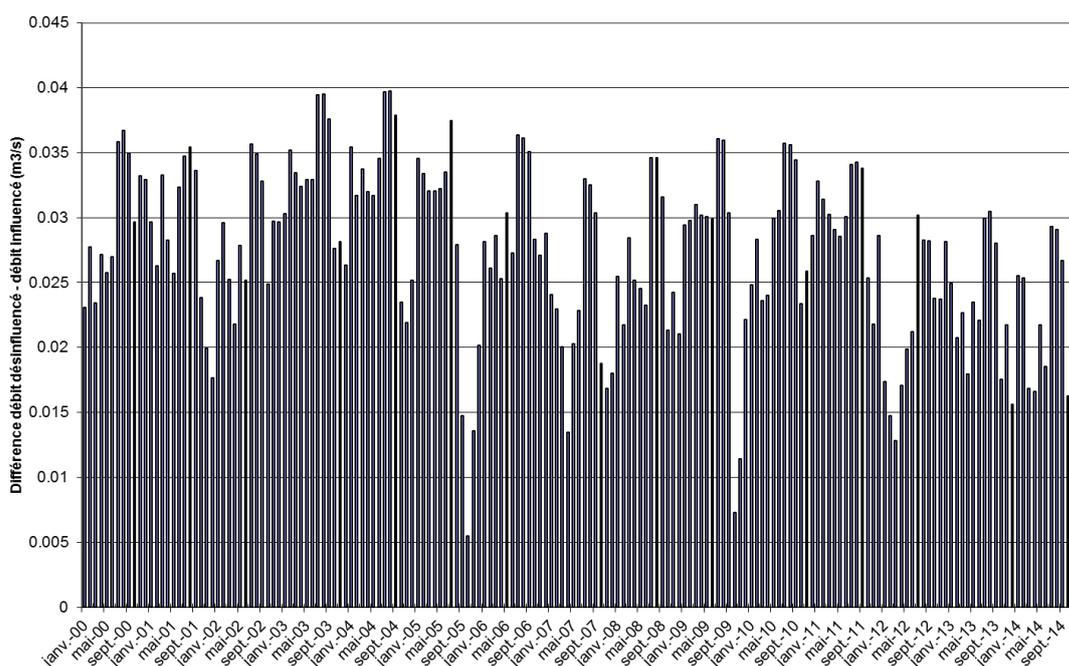


Figure 5-89 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Vaige

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-33 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Vaige

Vaige	QMNA5	Module
Débits influencés (m <sup>3</sup> /s)	0.015	1.521
Débits désinfluencés (m <sup>3</sup> /s)	0.076	1.549
Différence (m <sup>3</sup> /s)	0.061	0.028
Différence (%)	80.3%	1.8%

Sur l'unité Vaige, le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP et agricoles notamment) sont significatifs sur le sous-bassin et l'hydrologie se trouve également impactée par les pertes par évaporation des plans d'eau. Les écarts les plus importants s'observent à l'étiage entre juillet et septembre. Ils sont compris entre 25 l/s et 40 l/s en moyenne chaque année.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.10 Unité Taude

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

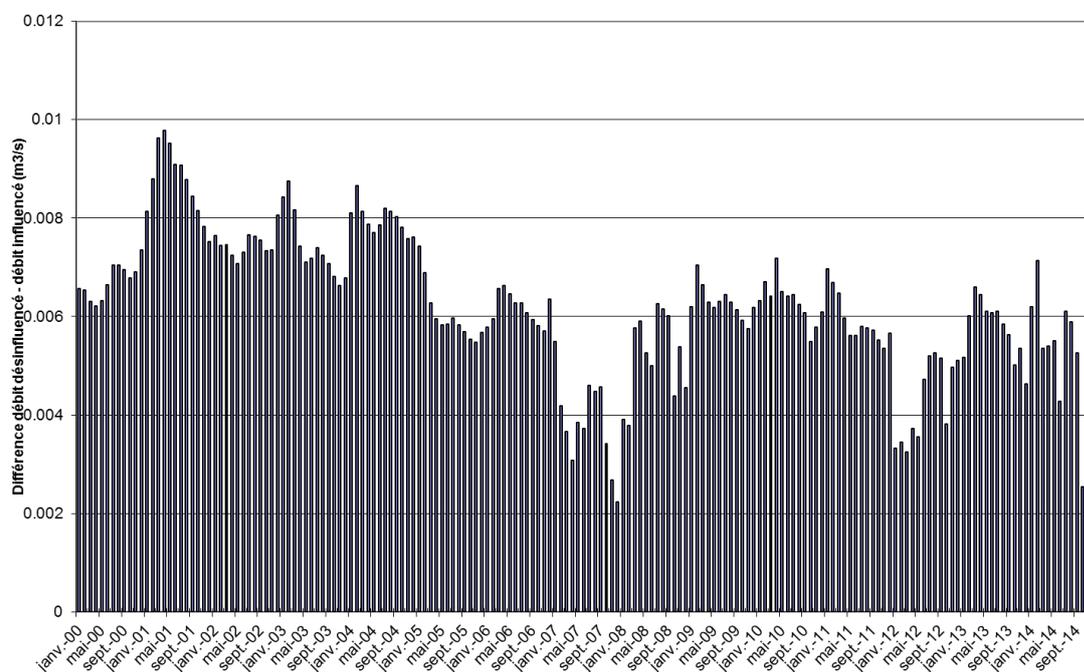


Figure 5-90 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Taude

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude. Il est précisé que les débits présentés correspondent aux débits en sortie de bassin versant (et diffèrent donc des débits au niveau de la station hydrométrique présentés pour le calage).

Tableau 5-34 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Taude

Taude	QMNA5	Module
Débits influencés (m <sup>3</sup> /s)	0.039	0.487
Débits désinfluencés (m <sup>3</sup> /s)	0.046	0.494
Différence (m <sup>3</sup> /s)	0.007	0.007
Différence (%)	15.2%	1.4%

Sur l'unité Taude, le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (AEP et agricoles notamment) sont significatifs sur le sous-bassin et l'hydrologie se trouve également fortement impactée par les pertes par évaporation des plans d'eau.

Les années 2007, 2012 et 2014 se distinguent par une différence moins importante entre l'hydrologie naturelle et influencée. Cette différence s'explique par des prélèvements moins importants durant les années 2007 et 2012 (années pluvieuses) et par une augmentation des rejets en 2014.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.11 Unité Voutonne

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

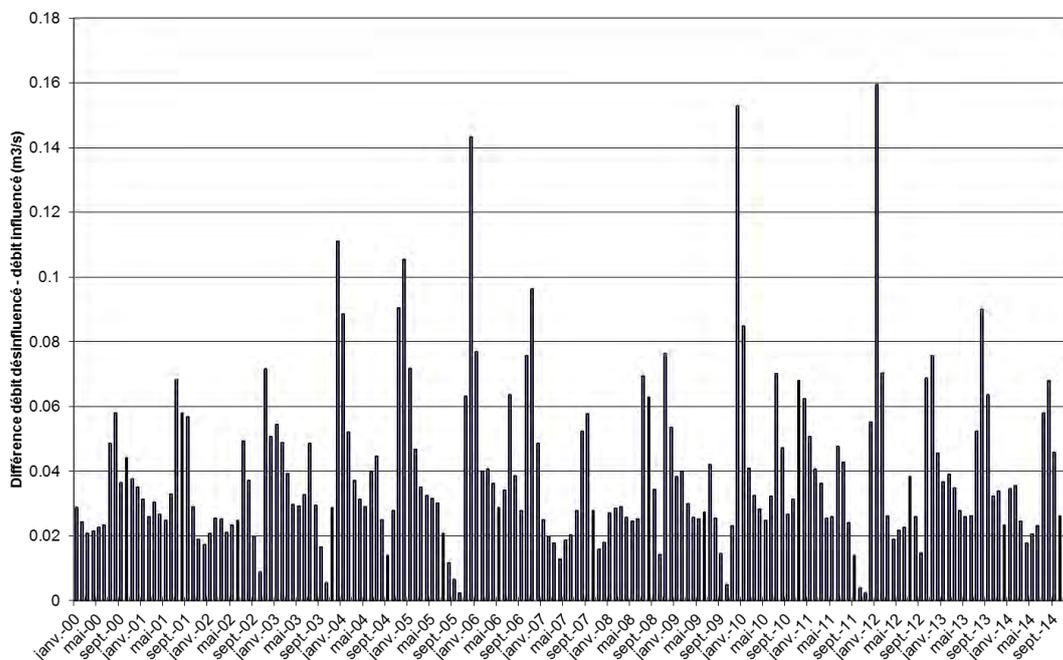


Figure 5-91 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Voutonne

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-35 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Voutonne

Voutonne	QMNA5	Module
Débits influencés (m <sup>3</sup> /s)	0.019	0.587
Débits désinfluencés (m <sup>3</sup> /s)	0.044	0.625
Différence (m <sup>3</sup> /s)	0.025	0.038
Différence (%)	56.8%	6.1%

Sur l'unité Voutonne, le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude. Les prélèvements (agricoles et AEP notamment) sont significatifs sur le sous-bassin. Les rejets domestiques (AC et ANC) ainsi que les pertes des réseaux AEP ne compensent pas les prélèvements sur le sous bassin versant.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.12 Unité Baraize

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

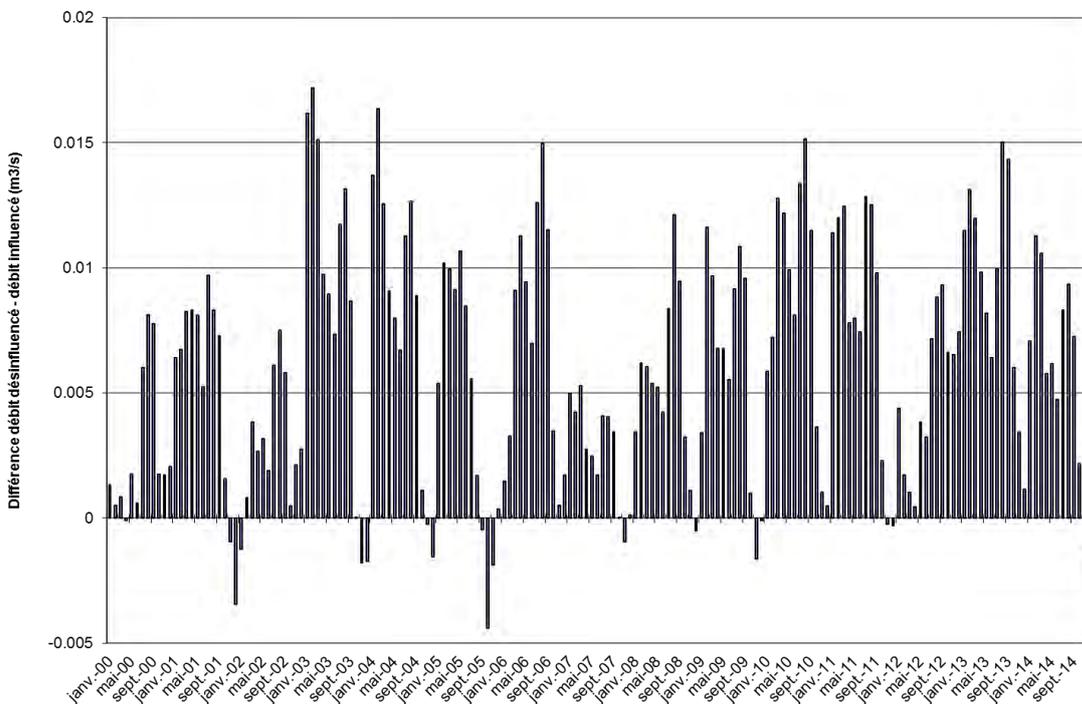


Figure 5-92 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Baraize

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-36 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Baraize

Baraize	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	0.011	0.389
Débits désinfluencés (m3/s)	0.019	0.395
Différence (m3/s)	0.008	0.006
Différence (%)	42.1%	1.5%

Sur l'unité Baraize, l'analyse montre que le débit « naturel » du cours d'eau est supérieur au débit actuel sur la grande majorité de la période d'étude.

Les écarts les plus importants s'observent entre les mois de janvier à mars (période de remplissage des plans d'eau déconnectés) et de juillet à septembre (étiage). Les écarts observés sur les débits sont de l'ordre 10 l/s à 15 l/s en moyenne chaque année.

La différence entre les débits influencés et désinfluencés est plus faible, voire négative pour certaines années, sur les mois d'octobre à décembre. Sur cette période la tendance s'inverse et les rejets permettent de compenser les prélèvements sur le sous-bassin versant.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

### 6.4.2.13 Unité Sarthe médian

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

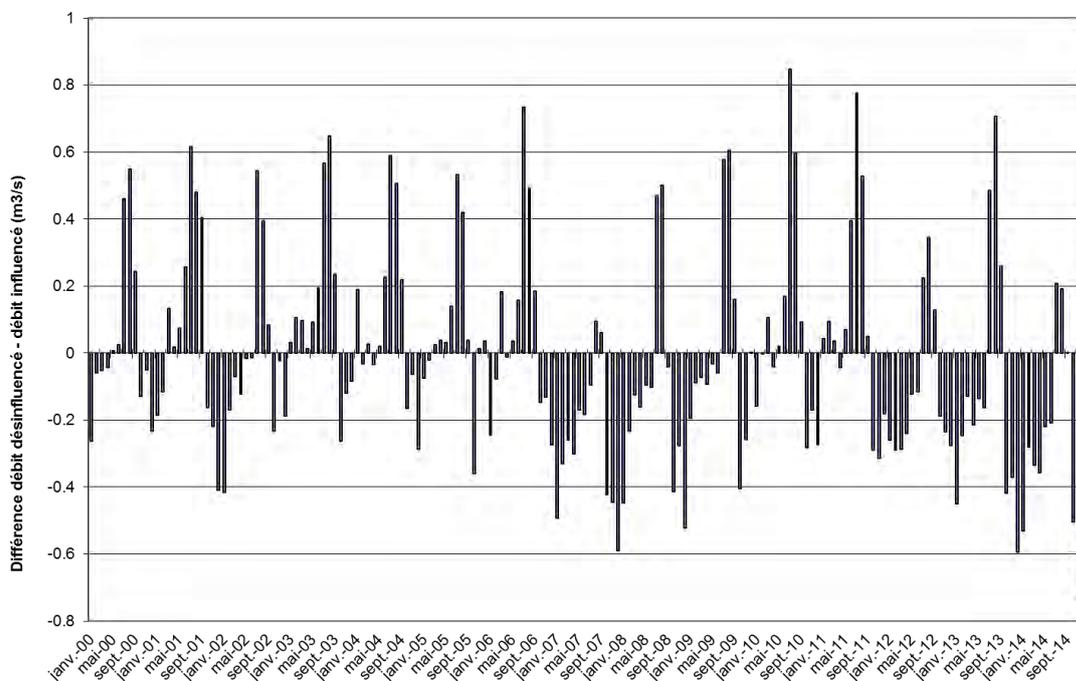


Figure 5-93 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Sarthe médian

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-37 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Sarthe médian

Sarthe médian	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	9.200	51.930
Débits désinfluencés (m3/s)	9.752	51.916
Différence (m3/s)	0.552	-0.014
Différence (%)	5.7%	0.0%

Sur l'unité Sarthe médian, deux constats peuvent être faits :

- D'octobre à mai, le débit « naturel » égal ou inférieur au débit influencé. Sur cette période, les pressions de prélèvements sont moindres et sont compensées par les rejets.
- Sur les mois d'été (juin à septembre), la tendance s'inverse. Le débit désinfluencé devient supérieur au débit influencé. Sur cette période les pressions se renforcent (prélèvements agricoles, pertes par évaporation des plans d'eau) et ne sont plus compensées par les rejets. Les écarts obtenus varient généralement entre 100 l/s et 700 l/s.



## RAPPORT AVANCEMENT PHASE 2

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

Pour 2007, 2008 et 2014, les écarts constatés peuvent s'expliquer par un contexte climatique défavorable. En effet, les besoins en eau en été ont été moindres. Ainsi, les prélèvements, notamment agricoles, ont été moins importants et ont été compensés par les rejets.

De manière générale, il est à noter toutefois que les résultats obtenus ici sont fortement conditionnés par ceux obtenus sur les sous bassins versants amont. En effet, l'hydrologie désinfluencée de la Sarthe médian est influencée par celles des sous bassins versants amont.

### 6.4.2.14 Unité Sarthe aval

La figure suivante présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

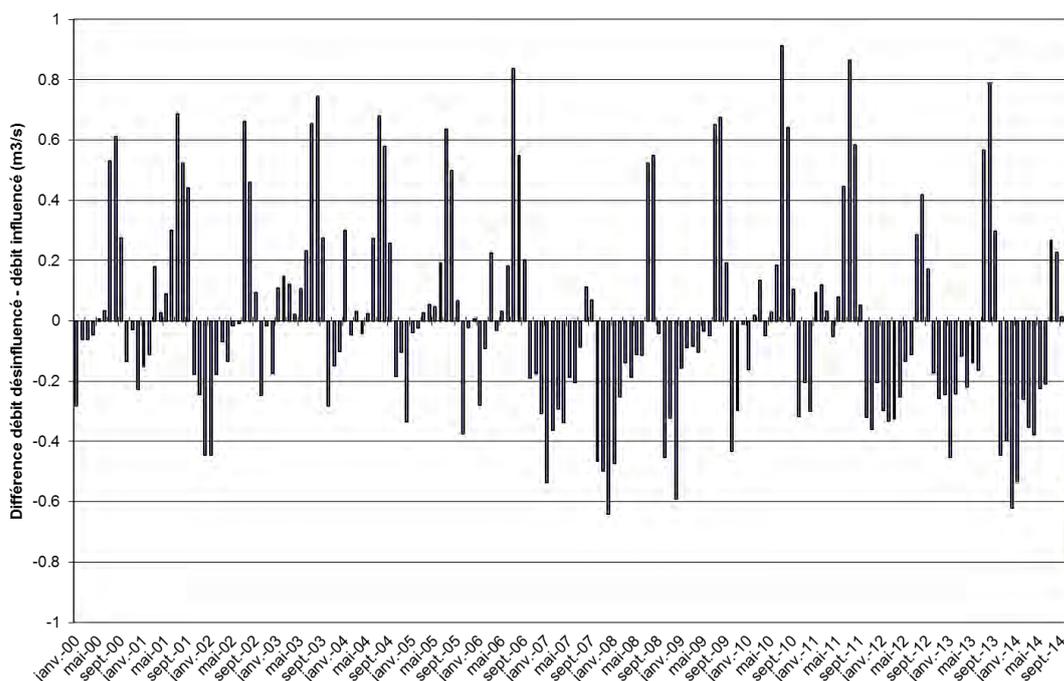


Figure 5-94 : Différence entre les débits mensuels désinfluencés et influencés sur l'unité Sarthe aval

Le tableau ci-après présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

Tableau 5-38 : Comparaison des débits caractéristiques en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'unité Sarthe aval

Sarthe aval	QMNA5	Module
Débits influencés (m3/s)	9.536	53.673
Débits désinfluencés (m3/s)	10.161	53.668
Différence (m3/s)	0.625	-0.005
Différence (%)	6.2%	-0.01%

Sur l'unité Sarthe aval, le fonctionnement est identique à celui de l'unité Sarthe médian. Ainsi, le débit « naturel » est supérieur au débit influencé sur les mois d'été. A l'inverse, sur le reste de l'année, le débit « naturel » est inférieur au débit influencé. Sur cette période, les pressions de prélèvements sont moindres et sont compensées par les rejets.



### 6.5 Synthèse des résultats

A partir des résultats obtenus par unité de gestion, il est possible de dresser la typologie suivante des bassins versants en fonction du rapport entre hydrologie influencée (débit « actuel ») et désinfluencée (débit « naturel ») sur l'ensemble de la période d'étude:

- Les bassins versants pour lesquels une augmentation nette des débits disponibles en rivière sur l'ensemble de la période d'étude est observée pour les débits naturels par rapport aux débits actuels (sauf années particulières). Cette situation concerne la plupart des unités de gestion, à savoir : **la Gée, la Vézanne, les Deux Fonds, le Treulon, l'Erve, la Vaige, la Taude, la Voutonne et la Baraize.**
- Les bassins versants pour lesquels une augmentation des débits est observée uniquement en période d'étiage. Sur cette période, les débits naturels sont supérieurs aux débits actuels. La tendance s'inverse en revanche sur le reste de l'année (hors période d'étiage). Cette situation concerne : **l'Orne Champenoise, la Sarthe médian et la Sarthe aval.**
- Les bassins versants pour lesquels les débits naturels sont systématiquement inférieurs aux débits actuels sur l'ensemble de la période d'étude. Cette situation concerne uniquement le bassin de la **Sarthe amont.**
- Enfin, le bassin versant de **la Vègre** a connu d'importants changements dans les usages depuis 2012. Le rapport entre hydrologie influencée (actuelle) et désinfluencée (naturelle) a donc évolué sur la période 2000-2014. Ainsi sur la période 2000-2011, les débits naturels sont supérieurs aux débits « actuels » sur la majorité de l'année (hors quelques mois d'hiver). Depuis 2012, la Vègre rejoint le fonctionnement de l'Orne Champenoise et de la Sarthe médian / aval. Une augmentation des débits est observée uniquement en période d'étiage. tendance s'inverse en revanche sur le reste de l'année (hors période d'étiage)



### SUITE DE L'ÉTUDE

Les résultats de l'hydrologie désinfluencée obtenus servent de base à la détermination des Débits Objectifs et des volumes prélevables pour chaque unité de gestion. Cette étape constitue la suite immédiate de l'étude.

Les éléments mis en évidence ici viendront également éclairer les stratégies de gestion quantitative de la ressource en eau dans les prochaines phases de l'étude.

