



Master  
HydroProtech



Génie de l'eau GE5 - M2 HydroProtech Alternance / 2016-2017

## RAPPORT D'ALTERNANCE

# BASSIN VERSANT DE LA NIEVRE : ETUDE DES IMPACTS DES PRELEVEMENTS D'EAU SUR LA RESSOURCE



Présenté par

**Benoît DELEAUD**

Septembre 2017

**François THOMAS, Maître d'apprentissage.....Chef du Service de l'Eau**  
**Olivier DELESTRE, Tuteur académique.....Maître de conférences**

Rapport soutenu à Sophia-Antipolis, le 29 septembre 2017 devant le jury suivant :

**Olivier Delestre, maître de conférences de Nice-Sophia-Antipolis.....Examineur**  
**Franck Tessier, professeur à l'Université de Nice-Sophia-Antipolis.....Examineur**



CONSEIL DÉPARTEMENTAL

Ecole Polytechnique de l'Université de Nice – Sophia Antipolis  
POLYTECH'NICE-SOPHIA

Département Hydroinformatique et Ingénierie de l'Eau

1645, route des Lucioles – 06 410 BIOT Cédex

Tél. +33(0)492388550 – Fax +44(0)492388502 – [hydro@polytech.unice.fr](mailto:hydro@polytech.unice.fr) – [www.polytech.unice.fr](http://www.polytech.unice.fr)



## RESUME

Durant ma dernière année de cycle ingénieur à Polytech'Nice-Sophia Antipolis, dans la spécialité Génie de l'Eau, j'ai effectué ma formation en alternance au Conseil Départemental de la Nièvre au sein du Service de l'Eau. Les activités du service sont multiples : assistance technique en assainissement, assistance technique en eau potable et suivi de la qualité des cours d'eau.

Mon maître d'apprentissage, le chef du service, Monsieur THOMAS, m'a intégré dans le secteur de l'eau potable. Ainsi, j'ai eu comme mission principale l'étude des prélèvements en eau sur la ressource du bassin versant de la Nièvre. J'ai d'abord rédigé un état des lieux du bassin versant, recensé les volumes puisés et réalisé des campagnes de mesures de débits. J'ai ensuite proposé des actions pour limiter l'impact des prélèvements d'eau sur la quantité d'eau des cours d'eau.

Aussi, lors de cette année, j'ai participé à diverses activités comme la recherche de fuites, des visites d'installations de traitement d'eau potable et d'assainissement, et des prélèvements d'eau pour quantifier la qualité des cours d'eau. De plus, j'ai rédigé des programmes de renouvellement de canalisations pour certaines collectivités.

En outre, j'ai mis en application mes connaissances acquises lors de ma formation, comme la mesure de débits, le dimensionnement hydraulique et l'utilisation de systèmes d'information géographique. Enfin, j'ai développé d'autres compétences en lien avec l'assainissement et l'eau potable.

**Mots-clés :** alternance, assainissement, Conseil Départemental de la Nièvre, eau potable, renouvellement de canalisations

## ABSTRACT

During my last year in engineering school at Polytech'Nice Sophia Antipolis, in "Génie de l'Eau" speciality, I did my apprenticeship training in the "Conseil Départemental de la Nièvre", in the water service. The service has several activities: technical support in wastewater, drinking water and watercourse monitoring.

My apprenticeship supervisor, the department head, integrated me in the tap water sector. Thus, my main mission was the study of the water removal in the Nièvre catchment. First, I wrote a situational analysis of the catchment, identified the volumes caught and made some flow measurements. Then, I suggested actions in order to limit the water withdrawal in the watercourse quantity.

Also, during this year, I participated in several activities like leak detection. I did some visits in tap water treatment and waste water treatment and realised some water sample to quantify the water quality. Moreover, I wrote some pipe renewal program for collectivities.

Furthermore, I have applied my knowledge learned in my formation, like flow measurements, hydraulic dimensioning and the use of geographic information systems. Finally, I have developed other skills linked to waste water and drinking water.

**Key-words:** apprenticeship, Conseil Départemental de la Nièvre, drinking water, pipe renewal program, waste water.



## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier François Thomas, mon maître d'apprentissage de m'avoir conseillé pendant ma dernière année de cycle ingénieur et de m'avoir donné des missions dans les divers domaines du service.

De même, je remercie chaque membre de l'équipe du service qui m'a accueilli et intégré rapidement et plus particulièrement :

- Corinne Carre-Reveniau pour les journées de prélèvements en rivière,
- Marie-Pierre Cazenave pour ses conseils en SIG,
- Sylvie Duvernay pour son accompagnement dans les formalités administratives,
- Delphine Wachtel pour sa bonne humeur,
- Alexis Aleksanderek de m'avoir formé pour la recherche de fuites,
- Yanick Perio de m'avoir fait participer à des vérifications d'autosurveillance,
- Marc Clément de m'avoir aidé à installer un seuil de mesure et de m'avoir présenté des systèmes d'épurations,
- Bernard Colloci pour m'avoir transmis une partie de son savoir et pour avoir partagé son bureau avec moi pendant quatre mois.

Aussi, je n'oublie pas les différents acteurs que j'ai rencontrés et avec qui j'ai collaboré.

De même, je remercie Olivier Delestre, mon tuteur académique pour sa disponibilité et pour avoir pris le temps de me rendre visite deux fois sur mon lieu de travail.



## SOMMAIRE

RESUME.....	1
ABSTRACT .....	1
REMERCIEMENTS .....	3
1) Introduction .....	7
2) Lieu d'apprentissage.....	7
3) Contexte.....	10
4) Législation sur les prélèvements en eau .....	12
5) Situation géographique .....	13
5.1) Département de la Nièvre .....	13
5.2) Le Climat dans le département de la Nièvre.....	14
6) Présentation du bassin versant de la Nièvre .....	16
6.1) Localisation du bassin versant.....	16
6.2) Topographie du bassin versant et son réseau hydrographique .....	17
6.3) Occupation des sols .....	19
7) Les captages du bassin versant de la Nièvre.....	21
7.1) Localisation des captages .....	21
7.2) Description des captages étudiés .....	23
7.2.1) Le captage de la Letterie à Beaumont-la-Ferrière .....	23
7.2.2) Le captage du Moulin Gignault à Saint-Benin-des-Bois -SIAEP des Amognes-.....	24
7.2.3) Le captage de la Brière à Saint-Martin d'Heuille -SIAEP d'Urzy-Saint-Martin d'Heuille- .....	25
7.3) Suivi des débits des cours d'eau.....	27
8) Impacts pour la biologie .....	31
9) Actions pour limiter l'impact des prélèvements.....	33
9.1) Augmenter la valeur des rendements des réseaux.....	33
9.2) Etanchéfier les ouvrages de captation de l'eau .....	34
9.3) Modifier la planification du pompage.....	34
9.4) Réguler l'alimentation de la station .....	36
9.5) Dimensionner des interconnexions .....	36
10) Conclusion.....	41
Liste des acronymes .....	42
Bibliographie .....	43
Annexes.....	44

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : organigramme du -SDE- .....	8
Figure 2 : graphique de la répartition des prélèvements d'eau douce par grands usages en 2013 en France métropolitaine .....	10
Figure 3 : graphique de la répartition des prélèvements d'eau en 2014 dans le département de la Nièvre .....	11
Figure 4 : carte de localisation de la Nièvre en France .....	13
Figure 5 : graphique des normales de températures et de précipitations dans le département de la Nièvre .....	14
Figure 6 : carte des précipitations moyennes annuelles de la Nièvre .....	15
Figure 7 : carte de localisation du bassin versant de la Nièvre dans le département de la Nièvre .....	16
Figure 8 : carte du réseau hydrographique et de la topographie du bassin versant de la Nièvre .....	17
Figure 9 : carte des bassins versants dans le bassin versant de la Nièvre .....	18
Figure 10 : carte de l'occupation des sols dans le bassin versant de la Nièvre .....	19
Figure 11 : graphique de la répartition de l'occupation des sols dans le bassin versant de la Nièvre ...	20
Figure 12 : graphique des volumes produits [m <sup>3</sup> ] par les captages lors de l'année 2015 .....	21
Figure 13 : graphique des volumes journaliers produits [m <sup>3</sup> ] par les captages en 2015 .....	21
Figure 14 : carte de localisation des captages dans le bassin versant de la Nièvre .....	22
Figure 15 : carte des périmètres de protection de La Letterie .....	23
Figure 16 : carte des périmètres de protection de Moulin Gignault .....	25
Figure 17 : carte des périmètres de protection de La Brière .....	26
Figure 18 : graphique de l'évolution des débits des cours d'eau en fonction du temps .....	27
Figure 19 : photographies du montage de mesure de débit -seuil rectangulaire et sonde à ultrason- ...	28
Figure 20 : graphique de l'évolution du débit entre le 22 mai et le 28 mai 2017 .....	29
Figure 21 : évolution de la hauteur d'eau en relation avec le fonctionnement de la station d'eau potable du SIAEP d'Urzy-Saint-Martin-d'Heuille .....	31
Figure 22 : évolution de la vitesse d'écoulement de l'eau avec le fonctionnement de la station d'eau potable du SIAEP d'Urzy-Saint-Martin-d'Heuille .....	32
Figure 23 : graphique comparant les débits mesurés et les débits simulés dans le cours d'eau à l'aval du captage du Moulin Gignault .....	35
Figure 24 : tracé de la canalisation reliant le réservoir de Sangué au réservoir des Rompées .....	37
Figure 25 : profil altimétrique entre le réservoir de Sangué et le réservoir des Rompées .....	37
Figure 26 : tracé de la canalisation reliant la source de la Fontaine du Geai -commune de Nolay- au réservoir des Rompées .....	38
Figure 27 : Profil altimétrique entre la source de la Fontaine du Geai et le réservoir des Rompées .....	38
Figure 28 : Tracé de la canalisation reliant le réservoir de Sichamps au réservoir de Beaumont-la-Ferrière .....	39
Figure 29 : Profil altimétrique entre le réservoir de Sichamps et le réservoir de Beaumont-la-Ferrière .....	39
Figure 30 : Tracé de la canalisation reliant Prémery au réservoir de Beaumont-la-Ferrière .....	40
Figure 31 : Profil altimétrique entre Prémery et le réservoir de Beaumont-la-Ferrière .....	40
Figure 32 : Tracé de la canalisation reliant l'Agglomération de Nevers au SIAEP d'Urzy Saint-Martin-d'Heuille .....	40

## 1) Introduction

L'alimentation en eau potable de la population est une nécessité. L'eau utilisée pour l'adduction en eau potable provient de ressources souterraines -nappes- et de surface -cours d'eau-. En 2013, en France métropolitaine, 5,3 milliards de mètres cubes d'eau ont été prélevés pour l'adduction en eau potable. Aussi, dans le département de la Nièvre, plus de 18 millions de mètres cubes ont été produits pour la consommation humaine.

Cependant, les prélèvements de cette ressource n'ont-ils pas un effet négatif sur le milieu naturel ? En effet, lors des périodes d'étiages, sur le bassin versant de la Nièvre, certains cours d'eau connaissent des chutes de débits significatives, voire même des assèchs.

Dans le cadre du contrat de rivière Nièvre, ce rapport comportera un état des lieux du bassin versant de la Nièvre -topographie, réseau hydrographique, occupation des sols-. De plus, les volumes prélevés seront renseignés. Aussi, ce document doit permettre d'identifier les impacts des prélèvements. Enfin, des propositions seront apportées pour une gestion de l'eau plus adaptée au regard du milieu.

## 2) Lieu d'apprentissage

### Le Conseil Départemental

Le Conseil Départemental de la Nièvre (58) est mon employeur pour l'année de 2016-2017.

Chaque département français possède son Conseil Départemental. Les départements sont divisés en cantons dont les élus siègent aux assemblées départementales.

En Nièvre, il y a 17 cantons. Chacun est représenté par deux conseillers départementaux élus au suffrage universel. Ces deux conseillers sont une femme et un homme. Lors des assemblées, 34 conseillers sont donc présents.

Tous les 6 ans, les conseils départementaux sont renouvelés dans leur intégralité.

Le Conseil Départemental est présidé par un membre du Conseil Départemental. Il est élu et constitue l'organe exécutif du Conseil Départemental. Le président actuel est monsieur Patrice Joly.

### Les compétences du Conseil Départemental

Le Conseil Départemental est divisé en quatre grands axes [C-D NIEVRE] :

- les finances et la performance,
- l'administration et les ressources,
- l'aménagement et le développement des territoires,
- les solidarités, la culture et le sport.

Les missions de ces pôles sont diverses. J'ai choisi de présenter le pôle dans lequel j'ai effectué mon alternance ; le pôle -aménagement et développement des territoires-.

### Le pôle aménagement et développement des territoires

Ce pôle est lui-même divisé en trois directions :

- la direction du développement territorial dans lequel le Service de l'Eau fait partie,
- la direction du patrimoine routier et des mobilités,
- la direction du patrimoine bâti.

### Le Service de l'Eau

J'ai effectué mon année d'alternance au Service De l'Eau -SDE-. Le -SDE- existe depuis 1991.

## L'effectif du Service De l'Eau

Le -SDE- est constitué de 9 personnes, comme présenté dans l'organigramme ci-dessous.

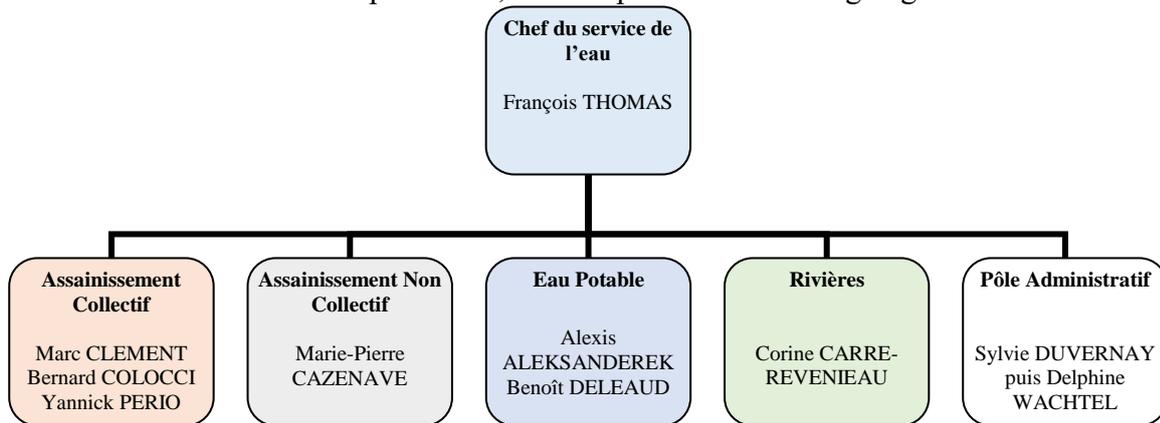


Figure 1 : organigramme du -SDE-

Celui-ci réunit plusieurs missions.

- Premièrement, **une mission** de Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration -SATESE-: c'est un conseil apporté aux collectivités concernant l'assainissement collectif. Des suivis annuels sont réalisés afin de caractériser le fonctionnement des stations sur le département. De plus, le service peut se porter comme assistant à maîtrise d'ouvrage lors de projets de constructions ou de réhabilitations d'équipements.
- Deuxièmement, **une mission de** service d'assistance technique pour l'assainissement non collectif : une aide est apportée aux collectivités pour le **bon fonctionnement des ouvrages de manière pérenne et assurant un rejet de qualité dans l'environnement**. Il accompagne les Services Publics d'Assainissement Non Collectif -SPANC-.
- Troisièmement, **une mission de** service en eau potable : des visites d'installations sont réalisées pour déterminer l'état du patrimoine, proposer des aménagements pour optimiser les filières de traitement, augmenter les rendements des réseaux et protéger la ressource en eau.
- Quatrièmement, **une mission de** service pour la qualité des cours d'eau : des prélèvements réguliers sont effectués dans les cours d'eau nivernais dans le but de caractériser l'état général des ressources.
- Cinquièmement, **une mission de recueil de données et d'informations pour former un observatoire de l'eau départemental**.

### Les acteurs en étroite collaboration avec le -SDE-

Le -SDE- travaille essentiellement avec les agences de l'eau -Loire Bretagne et Seine Normandie- dont les buts principaux sont de limiter les pollutions, d'informer et concilier les différents acteurs de l'eau et enfin de protéger la ressource en eau. Les agences de l'eau, par l'intermédiaire de redevances -préleveur/payeur et pollueur/payeur- récoltent de l'argent dans le but de le redistribuer aux acteurs afin d'améliorer la qualité des services.

Aussi, le -SDE- collabore avec l'Agence Régionale de la Santé -ARS-. L'-ARS- veille quant à la qualité et la sécurité de l'alimentation en eau de la population et à la qualité des eaux de baignade.

De surcroît, le-SDE- travaille avec la Direction Départementale des Territoires -DDT-. Elle a un rôle de police de l'eau. En effet, la -DDT- réalise des contrôles sur la gestion de la ressource. Aussi, elle contrôle le respect des réglementations quant aux pollutions diffuses. Enfin, elle a un rôle majeur dans l'élaboration de plans contre les risques naturels majeurs.

Le -SDE- travaille aussi avec le laboratoire départemental. Les techniciens du -SDE- apportent les prélèvements effectués sur le terrain et le laboratoire les analyse. Le laboratoire transmet par la suite les résultats des analyses et les agents du -SDE- les traitent.

### Mes missions

Je suis intervenu principalement pour le volet « Eau potable », dans lequel j'ai recueilli et analysé les rendements des réseaux des collectivités. J'ai mis en évidence les rendements des réseaux de 2015. De plus, j'ai participé à l'élaboration d'un programme de gestion patrimoniale -programme de renouvellement de canalisations- sur plusieurs collectivités afin d'établir un programme de travaux et d'estimer un coût du prix de l'eau pour financer ces travaux.

Par ailleurs, j'ai effectué des visites d'assistance technique pour les installations d'eau potable. L'intérêt est d'analyser le fonctionnement des ouvrages, d'inspecter l'état des installations, d'effectuer des analyses sur l'eau et de promulguer des conseils pour l'entretien et l'amélioration des équipements. De plus, les compteurs sont relevés et les valeurs sont par la suite utilisées pour caractériser le rendement des réseaux et la consommation électrique.

J'ai aussi été amené à rechercher des fuites. A l'aide d'un corrélateur acoustique et de deux capteurs reliés par radio pointés sur la canalisation suspectée, la détection de la fuite se calcule avec la vitesse du son traversant la conduite. La fuite génère un bruit et le son se propage de part et d'autre de la canalisation. L'écart de temps de propagation du bruit entre les deux capteurs permet de déterminer la localisation de la fuite. Enfin, la fuite est matérialisée par un pic sur l'écran du corrélateur. Ainsi, la distance entre les deux capteurs représente la localisation de la fuite.

J'ai également effectué des mesures de débits dans des cours d'eau du bassin versant de la Nièvre, directement affectés par des stations d'eau potable, pour mettre en évidence les variations de débits au cours de l'année et principalement lors des étiages. L'intérêt de ce travail est de corrélérer l'impact des prélèvements pour l'eau potable et de donner des indications quant à la pratique de ces prélèvements.

De même, j'ai pris part à la réalisation de mesures en assainissement pour la réalisation de bilans de performance des stations d'épuration. Ces bilans servent à quantifier et à qualifier les effluents en entrée et en sortie de la station. Ainsi, une synthèse sur le fonctionnement de la station peut être diffusée. Avec les techniciens du service, j'ai effectué des visites de conseil à l'exploitation des stations et à des prélèvements d'échantillons.

J'ai aussi participé à l'élaboration d'un manuel d'autosurveillance dans lequel sont renseignés tous les organes du réseau d'assainissement servant à comprendre le fonctionnement du système de collecte et de rejet. Les déversoirs d'orages et les postes de relevages sont identifiés et localisés. Ceux-ci permettent de définir si des équipements de mesures doivent être installés. L'installation d'appareils de mesures est obligatoire si le déversoir d'orage est relié à une partie de réseau de collecte supérieure à 120 kg/DBO5/jour. Pour ce manuel, j'ai représenté le réseau de collecte sur un plan à l'aide du logiciel MapInfo.

J'ai participé à l'étalonnage du matériel sur des stations d'épuration -débitmètres- et à l'installation de logiciels de gestion des systèmes d'assainissement dans les collectivités.

En sus, j'ai accompagné la technicienne travaillant dans le service rivière pour prélever des échantillons dans le but de caractériser la qualité des cours d'eau. Ainsi, des mesures de différents paramètres sont effectuées : pH, conductivité, température de l'eau, oxygène dissous.

Enfin, j'ai représenté le service lors d'un comité de pilotage concernant la biodiversité dans le département.

### 3) Contexte

#### Au niveau national

En 2013, en France, selon l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques -**ONEMA**, aujourd'hui appelé l'Agence Française pour la Biodiversité-, 33 milliards de mètres cubes d'eau douce ont été prélevés [SOeS. 2016]. Environ 50 % de ces volumes ont été utilisés pour le refroidissement des centrales électriques : dans ce cas, la majorité de l'eau prélevée est restituée au milieu naturel proche du lieu de prélèvement.

La répartition des prélèvements en France métropolitaine est donnée dans le graphique de la figure 1 pour l'année 2013.

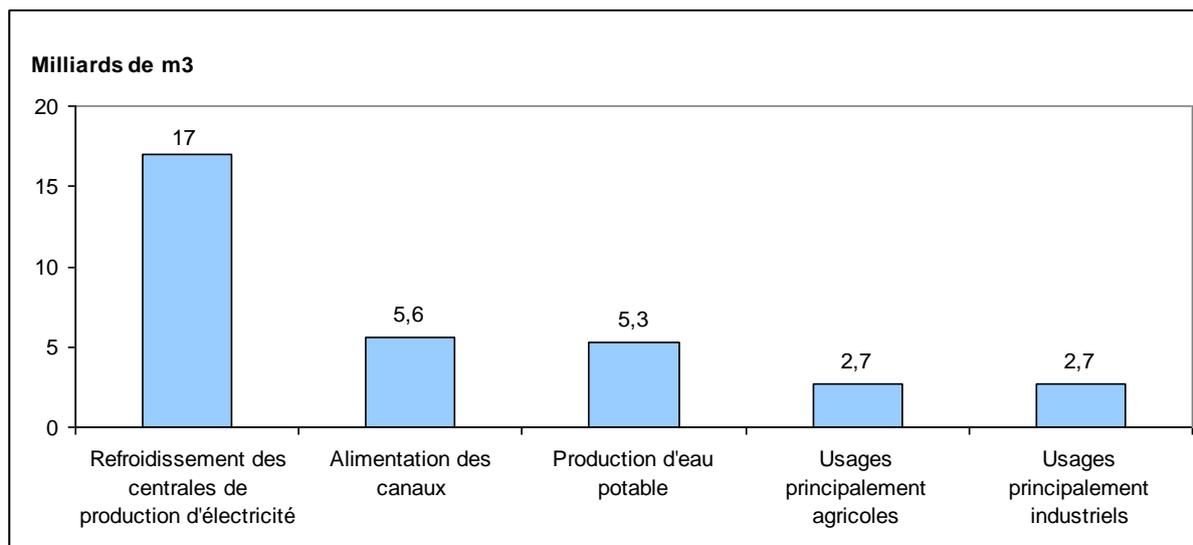


Figure 2 : graphique de la répartition des prélèvements d'eau douce par grands usages en 2013 en France métropolitaine

Source : Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau -BNPE-

En enlevant les volumes nécessaires au refroidissement des centrales de production d'électricité et à l'alimentation des canaux, 11 milliards de mètres cubes ont été prélevés. Pour uniquement la production d'eau potable, le volume utilisé par habitant représente une moyenne de 80 mètres cubes.

Sur la totalité du volume capté, 80 % proviennent des eaux de surface -la majorité est utilisée pour les usages des centrales électriques et l'alimentation des canaux-.

A contrario, 68 % de l'eau captée pour la production d'eau potable est puisée dans les eaux souterraines. Le recours aux eaux souterraines permet en général d'avoir une ressource moins vulnérable aux risques -pollutions- et de meilleure qualité initiale.

#### Au niveau départemental de la Nièvre

En 2014, dans le département, 2 111 532 667 m<sup>3</sup> ont été prélevés [BNPE. 2017]. Les valeurs des volumes sont disponibles en annexe 1 et la répartition par collectivité en annexe 2.

Le graphique de la répartition des prélèvements est inscrit dans la figure 3.

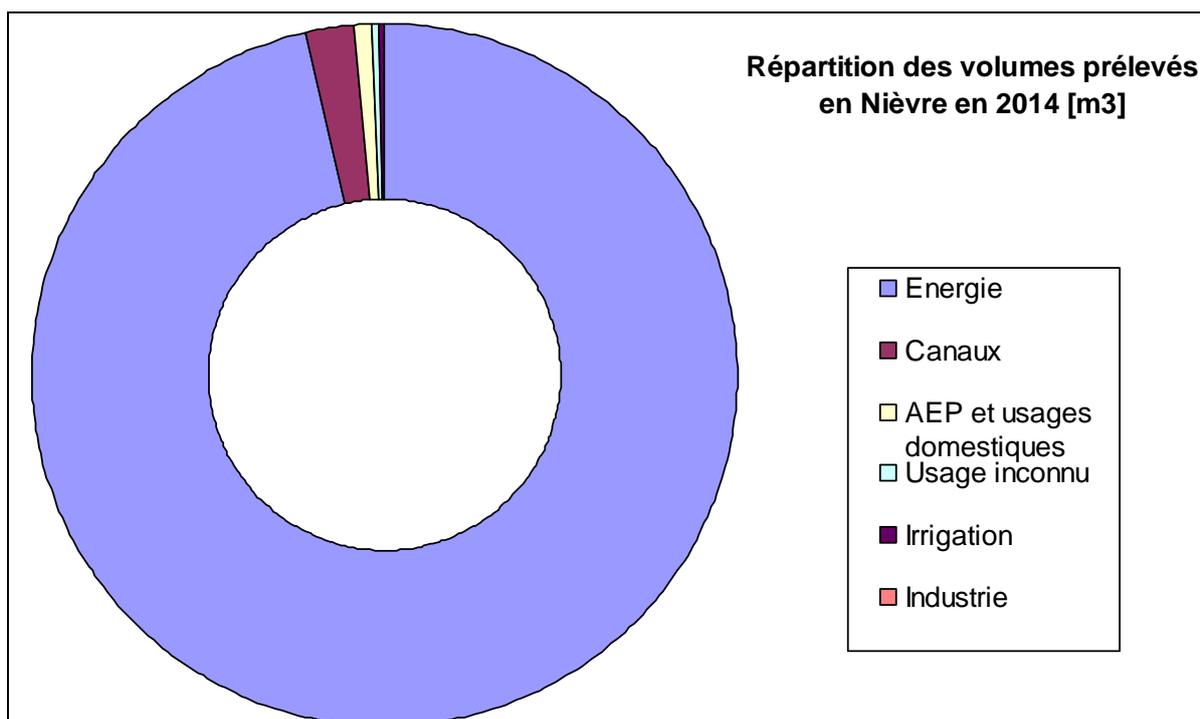


Figure 3 : graphique de la répartition des prélèvements d'eau en 2014 dans le département de la Nièvre

Source : BNPE complété avec les données du département

La part eau pour l'énergie représente 96 % des prélèvements totaux.

En retirant les volumes utilisés pour la partie énergie et pour l'alimentation des canaux -volumes restitués dans l'environnement suite à une utilisation-, dans le département, en 2014, 78 983 386 m<sup>3</sup> ont été prélevés.

Pour l'alimentation en eau potable, 18 755 241 m<sup>3</sup> ont été produits -89 % de l'eau provient du sous-sol- et 4 023 648 l'ont été pour l'irrigation -57 % provient du sous-sol-.

### **Au niveau du bassin versant de la Nièvre**

Pour la même année 2014, dans le bassin versant de la Nièvre, selon les sources récoltées par le département aux collectivités et avec des précisions du -BNPE-, 1 870 364 m<sup>3</sup> d'eau ont été prélevés - annexe 3-.

Sur le volume total prélevé, 95,5 % de l'eau était pour l'adduction d'eau potable, 5,4 % pour l'industrie et 0,1 % pour l'irrigation.

L'eau prélevée provient des ressources souterraines et des cours d'eau. Toutefois, quels sont les règlements à respecter sur ces volumes captés ?

#### 4) Législation sur les prélèvements en eau

Selon l'article R214-1 du code de l'environnement, en fonction des volumes captés sur la ressource, les prélèvements en eau sont soumis à autorisation ou à déclaration. Ces deux procédures ont un degré de justification différente. La procédure de déclaration est moins contraignante que celle d'autorisation.

Par exemple, en ce qui concerne les prélèvements provenant d'un système aquifère, la procédure est soumise à déclaration si le volume est compris entre 10 000 m<sup>3</sup> par an et inférieur à 200 000 m<sup>3</sup> par an alors qu'elle est soumise à autorisation lorsqu'elle est au moins égale à 200 000 m<sup>3</sup> par an.

La procédure d'autorisation requiert un délai administratif plus long que celui de la déclaration.

Aussi, selon l'article L214-18 du code de l'environnement, un débit réservé doit être conservé dans le cours d'eau. Le débit réservé est un débit minimal à respecter, permettant la vie, la circulation et la reproduction des espèces présentes. Il doit aussi assurer un débit permettant la répartition des usages de l'eau.

1. Le débit minimal doit être au moins égal au dixième du module -le module est le débit moyen inter-annuel représentant la quantité d'eau s'écoulant sur un tronçon de cours d'eau pendant une année- du cours d'eau en aval immédiat ou au débit moyen interannuel au droit de l'ouvrage calculé à partir de cinq ans minimum.

2. Pour un cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m<sup>3</sup>/s, le débit réservé doit être au moins égal au vingtième du module du cours d'eau. Il possède ensuite les mêmes conditions que le point évoqué ci-dessus.

Il est possible, sous autorisation, de déterminer des débits réservés différents en fonction des saisons. Dans ce cas, la moyenne annuelle de ces débits devra être au moins égale aux débits réservés cités ci-dessus -voir 1 et 2-. Aussi, le débit minimal s'écoulant dans le cours d'eau ne devra pas être inférieur à la moitié des débits réservés cités dans les deux points précédents.

Une dérogation est acceptée temporairement pour fixer un débit réservé inférieur au débit minimal calculé lors d'un épisode d'étiage exceptionnel.

Des contraintes plus sévères peuvent être imposées dans le cadre du SDAGE pour les zones de répartition des eaux -ZRE-. Les ZRE sont des territoires où la ressource en eau est insuffisante face aux besoins.

Pour finir, chaque captage possède un volume maximal de prélèvement autorisé -journalier ou mensuel-.

## 5) Situation géographique

### 5.1) Département de la Nièvre

La Nièvre est un département appartenant à la région Bourgogne Franche-Comté. Sa superficie mesure 6 817 km<sup>2</sup>. Ce département est peuplé par 213 569 habitants, représentant une densité de population de 31 habitants par kilomètre carré. La figure 3 situe le département dans le territoire français.

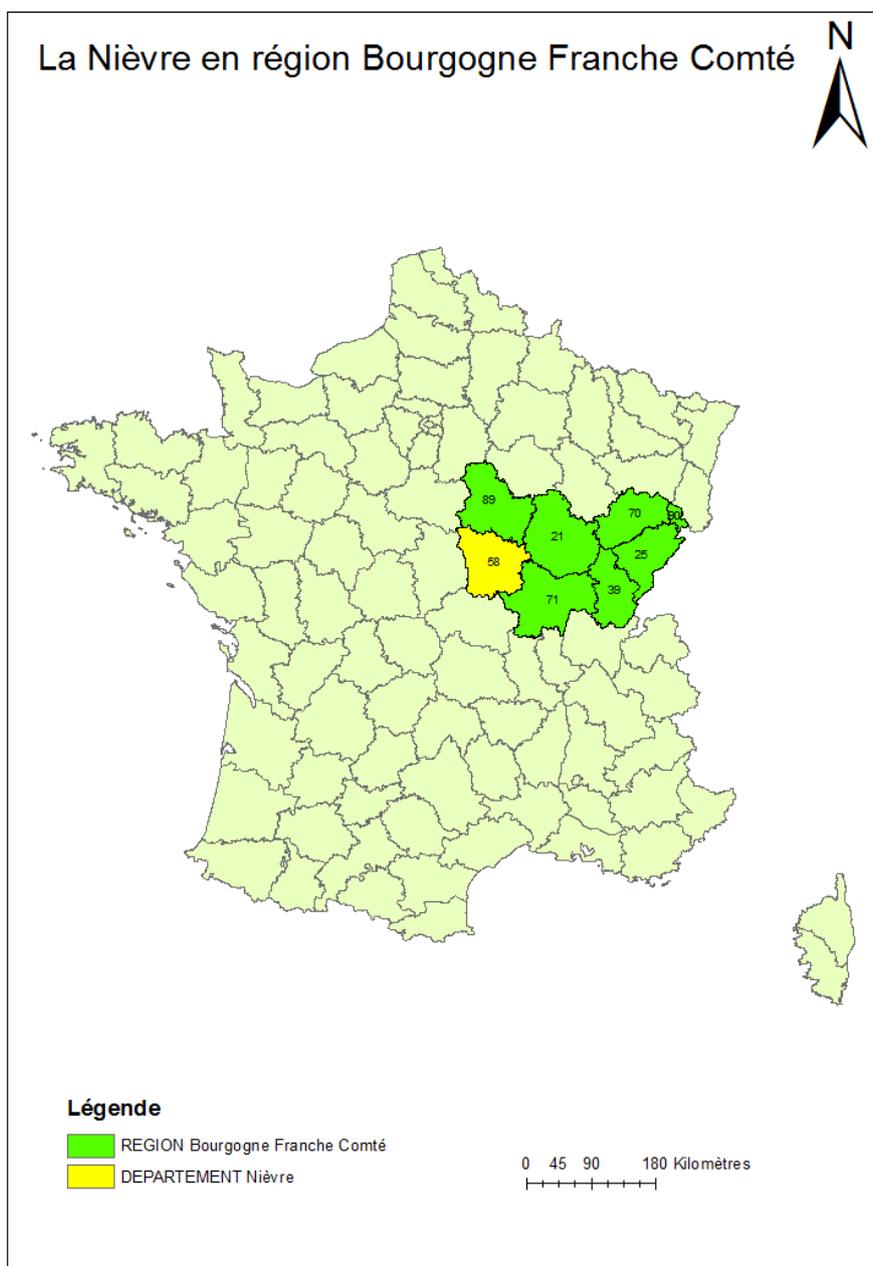


Figure 4 : carte de localisation de la Nièvre en France  
Source : « data.gouv.fr »

## 5.2) Le Climat dans le département de la Nièvre

D'après la carte du climat de Köppen-Geiger [KOTTEK et al. 2006], la Nièvre se classifie comme un climat océanique.

En effet, il est déterminé comme tempéré -la température moyenne du mois le plus froid est comprise entre 0 et 18 °C ; le mois le plus chaud comporte une température moyenne supérieure à 10 °C ; les saisons d'hiver et d'été sont marquées-, humide sans saison sèche - c'est-à-dire que des précipitations sont observées durant tous les mois de l'année- et avec un été tempéré.

Selon cette classification, la Nièvre a un climat dit CFB.

La figure 5 représente les normales sur 30 ans pour les précipitations et les températures à Nevers -1981 à 2010- et la figure 6 montre la répartition des précipitations moyennes annuelles sur le sol nivernais.

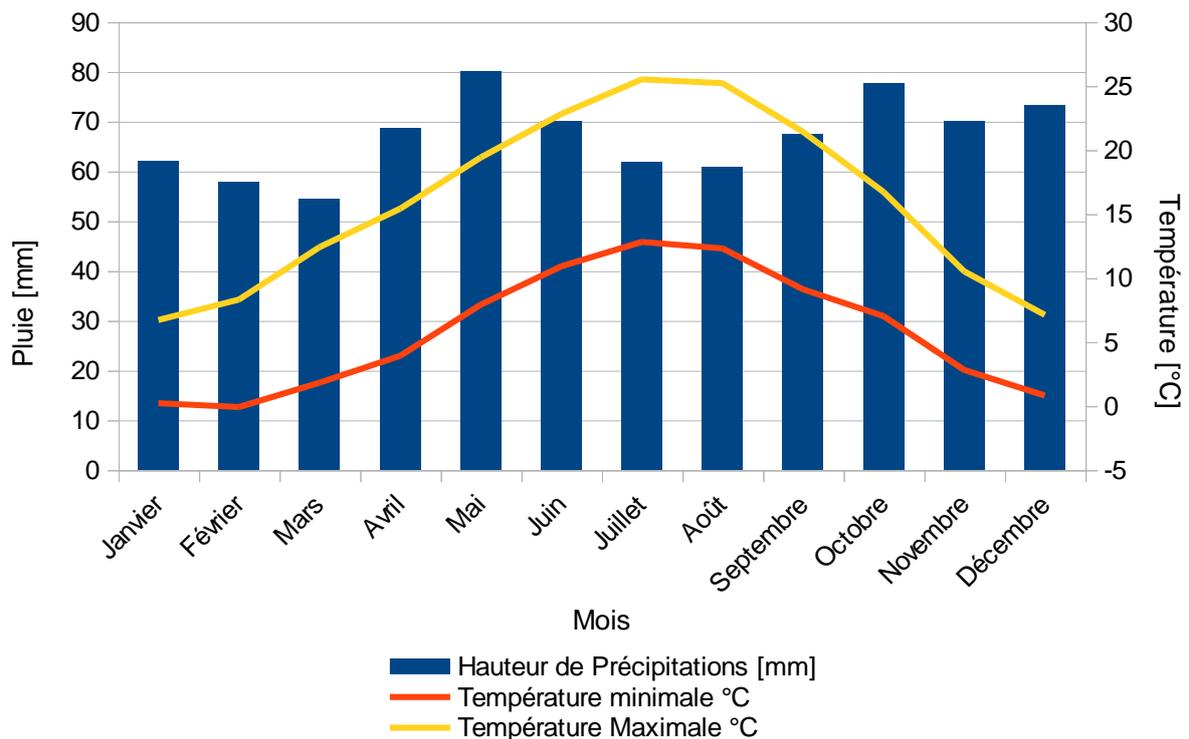
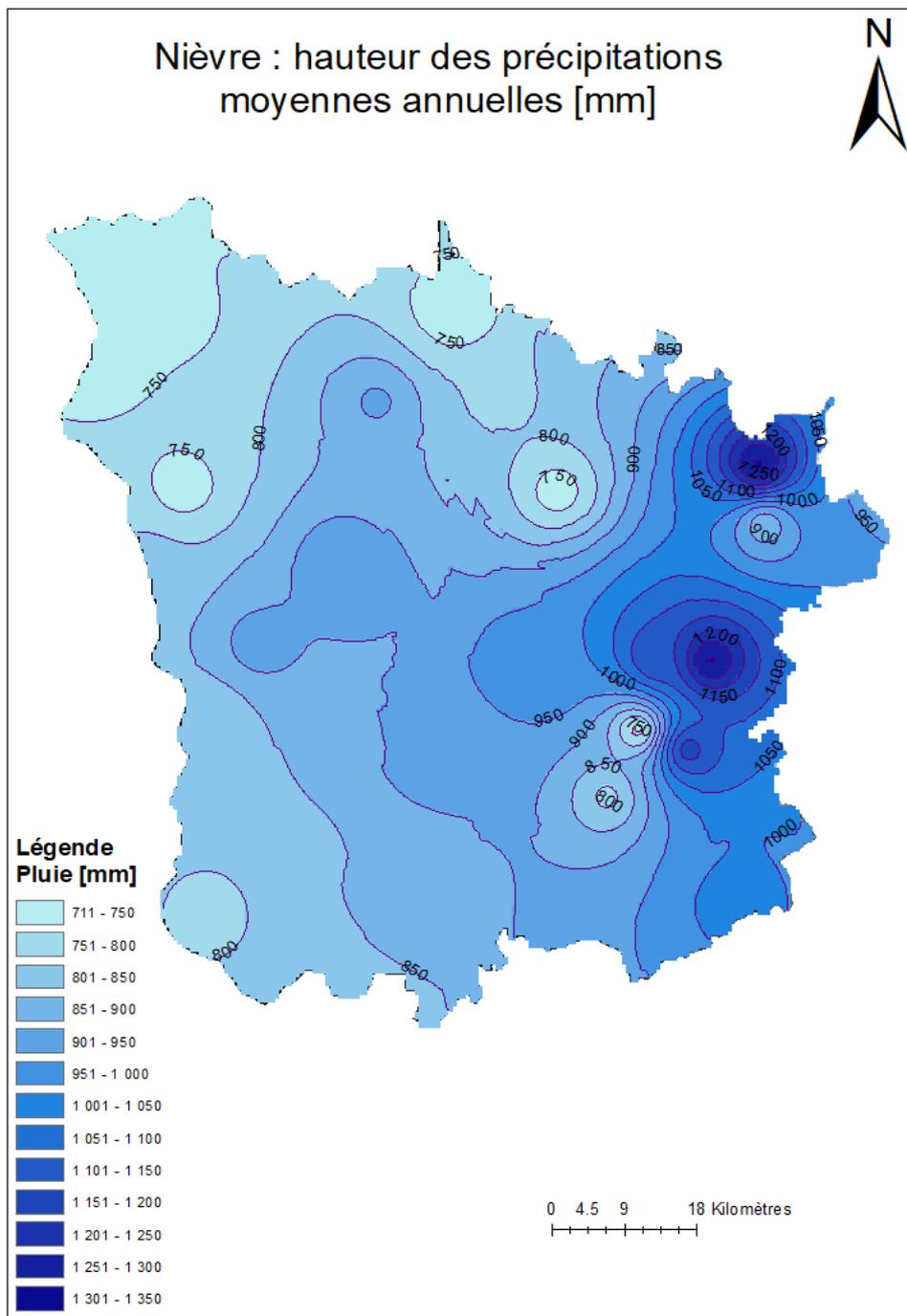


Figure 5 : graphique des normales de températures et de précipitations dans le département de la Nièvre

Source : Météo France

Ainsi, la Nièvre reçoit en moyenne 820 mm de pluie chaque année. Le mois de mai est le plus pluvieux. Ensuite, une quantité importante d'eau tombe d'octobre à décembre. Cependant, les précipitations ne varient pas significativement entre les différentes saisons.

En ce qui concerne les températures, les valeurs sont minimales durant l'hiver et maximales pendant l'été. L'évapotranspiration est donc à son maximum lors de la période de juin à septembre. C'est **durant cette période** que les problèmes de manque d'eau peuvent arriver.



*Figure 6 : carte des précipitations moyennes annuelles de la Nièvre  
Source : Météo France*

La figure 6 montre les inégalités en terme de précipitation dans le département. En effet, les quantités d'eau moyennes annuelles tombées sur le département peuvent doubler de l'Est à l'Ouest de la Nièvre. Les quantités maximales sont observées dans le massif du Morvan alors que les quantités minimales se trouvent dans la plaine de la Loire.

## 6) Présentation du bassin versant de la Nièvre

### 6.1) Localisation du bassin versant

La Nièvre est un affluent de la Loire qu'elle rejoint à Nevers en rive droite. Cette rivière naît de la confluence entre les Nièvres de Champlemy et d'Arzembouy.

Son bassin versant se situe à l'Ouest du département et a une superficie de 641 km<sup>2</sup>.

La figure 7 localise le bassin versant dans le département de la Nièvre.

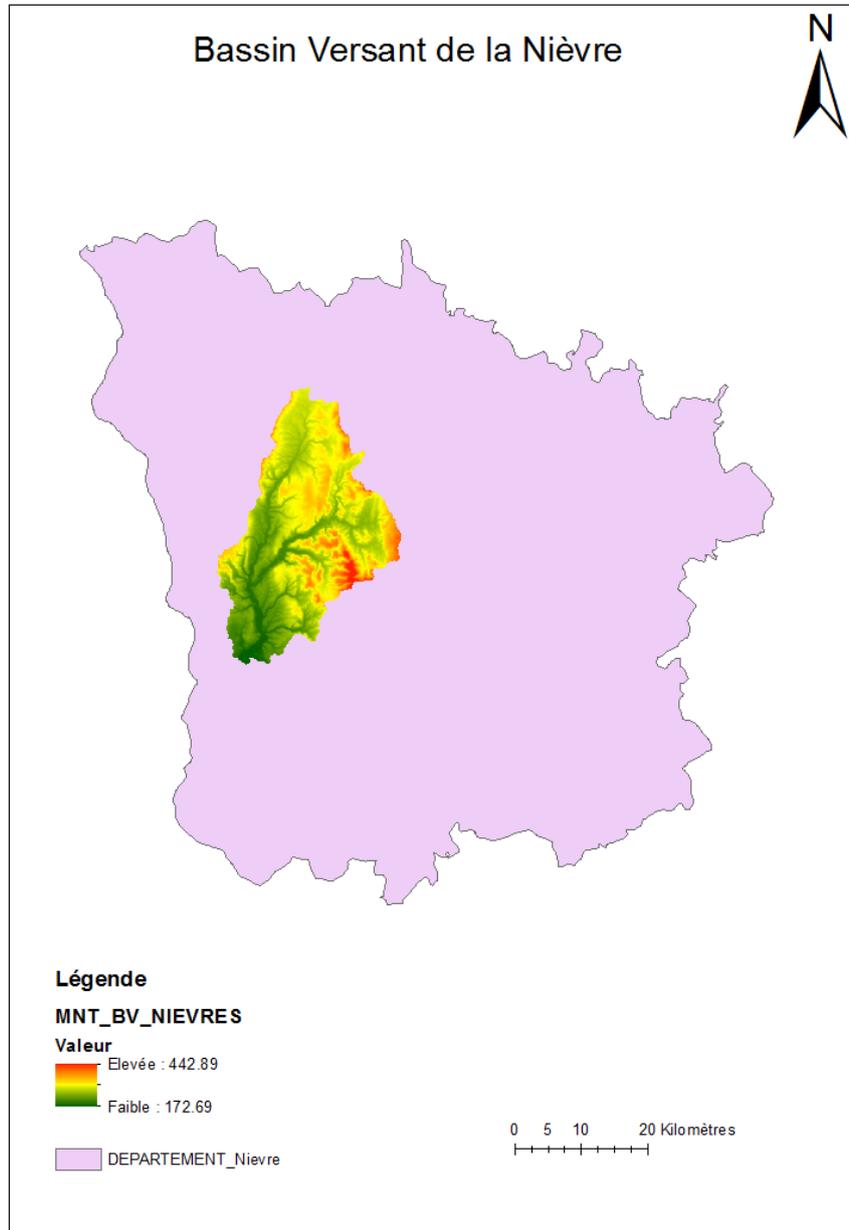


Figure 7 : carte de localisation du bassin versant de la Nièvre dans le département de la Nièvre

Source : BD ALTI® 75 m « data.gouv.fr »

## 6.2) Topographie du bassin versant et son réseau hydrographique

Le bassin versant a une altitude comprise entre 172 m et 442 m avec une altitude moyenne générale de l'ordre de 277 m. La figure 8 représente la topographie du bassin versant.

Un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de résolution 75m par 75m a été utilisé.

L'ensemble du réseau hydrographique sur le bassin versant mesure un peu plus de 400 km répartis sur une vingtaine de cours d'eau. Le réseau est tracé sur la figure 8.

L'écoulement des eaux s'effectue du Nord vers le Sud sur le bassin versant.

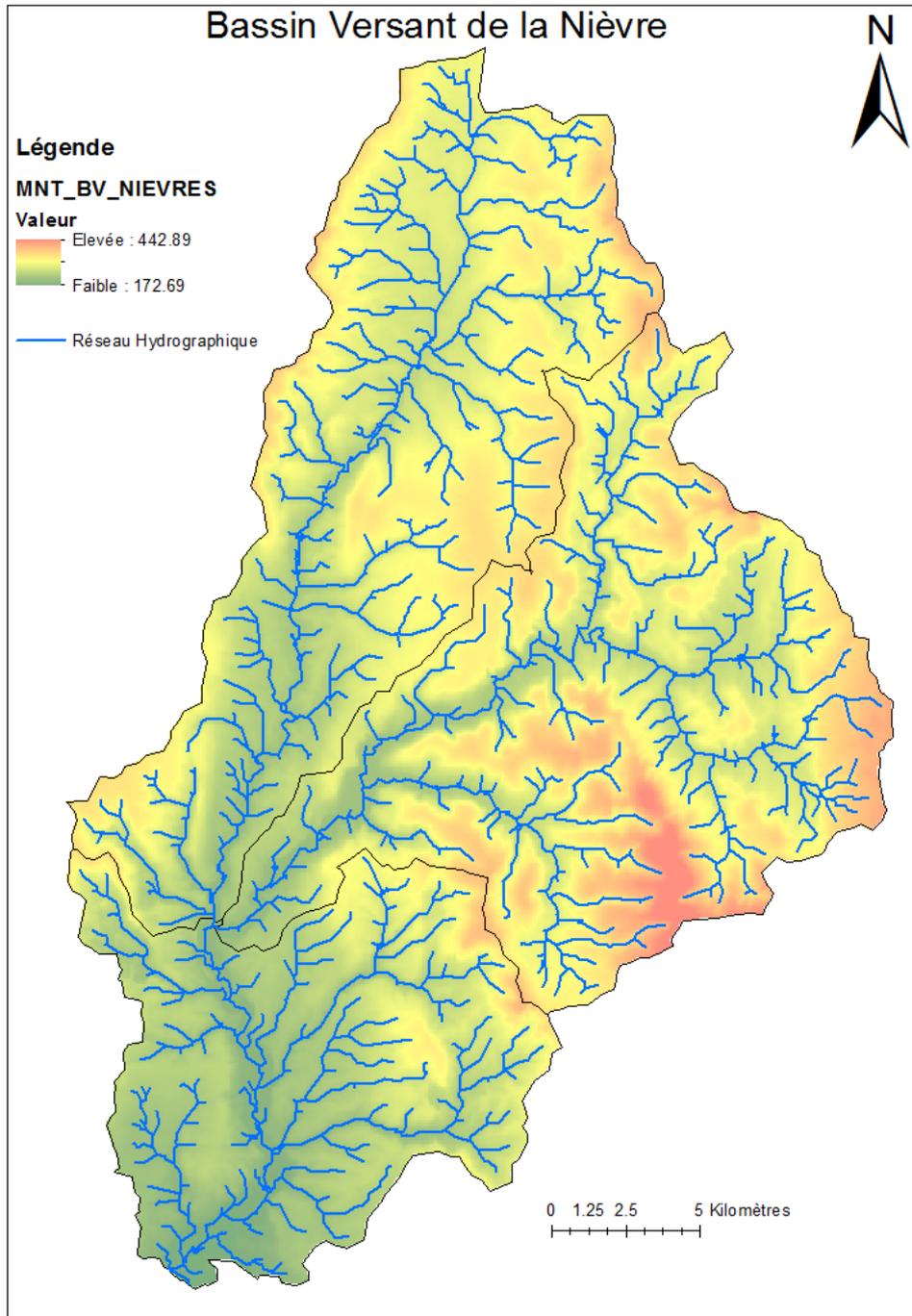


Figure 8 : carte du réseau hydrographique et de la topographie du bassin versant de la Nièvre

Source : BD ALTI® 75 m « data.gouv.fr »

Selon le SDAGE 2016/2021 Loire-Bretagne [SDAGE L-B. 2015], le bassin versant de la Nièvre est divisé en deux masses d'eau :

- la masse d'eau FRGR0224 dont le zonage s'effectue à partir de la confluence entre la Nièvre de Champlemy et la Nièvre d'Arzembouy jusqu'à la confluence dans la Loire à Nevers.
- la masse d'eau FRGR0227 dont le zonage s'effectue sur le bassin versant de la Nièvre de Champlemy depuis sa source jusque la ville de Guérigny,
- la masse d'eau FRGR0228 dont le zonage s'effectue sur le bassin versant de la Nièvre d'Arzembouy depuis sa source jusqu'à la confluence avec la ville de Guérigny.

Les trois masses d'eau sont dessinées sur la figure 9.

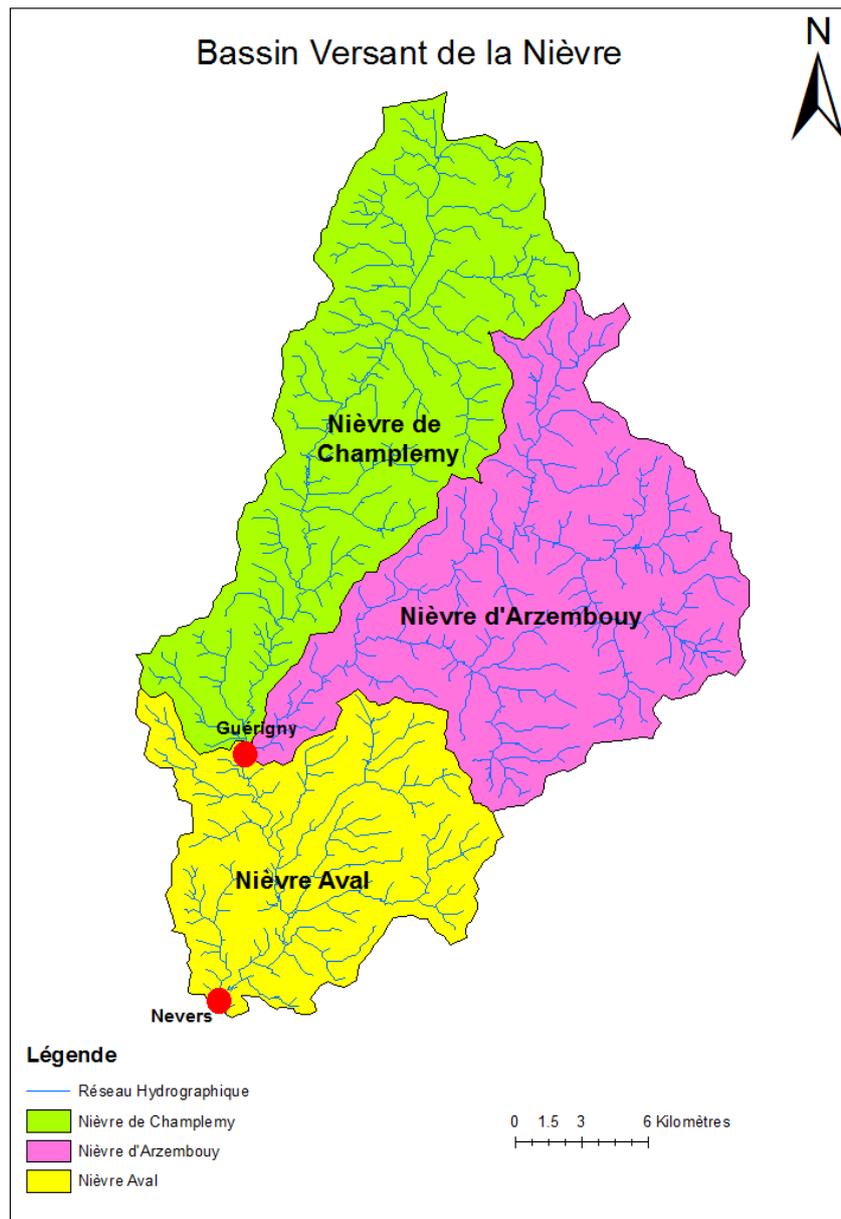


Figure 9 : carte des bassins versants dans le bassin versant de la Nièvre

Source : BD ALTI® 75 m « data.gouv.fr »

Le bassin versant de la Nièvre de Champlemy mesure 237 km<sup>2</sup>, son altitude est comprise entre 194 m et 384 m et son altitude moyenne se situe à 280 m.

Le bassin versant de la Nièvre d'Arzembouy mesure 250 km<sup>2</sup>, son altitude est comprise entre 194 m et 442 m et son altitude moyenne se situe à 298 m.

Le bassin versant de la Nièvre Aval mesure 154 km<sup>2</sup>, son altitude est comprise entre 172 m et 381 m et son altitude moyenne se situe à 237 m.

### 6.3) Occupation des sols

Avec la base de données CORINE Land COVER de 2012 (pilotée par l'Agence européenne pour l'environnement), j'ai mis en évidence les types d'occupation des sols sur le bassin versant de la Nièvre sur la figure 10.

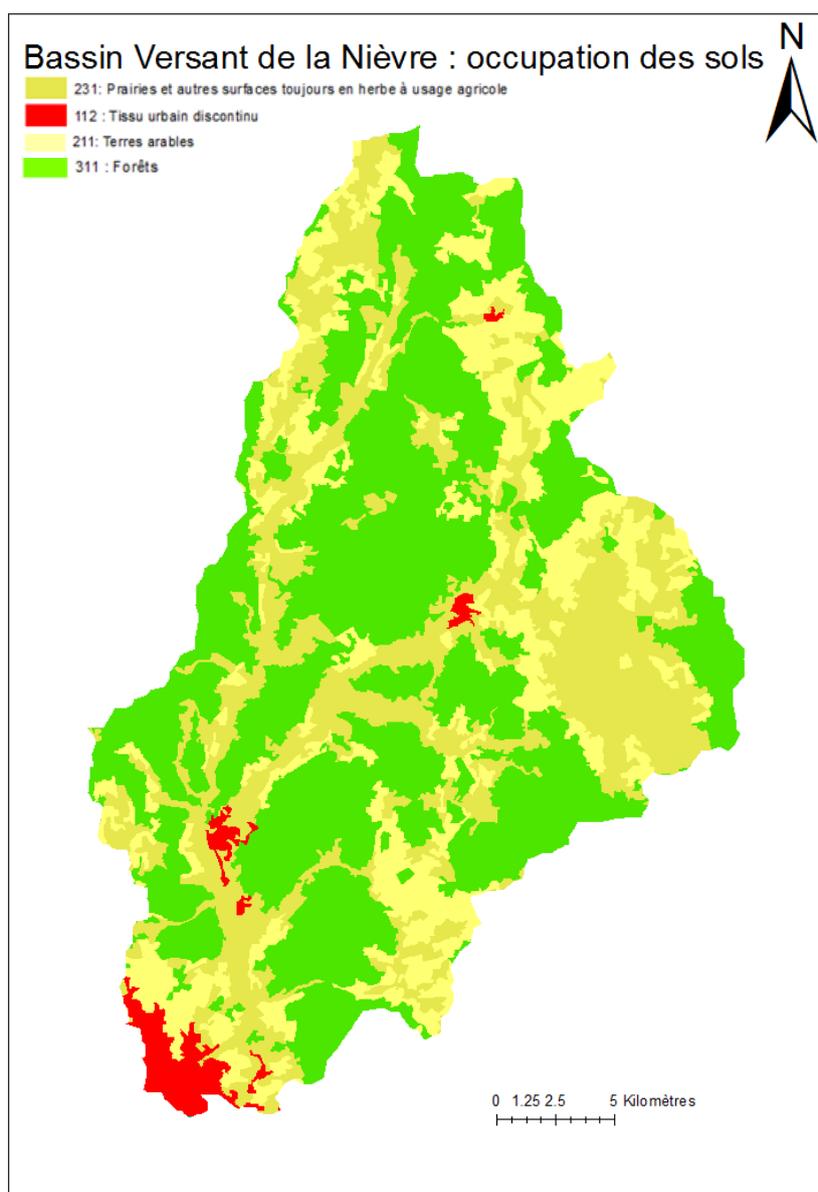


Figure 10 : carte de l'occupation des sols dans le bassin versant de la Nièvre  
Source : Corine Land Cover « [developpement-durable.gouv.fr](http://developpement-durable.gouv.fr) »

Le bassin versant est à dominante agricole -annexe 4- car le territoire est occupé majoritairement de forêts -316 km<sup>2</sup> soit 49% du territoire-, de prairies -178 km<sup>2</sup> soit 28% du territoire- et de zones agricoles -131 km<sup>2</sup> soit 20% du territoire-.

Les zones urbaines sont faiblement représentées ; elles couvrent l'agglomération de Nevers, Prémery et Guérigny -16 km<sup>2</sup> soit 3% du territoire-.

La répartition de l'occupation des sols est donnée sur la figure 11.

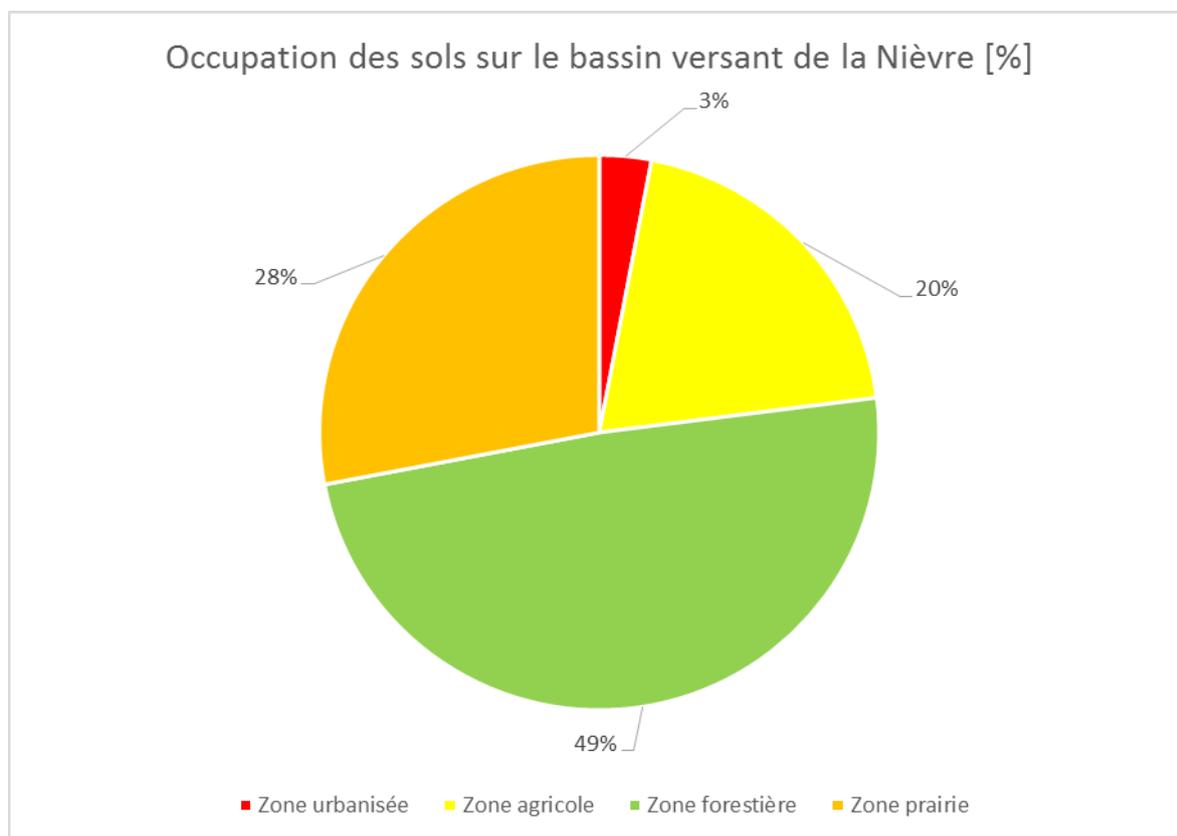


Figure 11 : graphique de la répartition de l'occupation des sols dans le bassin versant de la Nièvre

Le bassin versant de la Nièvre recouvre le territoire de 44 communes. La population municipale recensée en 2014 sur la zone d'étude est de 32 807 habitants -annexe 5-, ce qui représente 15% de la population nivernaise.

La population est inégalement répartie avec la majorité des habitants située à Nevers, Prémery et Guérigny.

## 7) Les captages du bassin versant de la Nièvre

### 7.1) Localisation des captages

Sur ce bassin versant, 18 captages sont destinés à l'adduction d'eau potable. Quatre sont localisés sur le bassin versant de la Nièvre de Champlemy, 12 sont sur le bassin versant de la Nièvre d'Arzembouy et deux sont situés sur la zone Aval de la Nièvre. La carte de la figure 14 situe les différents captages sur le bassin versant. **Un captage peut posséder une à plusieurs sources voisines les unes des autres.**

Le tableau de l'annexe 6 cite les noms des collectivités gestionnaires de ces captages et donne d'autres informations comme les codes BSS -Banque du Sous-Sol-, l'origine de la ressource en eau et le cours d'eau directement impacté par chaque captage.

Lors de l'année 2015, 1 411 030 m<sup>3</sup> -annexe 7- ont été produits pour rendre l'eau potable à partir des captages du bassin versant de la Nièvre. La figure 12 présente les volumes moyens annuels et la figure 13 présente les volumes moyens journaliers produits par ces captages.

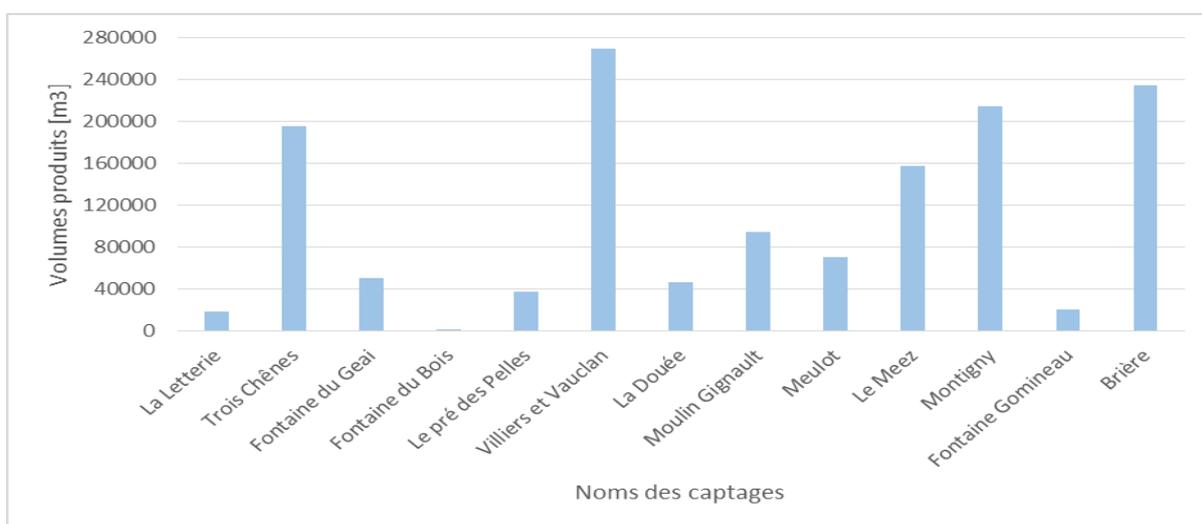


Figure 12 : graphique des volumes produits [m<sup>3</sup>] par les captages lors de l'année 2015

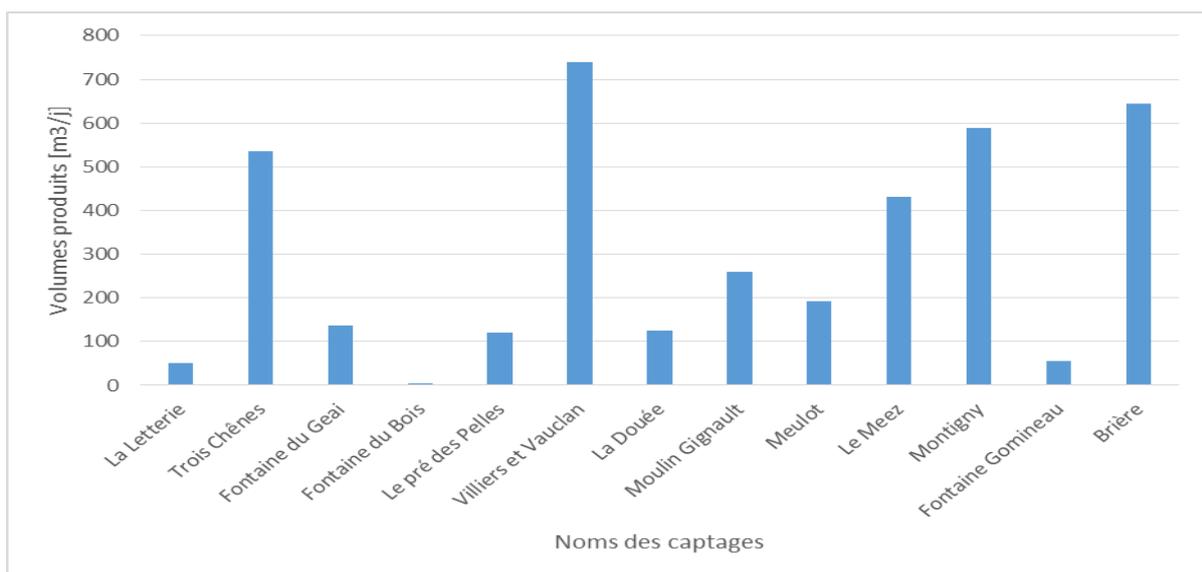


Figure 13 : graphique des volumes journaliers produits [m<sup>3</sup>] par les captages en 2015

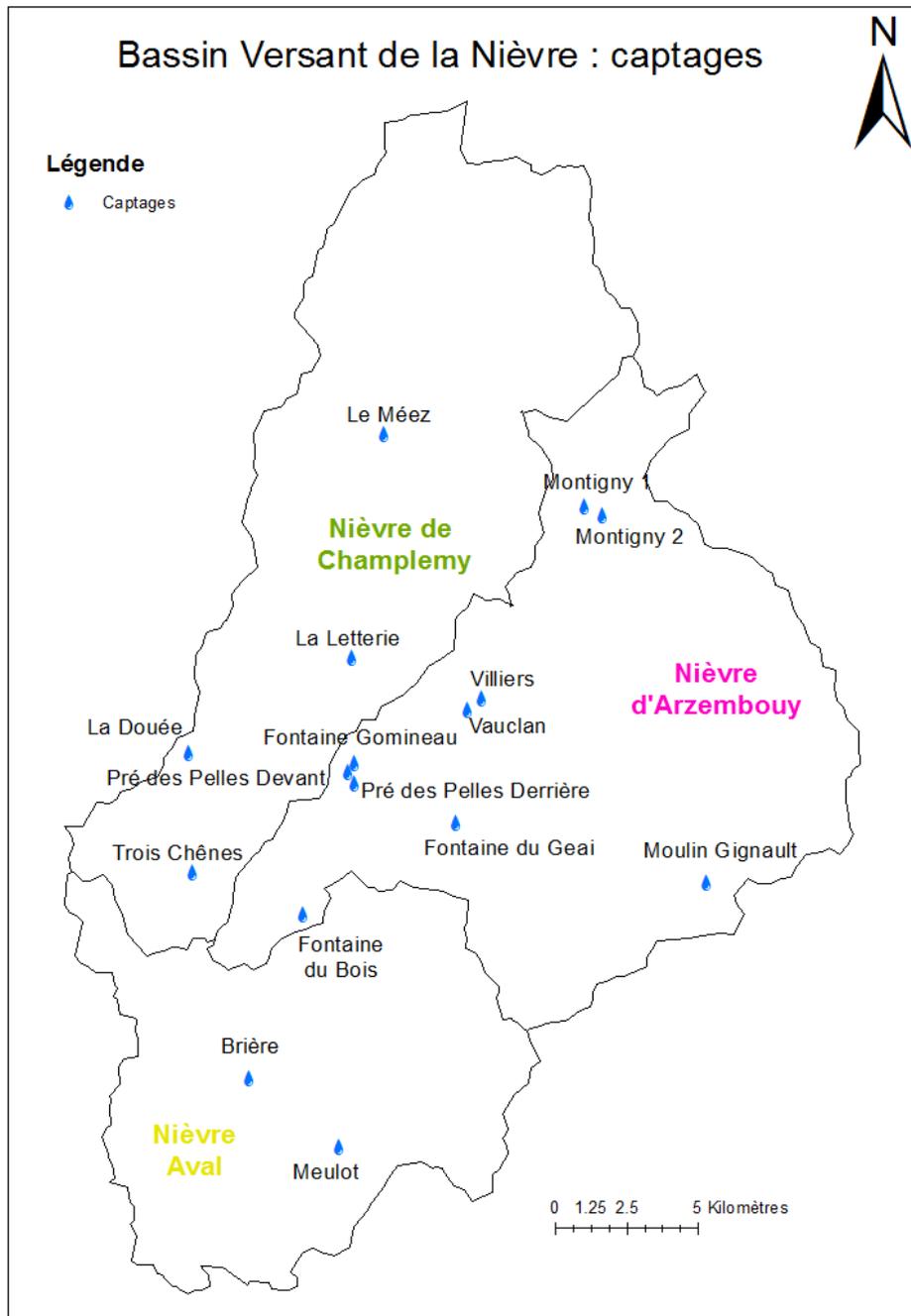


Figure 14 : carte de localisation des captages dans le bassin versant de la Nièvre

Aussi, pour l'année 2016, sur le bassin versant de la Nièvre, 33 239 m<sup>3</sup> ont été prélevés pour l'agriculture [VAUTIER et al. 2017]. Ces volumes peuvent être soumis à déclaration ou à autorisation selon différents critères -article R.214-1 du Code de l'Environnement-.

Pour l'année 2017, le volume prévisionnel des prélèvements sur le bassin versant de la Nièvre est de 94 410 m<sup>3</sup>.

La différence de volume entre les deux années s'explique par les fortes précipitations de juin 2016. En effet, la quantité d'eau tombée a permis la rétention d'un volume d'eau très important dans les sols et un recours à l'irrigation limité sur la fin du mois d'août.

Concernant l'étude des impacts des prélèvements d'eau potable sur les cours d'eau, le choix a été d'étudier trois captages sur le bassin versant de la Nièvre -un par masse d'eau-.

## 7.2) Description des captages étudiés

### 7.2.1) Le captage de la Letterie à Beaumont-la-Ferrière

Le cours d'eau directement impacté par le captage est le ruisseau de la Letterie, **affluent important de la Nièvre de Champlemy.**

Le nombre d'habitants desservis est 126.

Selon la Déclaration d'Utilité Publique -DUP-, le volume maximal autorisé à être capté est 100 m<sup>3</sup>/j.

Le volume moyen journalier prélevé est 51 m<sup>3</sup>/j en 2015.

Le captage se situe à 3km à l'Est du bourg de Beaumont la Ferrière, dans la forêt domaniale des Grands Bois de Sauvage, en fond de vallon à une altitude de 250 m.

#### *Géologie et hydrogéologie [rapport hydrogéologique par Jean Henri DELANCE le 31/12/90]*

La source provient d'une entité calcaire -calcaires et marnes du lias et Dogger du Nivernais Sud FRGG129- [ADES. 2017] située au Nord du versant du ruisseau -la Letterie-.

L'exurgence de la source provient d'un réseau karstique. Cette source alimente une partie du débit à la Letterie -environ 75% du débit-.

D'un point de vue géologique, l'exurgence provient du Jurassique moyen -Bathonien- constitué de calcaires légèrement oolithiques -ferreux-. Au-dessus, une couche de marnes et une couche du Callovien moyen de calcaires légèrement argileux apparaissent.

Des formations superficielles recouvrent ces couches ; sur celles-ci repose la forêt. Elles mesurent deux mètres d'épaisseur et sont constituées d'argiles à silex et de sables.

Le karst rend difficile l'estimation du sens d'écoulement de l'eau dans le sol.

En ce qui concerne la question environnementale, le sol est protégé car le bassin d'alimentation se situe en zone forestière.

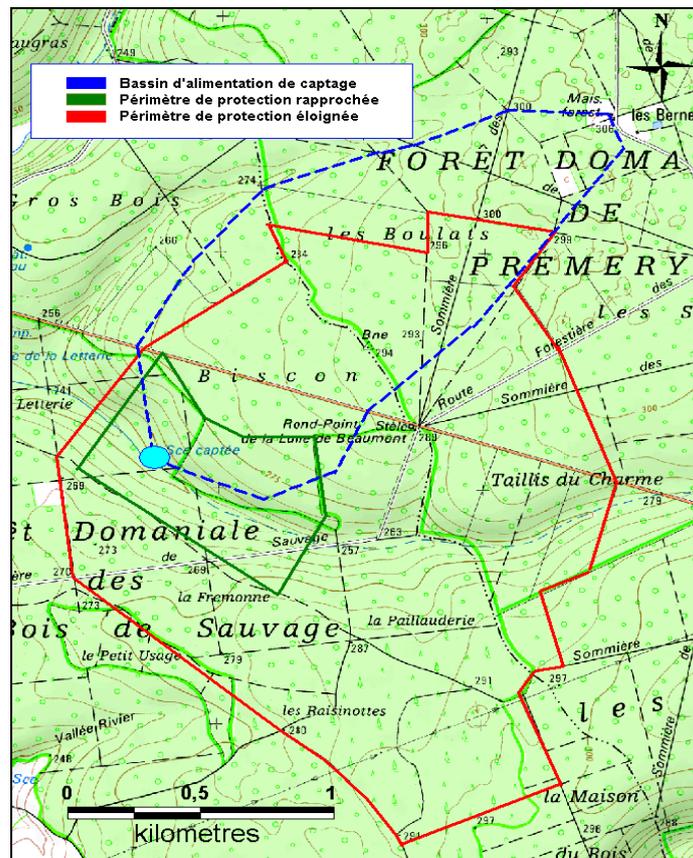


Figure 15 : carte des périmètres de protection de La Letterie

Source : rapport hydrologique J-H DELANCE et Conseil Général de la Nièvre

La figure 15 situe le captage ainsi que ses périmètres de protection et son bassin d'alimentation [**Conseil Général de la Nièvre. 2005**].

#### Fonctionnement du captage :

L'eau souterraine est collectée dans le captage. Ensuite, une canalisation de 900 m alimente de manière gravitaire une bache située à la station de pompage. Lorsque la bache est pleine, l'alimentation ne se fait plus. Le trop-plein du captage s'écoule directement dans le ruisseau de la Letterie. Ainsi, l'impact en terme de débit pour le cours d'eau est maximal lorsque la bache se remplit. En effet, durant le remplissage, une partie du débit n'est pas restituée au ruisseau.

#### Alimentation du réservoir :

Depuis le mois de juin 2017, un système de télégestion commande les organes du réseau. Une pompe située dans la bache d'eau traitée fournit l'eau au réservoir lorsqu'elle en reçoit la demande. Une sonde à ultrasons commande la pompe lorsque la hauteur d'eau dans le réservoir diminue et atteint un seuil. En secours, un système de poires de niveaux a été installé en cas de défaut de la sonde.

A l'inverse, lorsque la hauteur d'eau revient au niveau haut, l'alimentation s'arrête.

Pendant le temps du remplissage du réservoir, la bache se remplit également.

Les instants de remplissage sont donc variés dans la journée. Ainsi, les moments de remplissage de la bache seront changeants d'un jour sur l'autre.

#### 7.2.2) Le captage du Moulin Gignault à Saint-Benin-des-Bois -SIAEP des Amognes-

Le cours d'eau directement impacté par le captage est la Nièvre de Saint-Benin. Il se jette ensuite dans la Nièvre d'Arzembouy.

Le nombre d'habitants sur la commune est 179.

Selon la DUP, le volume maximal autorisé à être capté est 290 m<sup>3</sup>/j.

Le volume moyen journalier prélevé est 260 m<sup>3</sup>/j.

#### *Géologie et hydrogéologie [rapport hydrogéologique par Jean Henri DELANCE le 08/01/91]*

Le captage du Moulin Gignault est localisé à 1,5 km au Sud Est du bourg de Saint-Benin-des-Bois. Il se trouve à 299 m d'altitude. Il se situe à 500 m du hameau de Moulin Gignault, dans un vallon. L'eau ressort à la surface dans le captage, fermé dans du génie civil en passant par des calcaires.

Cette source se trouve au Nord du pays des Amognes. Le sol est constitué de marnes formées pendant le Jurassique moyen et de formations superficielles plus récentes.

A la base de cette couche, le substratum imperméable est formé par les marnes du Bajocien. Ensuite, au-dessus, une couche de calcaires argileux et de marnes proviennent du Bathonien.

Pour finir, à la surface, une formation calcaire accueille les zones arborées.

En amont du captage, le vallon est sec. L'eau s'infiltré dans le sol et ne ruisselle pas en surface. Ce phénomène s'observe entre le captage du Moulin Gignault et le hameau du « Four Vieux ». Dans ce hameau, un puits de quinze mètres de profondeur -appelé le « puits Ronflant »-, dans lequel l'eau s'écoule, est présent.

Le bassin d'alimentation est représenté par les zones boisées.

En ce qui concerne la question environnementale, le sol est protégé car le bassin d'alimentation se situe en zone forestière et il y a absence de facteur anthropique.

La figure 16 représente les périmètres de protection du captage du Moulin Gignault et son bassin d'alimentation [**Conseil Général de la Nièvre. 2005**].

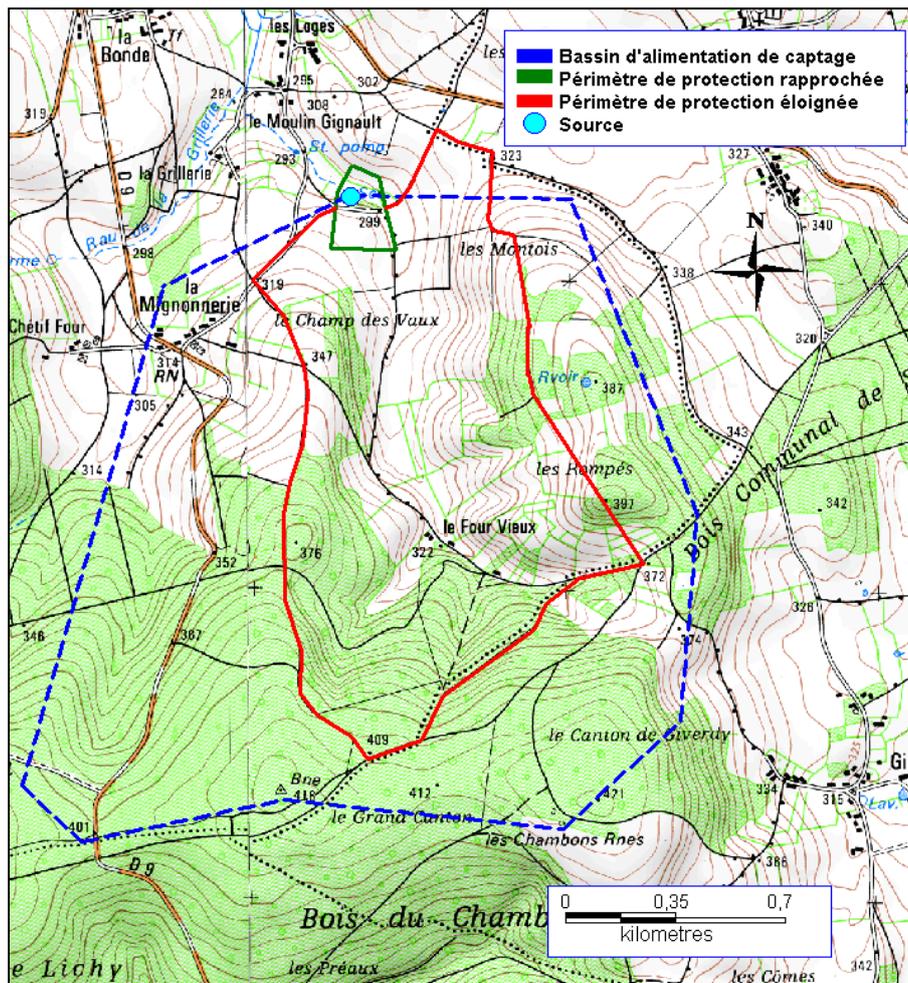


Figure 16 : carte des périmètres de protection de Moulin Gignault  
 Source : rapport hydrologique J-H DELANCE et Conseil Général de la Nièvre

#### Fonctionnement du captage :

L'eau souterraine est collectée dans le captage. Ensuite, une canalisation de 200 m alimente de manière gravitaire une bache située à la station de pompage. Lorsque la bache est pleine, l'alimentation ne se fait plus. **Le trop-plein de la bache constitue la principale alimentation du ruisseau.** Ainsi, l'impact pour le débit du cours d'eau est maximal lorsque la bache se remplit.

#### Alimentation du réservoir :

Un système de remplissage s'effectue selon une programmation horaire. De manière systématique, le réservoir se remplit durant les heures nocturnes. Un robinet à flotteur situé dans le réservoir commande l'arrêt du remplissage. Pendant le temps de remplissage du réservoir, la bache se remplit également et ce, jusqu'à ce qu'elle soit entièrement pleine.

#### 7.2.3) Le captage de la Brière à Saint-Martin d'Heuille -SIAEP d'Urzy-Saint-Martin d'Heuille-

Le cours d'eau directement impacté par le captage est la Nièvre.

Le nombre d'habitants sur la commune est 1 879.

Selon la DUP, le volume maximal autorisé à être capté est 1 200 m<sup>3</sup>/j.

Le volume moyen journalier prélevé est 644 m<sup>3</sup>/j.

*Géologie et hydrogéologie [rapport hydrogéologique par Jean-Claude MENOT le 23/09/83]*

Le sol situé à l'Ouest de la vallée de la Nièvre est composé de plusieurs couches géologiques. A la surface, des argiles rouges et des argiles brunes constituées de silices et de calcaires forment une couche superficielle. Au sommet de la vallée, cette couche peut mesurer entre huit et dix mètres d'épaisseur. Aussi, retrouvons-nous cette couche sur le bas de la vallée.

En dessous, une couche du calcaire du jurassique est visible avec des pentes fortes ou faibles, lorsque la couche superficielle est fine et à l'endroit des anciennes carrières. Ces calcaires proviennent de l'Oxfordien et du Callovien.

Une faille sépare les deux calcaires. Le captage de la Brière se trouve dans les calcaires de l'Oxfordien.

L'exurgence de la source provient donc d'un sol de type karstique. Le bassin alimentant la source est composé de vallons et de plateaux localisés au Nord Nord-Est.

Les deux couches géologiques possèdent des fonctionnements hydrologiques différents.

En ce qui concerne les formations superficielles composées d'argiles, elles sont majoritairement imperméables.

A certains endroits cependant, l'eau s'infiltré là où il y a des cailloux et là où la couche est fine. Une fois l'eau passée par la couche argileuse, son écoulement devient plus aisé dans les calcaires. En effet, la karstification dissout le calcaire et des galeries se forment permettant un écoulement souterrain rapide.

La figure 17 montre les périmètres de protection du captage de la Brière **et une partie de son bassin d'alimentation** -la totalité du BAC est en annexe 8-

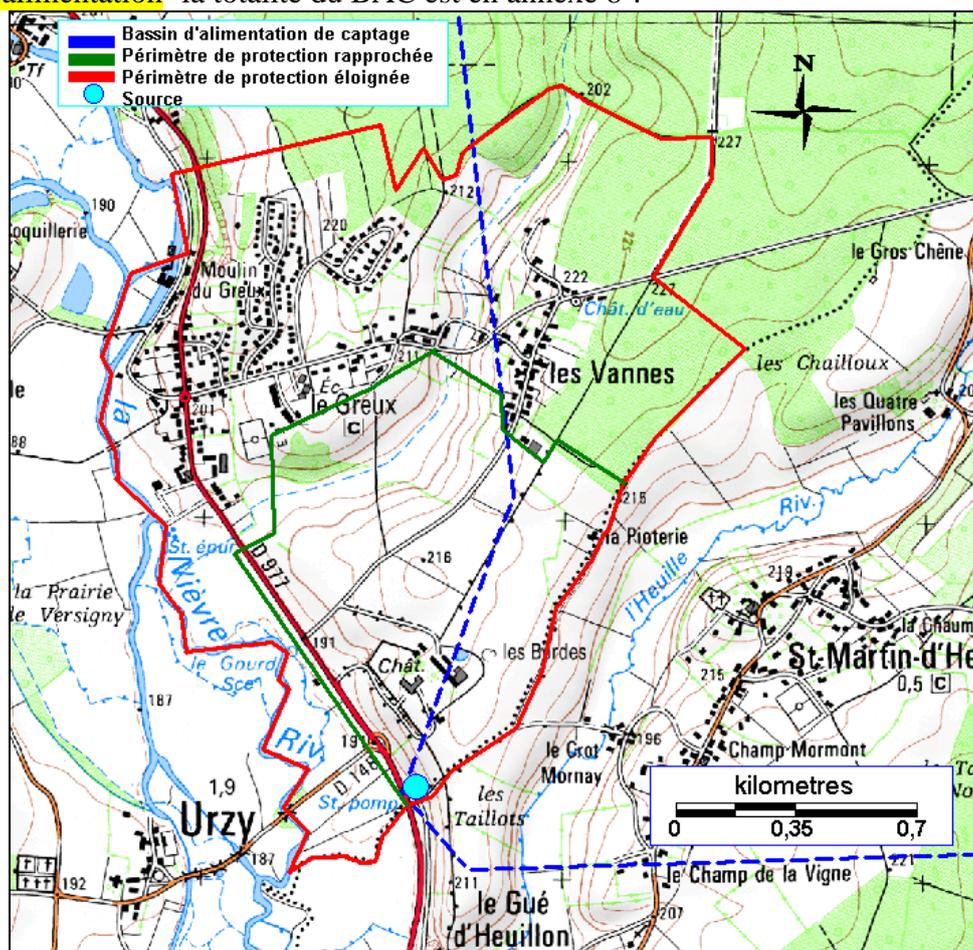


Figure 17 : carte des périmètres de protection de La Brière

Source : rapport hydrologique de J-C MENOT et Conseil Général de la Nièvre

### Fonctionnement du captage :

L'eau souterraine est collectée dans un puits. Ensuite, une pompe refoule sur 30 m l'eau brute dans une bache située à l'usine de traitement d'eau potable. La station fonctionne selon les variations de la consommation. En effet, ce sont des niveaux de réservoir qui déclenchent le démarrage et l'arrêt de la station. Lorsque la station est à l'arrêt, l'alimentation ne se fait plus. Ainsi, la pompe située dans le puits s'arrête et toute l'eau disponible s'écoule dans le cours d'eau. Par conséquent, l'impact en terme de débit pour le cours d'eau est maximal lorsque la station est en fonctionnement. La station fonctionne en moyenne à 23 m<sup>3</sup>/h.

### Alimentation du réservoir :

Un système de remplissage s'effectue en fonction des hauteurs de niveaux d'eau dans les réservoirs. Des poires de niveaux situées dans les réservoirs commandent le démarrage et l'arrêt du remplissage.

Pendant le temps du remplissage du réservoir, la bache se remplit également et ce, jusqu'à ce qu'elle soit entièrement pleine.

### **7.3) Suivi des débits des cours d'eau**

Afin de mettre en avant les impacts des prélèvements sur la ressource, les cours d'eau dépendants des trois captages cités auparavant -La Letterie, La Brière, Moulin Gignault- ont été jaugés régulièrement d'avril à septembre 2017.

### Campagne de mesures :

La figure 18 présente les valeurs de débits aux trois captages cités auparavant.

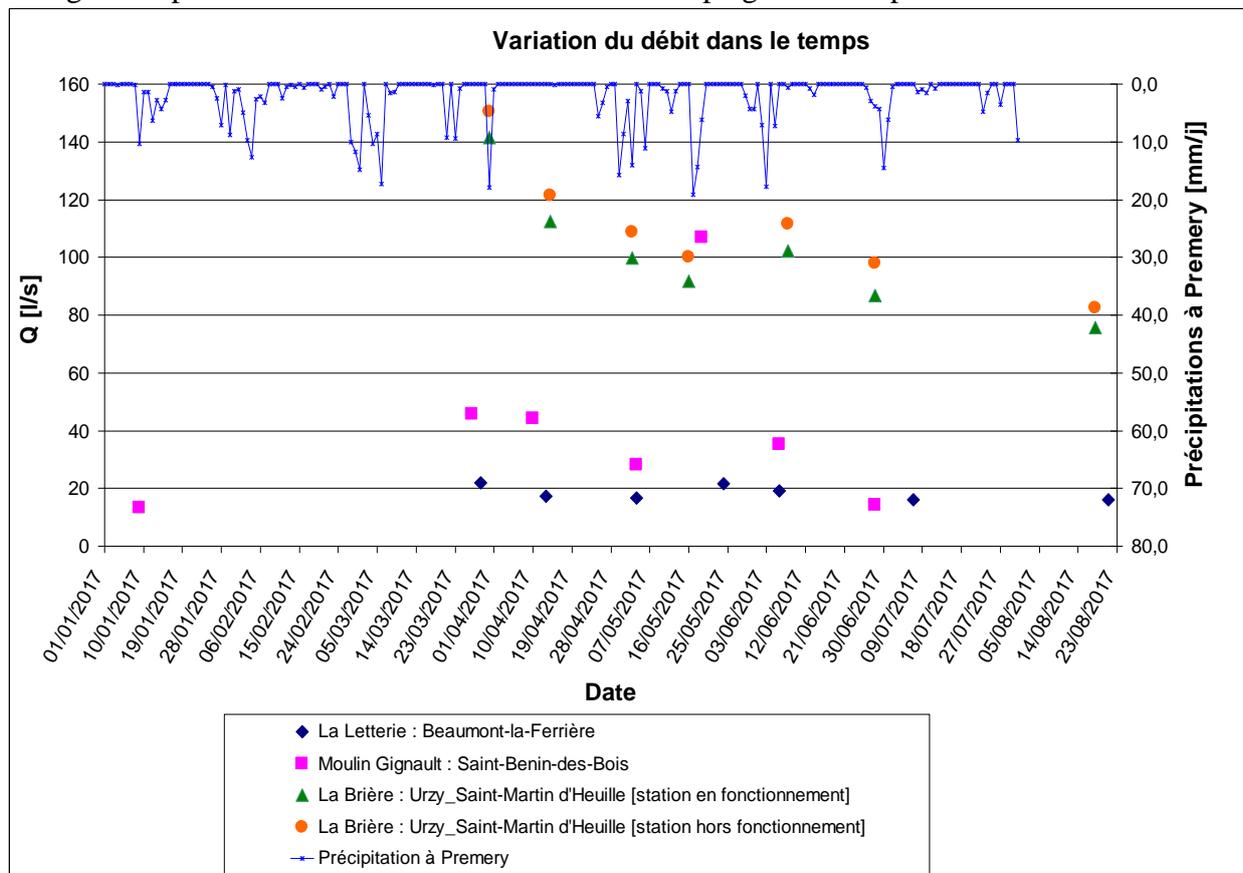


Figure 18 : graphique de l'évolution des débits des cours d'eau en fonction du temps

La figure 18 présente le suivi des débits des captages réalisés sur un intervalle allant de deux à trois semaines. Une mesure effectuée en janvier 2017 à Saint-Benin-des-Bois est aussi représentée. A cette époque, c'était une expérimentation pour m'appropriier le fonctionnement du matériel de mesure -un vélocimètre électromagnétique annexe 9- afin d'être opérationnel dès le début de ma période principale au Conseil Départemental. Ce point permet de mettre en évidence une période d'étiage prononcée durant l'hiver puis d'un gain d'eau durant le premier trimestre 2017. Ensuite, le constat d'une baisse généralisée des débits dans les cours d'eau lors de la période mars-mai est relevé. Puis, une légère recharge des cours d'eau s'est effectuée dans le mois de juin. Enfin, une diminution progressive des débits est de nouveau constatée de juillet à septembre.

En ce qui concerne le captage de La Brière, j'ai représenté deux séries pour représenter directement l'impact de la station d'eau potable sur la quantité d'eau dans le ruisseau. En effet, une mesure est réalisée lorsque la station est en fonctionnement et une autre quand elle est à l'arrêt. La station capte environ six litres par seconde lors de son fonctionnement.

### Captage de Saint-Benin-des-Bois

En plus du suivi régulier des débits des cours d'eau au niveau des captages d'eau potable, j'ai effectué avec l'aide d'un technicien du service une mesure du débit en continu du 22/05/2017 au 29/05/2017. La mesure a été effectuée en aval de la station de pompage afin d'observer l'incidence de la station sur le débit du cours d'eau.

Pour ce faire, nous avons mis en place un seuil rectangulaire dans le lit du cours d'eau. Aussi, avons-nous placé une sonde à ultrason en amont du seuil. L'installation est présentée sur la figure 19. Cette sonde mesure la hauteur la séparant de la surface de l'eau. Ensuite, à l'aide d'un débitmètre directement relié à la sonde, et avec des paramétrages -dimensions du seuil, hauteur d'eau initiale entre la hauteur de pelle et la surface de l'eau-, le débitmètre convertit la hauteur mesurée par la sonde en débit. Le débitmètre possède des courbes « hauteur-débit » dans son programme. Avec les dimensions du seuil paramétrées dans l'appareil, la conversion s'effectue.



Figure 19 : photographies du montage de mesure de débit -seuil rectangulaire et sonde à ultrason-

La figure 20 représente la variation des débits lors de la semaine du 22-05-2017 au 29-05-2017.

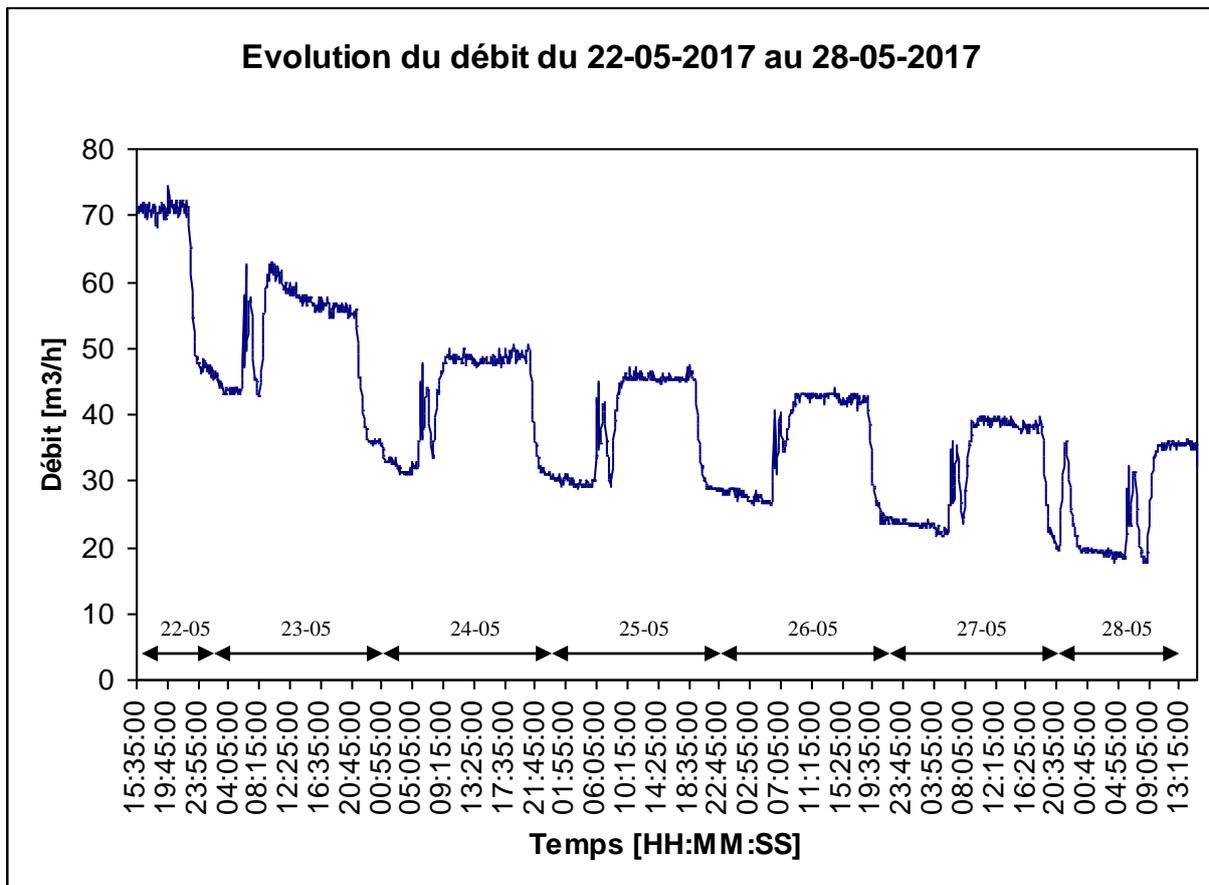


Figure 20 : graphique de l'évolution du débit entre le 22 mai et le 28 mai 2017

#### Commentaire de la période de mesure

Au cours de la semaine du 22-05-2017 au 29-05-2017, le débit du cours d'eau a sensiblement diminué. En effet, suite à la mesure, une réduction de quasiment 50 % du débit initial a été constatée, passant de 71 m<sup>3</sup>/h en début de semaine à 34 m<sup>3</sup>/h en fin de semaine. Ces valeurs doivent être nuancées car en fin de semaine, lors du démontage de l'appareil, la hauteur mesurée par la sonde n'était plus la hauteur réelle sur le terrain. En effet, la sonde mesurait une hauteur inférieure à la hauteur observée. Les débits de fin de semaine étaient donc sous-évalués.

Cependant, la nappe semble réactive. En effet, du 19-05-2017 au 21-05-2017, des précipitations ont permis de renforcer les débits. Ensuite, les journées de la semaine de mesure ont été chaudes pour la saison. La concordance de ces deux phénomènes explique la chute du débit du cours d'eau.

Tout d'abord, les pluies ont alimenté la nappe. Puis, les fortes chaleurs ont accéléré le processus d'évapotranspiration et ont favorisé une consommation accrue en eau de la population -en effet, lors de cette semaine chaude, des abonnés du syndicat ont rempli leurs piscines, favorisant une surconsommation d'eau par rapport à la normale-.

D'ailleurs, pour l'alimentation en eau potable, une augmentation du temps de pompage est observée au fur et à mesure de l'avancée de la semaine. Ainsi, le temps de pompage de la station située en amont du seuil de mesure est passé de 11h le 22-05-2017 à 16h le 28-05-2017. Chaque jour, la durée de pompage a augmenté d'une heure.

Aussi, un pic généralisé est constaté à 6h20 tous les matins. Après confirmation par le technicien du syndicat d'eau, entre 5h50 et 6h20, un lavage des filtres de la station d'eau potable s'effectue. Ce lavage est programmé tous les jours à la même heure. Ces eaux de lavage sont rejetées dans le cours d'eau, expliquant les pics observés sur le graphique.

Les deux autres captages n'ont pas eu de mesure en continu.

Les mesures de débits réalisées au captage de la Brière montrent directement l'impact du prélèvement sur le débit du ruisseau.

Quant à la Letterie, le chemin menant au captage est difficilement praticable en véhicule.

### **Quantité d'eau prélevée sur le débit du cours d'eau**

#### *La Letterie à Beaumont-la-Ferrière*

Le volume consommé journalier en moyenne est de 50 m<sup>3</sup>/j, soit 2,08 m<sup>3</sup>/h.

De par les mesures sur le terrain, le débit moyen -entre mars et septembre- provenant du captage vaut 65 m<sup>3</sup>/h.

Le ratio entre le volume journalier consommé et le débit est de 3%. C'est-à-dire qu'en moyenne, par jour, 3% du débit du captage est utilisé pour l'adduction en eau potable.

Toutefois, le débit capté vaut 20 m<sup>3</sup>/h lors du remplissage de la bache de la station de traitement/pompage.

Le ratio entre le débit capté par la station et le débit du captage est de 31%.

#### *Moulin Gignault à Saint-Benin-des-Bois*

Le volume consommé journalier en moyenne est de 260 m<sup>3</sup>/j, soit 10,8 m<sup>3</sup>/h.

De par les mesures sur le terrain, le débit moyen -entre mars et septembre- provenant du captage vaut 108 m<sup>3</sup>/h.

Le ratio entre le volume journalier consommé et le débit est de 10%. C'est-à-dire qu'en moyenne, par jour, 10% du débit du captage est utilisé pour l'adduction en eau potable.

Toutefois, le débit capté vaut 60 m<sup>3</sup>/h lors du remplissage de la bache de la station de traitement/pompage.

Le ratio entre le débit capté par la station et le débit du captage est de 19% (pour 20 m<sup>3</sup>/h) et de 55% (pour 60 m<sup>3</sup>/h).

#### *La Brière à Saint-Martin-d'Heuille*

Le volume consommé journalier en moyenne est de 644 m<sup>3</sup>/j, soit 26,8 m<sup>3</sup>/h.

De par les mesures sur le terrain, le débit moyen -entre mars et septembre- provenant du captage vaut 396 m<sup>3</sup>/h.

Le ratio entre le volume journalier consommé et le débit est de 7%. C'est-à-dire qu'en moyenne, par jour, 7% du débit du captage est utilisé pour l'adduction d'eau potable.

Lors du fonctionnement de la station d'eau potable, la station capte un débit de 23 m<sup>3</sup>/h.

Le ratio entre le débit capté par la station et le débit du captage est de 6%.

Les trois captages ont donc des incidences différentes quant au débit disponible dans le cours d'eau.

Le captage du SIAEP d'Urzy Saint-Martin-d'Heuille ne semble pas subir de risque en terme de quantité d'eau.

Le captage de Beaumont-la-Ferrière peut avoir des risques de manque d'eau.

Le captage de Saint-Benin-des-Bois peut subir des périodes critiques quant à la disponibilité de l'eau dans le génie civil du captage.

## 8) Impacts pour la biologie

Les cours d'eau sont dotés de classement en catégorie piscicole [SANDRE, 2005]. Les cours d'eau sont classés par arrêté préfectoral.

Pour les trois cours d'eau concernant les captages étudiés, un est classé en première catégorie et deux en deuxième catégorie.

La Letterie -captage de la Letterie- est un cours d'eau de première catégorie.

La Nièvre de Saint Benin -captage de Moulin Gignault- et la Nièvre à Urzy sont des rivières de deuxième catégorie.

### Différence entre les deux catégories

La différence entre les deux catégories se détermine en recensant les groupes piscicoles dominants dans un cours d'eau.

Cours d'eau de première catégorie : les salmonidés -chabot, truite, vairon- sont les poissons dominants.

Cours d'eau de deuxième catégorie : les cyprinidés -brochet, perche, sandre- sont les poissons dominants.

Les rivières en première catégorie et en deuxième catégorie ont un intérêt écologique différent.

En effet, les espèces vivant dans les cours d'eau de première catégorie, signifient une qualité de cours d'eau propice à cette vie piscicole. Généralement, le paramètre important est la température. Par conséquent, les espèces sont sensibles aux variations de la qualité de l'eau et de la température.

Les principaux impacts possibles dus aux prélèvements d'eau pour l'eau potable sont la baisse du niveau d'eau dans le cours d'eau et la diminution du débit.

Les conséquences de ces impacts sont diverses. En effet, la diminution de la hauteur d'eau dans le cours d'eau réduit le périmètre mouillé de celui-ci -figure 21-.

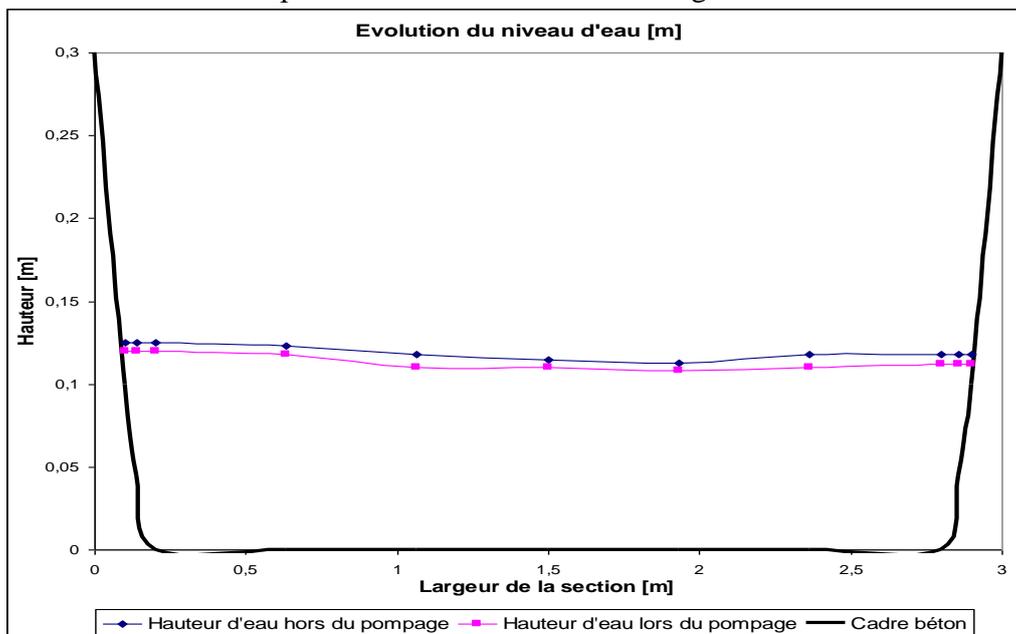


Figure 21 : évolution de la hauteur d'eau en relation avec le fonctionnement de la station d'eau potable du SIAEP d'Urzy-Saint-Martin-d'Heuille

Lors du fonctionnement de la station d'eau potable, la hauteur d'eau a un marnage d'environ 1 cm. C'est-à-dire que lorsque la station capte de l'eau, le niveau d'eau dans le cours d'eau baisse d'environ 1 cm en moyenne sur la section.

Ainsi, des zones d'habitats au niveau des berges peuvent disparaître temporairement. La capacité d'accueil du milieu naturel se restreint et des espèces piscicoles peuvent ne plus être dans un milieu de vie adéquat à leur développement. Ensuite, la diminution du débit entraîne une vitesse d'écoulement plus faible.

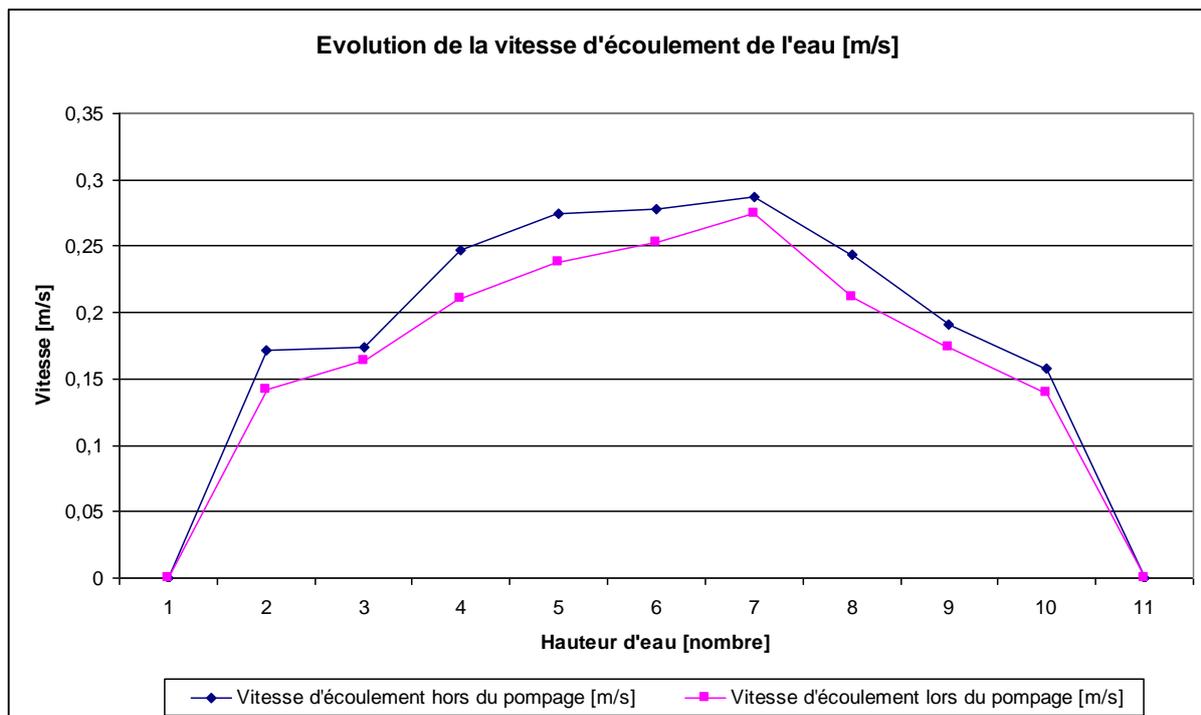


Figure 22 : évolution de la vitesse d'écoulement de l'eau avec le fonctionnement de la station d'eau potable du SIAEP d'Urzy-Saint-Martin-d'Heuille

La figure 22 représente les variations de vitesse d'écoulement de l'eau lorsque la station d'eau potable capte de l'eau et lorsqu'elle ne le fait pas. Avec la campagne de mesures que j'ai réalisée, l'écart moyen entre la vitesse d'écoulement hors du pompage et lors du pompage est de 0,012 m/s.

Cette diminution de vitesse, certes faible pour le cas du SIAEP d'Urzy-Saint-Martin-d'Heuille, peut réduire le taux d'oxygène dans l'eau. Aussi, la vitesse du courant plus faible augmente la température dans l'eau. Cette augmentation de température peut être une contrainte pour la vie aquatique. Par exemple, pour une truite, une température supérieure à 17°C réduit sa capacité à vivre dans le milieu et une température de plus de 23°C est le seuil de létalité.

Dans ce cas, le prélèvement modifie légèrement la dynamique du cours d'eau. Mais dans d'autres cas, les prélèvements en eau peuvent avoir un impact non négligeable pour la vie aquatique et pour la quantité d'eau disponible pour le cours d'eau. Pour réduire ces impacts, des solutions plus ou moins complexes peuvent être mises en œuvre.

## 9) Actions pour limiter l'impact des prélèvements

### 9.1) Augmenter la valeur des rendements des réseaux

Pour limiter l'impact des prélèvements sur les débits des cours d'eau, plusieurs solutions sont envisageables.

Tout d'abord, un effort d'amélioration des rendements des réseaux doit être entrepris. En effet, pour certaines collectivités, le rendement primaire est faible voire médiocre -annexe 10-. Les mauvais rendements augmentent les prélèvements alors que ceux-ci pourraient être mieux maîtrisés.

Des économies d'eau pourraient être réalisées en installant des compteurs de sectorisation. En ayant un suivi régulier des compteurs et en analysant les variations de débits, des secteurs fuyards peuvent être localisés. En effet, en observant des augmentations des consommations avec les relevés des compteurs, les zones sujettes aux fuites sont facilement identifiées.

Ensuite, effectuer de la recherche de fuites dans les secteurs localisés à l'aide des compteurs permettrait d'identifier précisément le lieu de la fuite. Suite à cette localisation, des travaux pourraient être entrepris pour remplacer les portions de canalisations fuyardes.

Un programme de recherche de fuites régulier pourrait être instauré dans les collectivités pour prévenir des casses importantes. Ce programme se matérialiserait par des journées consacrées aux agents exploitant le réseau de distribution pour la recherche de fuites. Ce nombre de journées serait choisi en fin d'année pour l'année à venir.

Pour ce faire, les collectivités devront acquérir du matériel spécifique dédié à la recherche de fuites -corrélateur acoustique, détecteur par gaz traceur- et former ses agents, ou alors, faire appel à un organisme extérieur pour réaliser cette mission.

Pour les trois collectivités suivies, les rendements des réseaux pour les trois années précédentes -2014, 2015, 2016- sont les suivants :

- Beaumont-la-Ferrière : 71 % -- 72 % -- 62 % & **Rendement moyen = 68 %**
- SIAEP des Amognes : 65 % -- 64 % -- 63 % & **Rendement moyen = 64 %**
- SIAEP d'Urzy-Saint-Martin d'Heuille : 81 % -- 59 % -- 54 % & **Rendement moyen = 65 %**

Les rendements sont faibles. Travailler sur la sectorisation des zones fuyardes est le premier aspect sur lequel les collectivités doivent se concentrer. En effet, réduire le nombre de fuites diminue par conséquent, le nombre de mètres cube prélevés. Aussi, mettre en place un programme de renouvellement du réseau d'eau potable permet d'optimiser le rendement global de la collectivité -annexe 11 : exemple réalisé pour une commune nivernaise-.

La commune de Beaumont-la-Ferrière possède 15 km de canalisations d'adduction d'eau potable. La majorité de l'eau mise en distribution sur le réseau provient du captage de la Letterie. Les campagnes de recherches de fuites permettront la réduction des prélèvements d'eau.

Pour le SIAEP des Amognes, le linéaire des canalisations est important -430 km-. De plus, toute l'eau n'est pas produite à la station du Moulin Gignault. Par conséquent, la valeur du rendement du réseau n'est pas représentative du secteur de Saint-Benin-des-Bois. Cependant, l'effort d'amélioration des rendements pour le syndicat est une mission importante à mettre en œuvre.

Concernant le SIAEP d'Urzy-Saint-Martin d'Heuille, l'acquisition de matériel de recherche de fuites a été effectuée en 2017. La programmation de journées dédiées à la recherche de

fuites couplée à l'utilisation d'un corrélateur acoustique -performant sur les canalisations en fonte et en acier- et d'un détecteur de fuite à gaz -performant pour les canalisations en PVC- permettra de localiser les fuites du syndicat.

Aussi, la réalisation de travaux pour réparer les fuites et remplacer les tronçons fuyards devra se dérouler rapidement après la localisation des zones concernées.

Ainsi, le rendement du réseau d'eau potable devrait augmenter et par conséquent, les prélèvements pourront diminuer.

## **9.2) Etanchéfier les ouvrages de captation de l'eau**

### *SIAEP des Amognes*

Au captage du Moulin Gignault, une fuite a été détectée dans le béton au niveau de la retenue d'eau. Cette fuite se situe près de la crépine d'alimentation de la canalisation menant à la station d'eau potable. En colmatant cette zone, la totalité de l'eau entrant dans le captage pourrait être valorisée pour l'adduction d'eau potable.

En terme de sécurité d'approvisionnement, ce débit pourrait renforcer la production d'eau potable. A contrario, ce débit laissé vacant accidentellement dans la nature permet d'alimenter le cours d'eau et de favoriser la vie aquatique.

### *Beaumont-la-Ferrière*

Dans le cas du captage de la Letterie, le problème d'étanchéification semble être plus complexe. En effet, de par la situation géographique du captage -captage situé en forêt avec un chemin d'accès difficilement praticable- et de l'état actuel du génie civil de l'ouvrage, des travaux de réhabilitation sont nécessaires.

Le captage est fuyard. Le fond de l'ouvrage est à reprendre tout comme les parois. De plus, par moment, des traces de petits animaux sont visibles.

La rénovation du génie civil est donc importante, surtout pour cette source qui ne donne pas un débit conséquent. En canalisant et contenant la majorité de l'eau émergeant de la source, la sécurité d'approvisionnement serait améliorée.

De plus, suite à une durée sans précipitation, la quantité d'eau disponible à la source chute. Par exemple, lors de ma visite du 7 juillet 2017, la crépine située dans le captage alimentant la station d'eau potable n'était pas totalement submergée. En effet, le niveau d'eau était à -2 cm en dessous du seuil haut de la crépine. Le recours à des travaux devient capital pour fournir une quantité d'eau suffisante à la collectivité.

### *SIAEP d'Urzy-Saint-Martin d'Heuille*

Pour le captage de la Brière, le problème d'étanchéité ne se pose pas car l'alimentation de la station se fait par le biais d'une pompe immergée dans un puits. De surcroît, la source est abondante et le manque d'eau ne s'est jamais fait ressentir.

## **9.3) Modifier la planification du pompage**

### *SIAEP des Amognes*

La station d'eau potable de Saint Benin des Bois produit de l'eau la nuit. En effet, la station est commandée en fonction d'un niveau d'eau dans un réservoir et par horloge, de manière répétitive, pendant les heures nocturnes -voir figure 23-. L'intérêt pour le syndicat de faire fonctionner les pompes la nuit est financier. Les tarifs électriques pour les heures de nuit sont moins élevés que ceux de la journée.

Seulement, la concentration du pompage la nuit engendre une baisse du débit significative -voir figure 23-.

Pour limiter cette forte diminution, un pompage plus fréquent sur la totalité de la journée permettrait de lisser les variations de débits dans le cours d'eau. Ainsi, le marnage dû au pompage serait plus constant mais moins important en terme de hauteur.

Effectivement, en pompant sur des périodes plus courtes mais de façon plus régulières qu'actuellement, les changements de débits seraient moins soutenus.

Une autre solution est de diminuer le débit de la pompe desservant le réservoir. Ainsi, le temps de remplissage serait allongé et de la même manière, le remplissage de la bêche à la station d'eau potable serait plus long.

Avec un temps de pompage 35% plus long qu'actuellement et avec une baisse du débit de la pompe de 39%, la courbe des débits deviendrait moins fluctuante. La courbe orange de la figure 23 présente l'aspect qu'aurait le débit du ruisseau avec les caractéristiques citées ci-dessus.

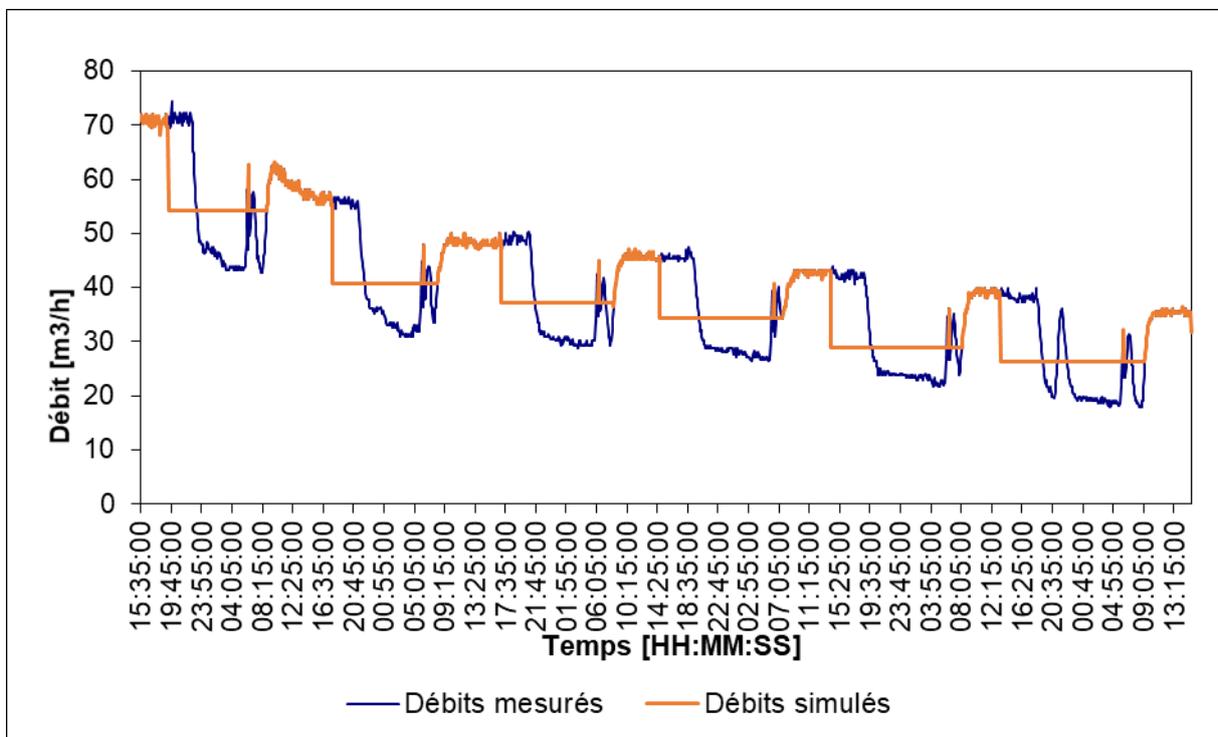


Figure 23 : graphique comparant les débits mesurés et les débits simulés dans le cours d'eau à l'aval du captage du Moulin Gignault

#### SIAEP d'Urzy-Saint-Martin-d'Heuille

La station d'eau potable de ce syndicat fonctionne en moyenne une vingtaine d'heures par jour. La marge de manœuvre pour la fréquence de pompage est donc limitée. Le recours à un nouveau mode de fonctionnement des pompes n'est pas la solution dans ce cas là.

Seulement, avec une amélioration du rendement du réseau d'eau potable, les prélèvements diminueraient et l'incidence sur le débit du cours d'eau serait moindre.

#### Beaumont-la-Ferrière

La station d'eau potable fonctionnait jusqu'en juin 2017 avec un asservissement au temps. Depuis, la télégestion a été mise en place et c'est un niveau dans le réservoir qui déclenche le démarrage de la pompe à la station d'eau potable. Ce système permet un pompage lorsque le

réservoir se vide. Ainsi, le réservoir se remplit en fonction de la consommation. De cette manière, plusieurs tranches de remplissages peuvent s'effectuer pendant une journée.

#### **9.4) Réguler l'alimentation de la station**

##### *SIAEP des Amognes*

L'alimentation de la station s'effectue par gravité. Une bêche recueille l'eau et ensuite, elle est traitée et refoulée au réservoir.

En régulant l'arrivée de l'eau dans la bêche, le temps de remplissage de celle-ci diminuerait et une part plus importante de l'eau irait dans le cours d'eau. Par conséquent, le débit du cours d'eau diminuerait moins qu'avec le fonctionnement actuel.

Cette régulation encourrait la création d'une bêche plus volumineuse. En effet, en mettant en place un organe de régulation pour alimenter la bêche actuelle, le temps de remplissage augmenterait obligatoirement. Ainsi, le recours à une bêche de stockage plus importante serait opportun.

##### *Beaumont-la-Ferrière*

Le système d'alimentation de la station est similaire à celui du SIAEP des Amognes. Le moyen technique cité ci-dessus peut être mis en place pour le remplissage de la bêche.

##### *SIAEP d'Urzy-Saint-Martin-d'Heuille*

L'alimentation de la station se fait par pompage et non par gravité. La régulation pour desservir la station n'est pas adéquate.

#### **9.5) Dimensionner des interconnexions**

Ensuite, pour éviter de trop puiser d'eau dans une ressource, le recours à une ressource subsidiaire peut être intéressant.

Le réseau dépendant d'un captage peut être raccordé à un autre réseau. Le terme de raccordement de deux réseaux est l'interconnexion. Les interconnexions peuvent être au sein d'une même collectivité ou avec des collectivités voisines.

L'interconnexion permet la sécurité d'alimentation en eau potable. L'apport d'une ressource annexe à un réseau rend possible la distribution de l'eau en cas de pénurie de la première ressource, en cas de pollution d'une ressource ou encore en cas de casse sur une partie du réseau entre le captage et les habitations.

##### *SIAEP des Amognes*

Le réseau d'eau potable du syndicat est maillé. C'est-à-dire que les réseaux sont pour la majorité reliés entre eux. Cependant, le recours à des ressources externes au syndicat pourrait renforcer la sécurisation d'alimentation en eau.

Pour ce faire, voici deux interconnexions envisageables à mettre en œuvre.

La première solution est de raccorder Saint-Benin-des-Bois avec le SIAEPA de la Région de Prémery par Lurcy-le-Bourg. La longueur de canalisation à ajouter est de 1,3 km -voir figure 24- pour raccorder les deux réseaux -estimation : 300 000 €-. Seulement, pour alimenter le réservoir le plus proche dans le SIAEP des Amognes, une canalisation de 8 km serait à créer entre les deux réseaux -estimation : 800 000 €-. Ensuite, l'alimentation des abonnés se fait dans le réseau déjà existant. L'interconnexion sert à remplir le réservoir « des Rompées ».



Figure 24 : tracé de la canalisation reliant le réservoir de Sangué au réservoir des Rompées  
Source : « géoportail »

Le profil altimétrique du terrain naturel est représenté sur la figure 25.



Figure 25 : profil altimétrique entre le réservoir de Sangué et le réservoir des Rompées  
Source : « géoportail »

La mise en place d'un surpresseur est essentielle dans le cas où les deux réservoirs venaient à être raccordés. En effet, l'alimentation ne peut se faire en gravitaire eu égard aux cotes altimétriques.

La deuxième solution est de raccorder Saint-Benin-des-Bois avec la commune de Nolay. Pour ce faire, une canalisation de 14 km entre la source de « la Fontaine du Geai » et le réservoir « des Rompées » serait requise -figure 26-.

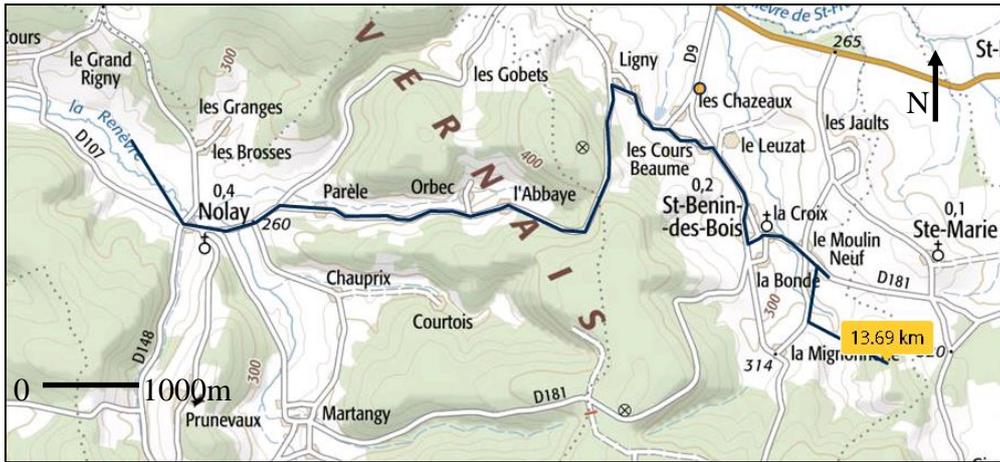


Figure 26 : tracé de la canalisation reliant la source de la Fontaine du Geai -commune de Nolay- au réservoir des Rompées  
Source : « géoportail »

Le profil altimétrique du terrain naturel est représenté sur la figure 27.

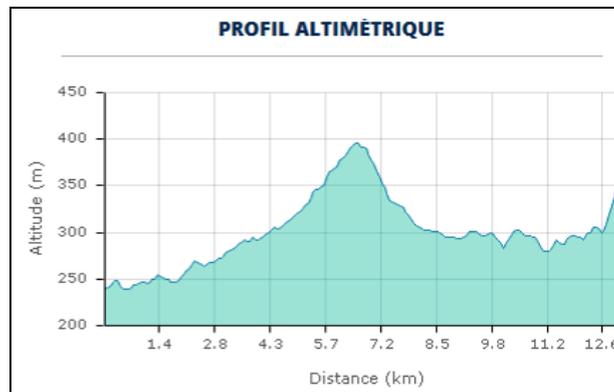


Figure 27 : Profil altimétrique entre la source de la Fontaine du Geai et le réservoir des Rompées  
Source : « géoportail »

Aussi, un surpresseur est nécessaire au vu des contraintes topographiques. La création d'un réservoir à la cote 395 m peut être intéressante. En effet, la surpression pourrait se faire uniquement de la source de « la Fontaine du Geai » jusqu'au km 6,8 -point haut du profil-. Ensuite, la création d'un réservoir permettrait d'alimenter Saint-Benin-des-Bois sans utiliser le réservoir « des Rompées ».

De plus, le recours à un réducteur de pression en aval du point haut de la conduite serait nécessaire pour éviter les ruptures de la canalisation -estimation : 1 800 000 €-.

Dans le cas où la solution du réservoir ne serait pas choisie, l'installation d'une station de reprise est requise pour alimenter le réservoir « des Rompées » -estimation : 1 600 000 €-.

La première solution semble être plus intéressante que la deuxième pour le syndicat.

### Beaumont-la-Ferrière

Le réseau d'adduction d'eau potable de la commune de Beaumont-la-Ferrière est déjà relié à la collectivité jouxtant la commune. En effet, Beaumont-la-Ferrière vend de l'eau au syndicat du Val de Bargis. Toutefois, aucune interconnexion n'existe pour alimenter la commune.

Des solutions d'interconnexions sont envisageables.

La première éventualité est de relier la commune de Beaumont-la-Ferrière par le SIAEPA de la région de Prémery. Pour cela, il faut créer une canalisation partant du réservoir de Sichamps et aboutissant au bourg de Beaumont-la-Ferrière. Le tronçon à créer mesure 10 km -figure 28-.

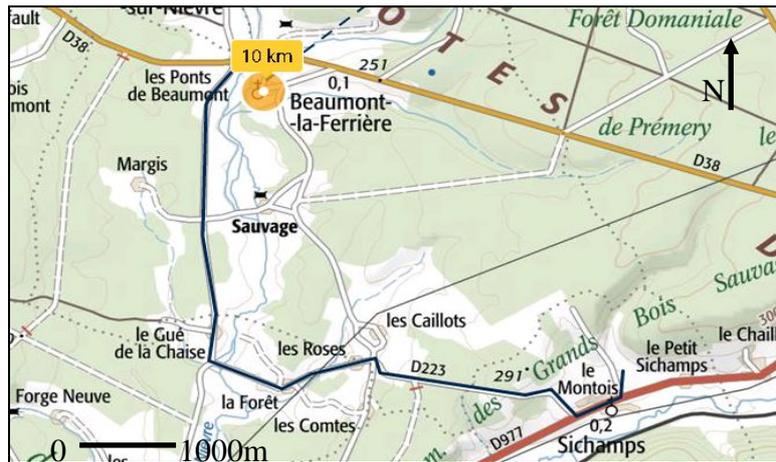


Figure 28 : Tracé de la canalisation reliant le réservoir de Sichamps au réservoir de Beaumont-la-Ferrière  
Source : « géoportail »

Le profil altimétrique du terrain naturel est représenté sur la figure 29.



Figure 29 : Profil altimétrique entre le réservoir de Sichamps et le réservoir de Beaumont-la-Ferrière  
Source : « géoportail »

Le réservoir de Sichamps étant à une cote altimétrique inférieure au point haut du réseau, l'installation d'un surpresseur est nécessaire afin de donner l'énergie suffisante à l'eau pour alimenter Beaumont-la-Ferrière. Aussi, un réducteur de pression devra être installé au niveau du point bas du réseau -estimation : 1 000 000 €-.

La deuxième proposition est de raccorder Beaumont-la-Ferrière à la commune de Prémery. Une canalisation d'environ 7km de longueur est à créer -figure 30-.

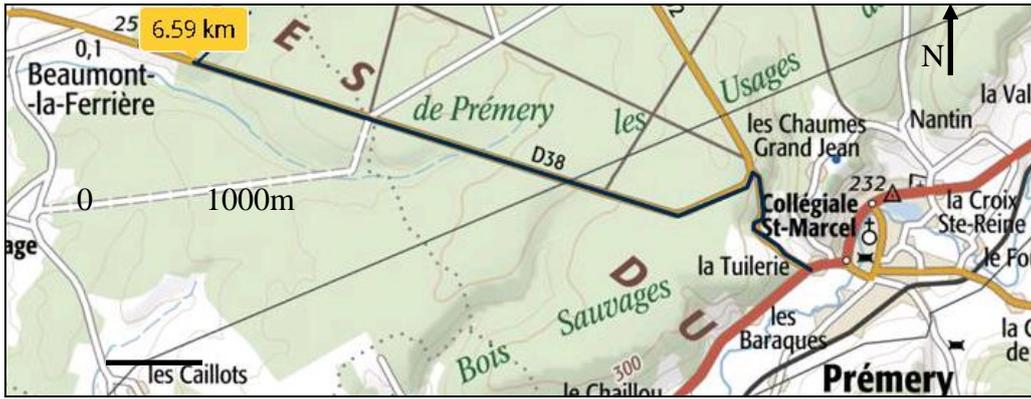


Figure 30 : Tracé de la canalisation reliant Prémery au réservoir de Beaumont-la-Ferrière  
Source : « géoportail »

Le profil altimétrique du tracé du terrain naturel est représenté sur la figure 31.



Figure 31 : Profil altimétrique entre Prémery et le réservoir de Beaumont-la-Ferrière  
Source : « géoportail »

Pour la même raison que le cas précédent, un surpresseur doit être dimensionné pour que l'eau puisse arriver jusqu'à Beaumont-la-Ferrière -estimation : 700 000 €-.

#### SIAEP d'Urzy Saint-Martin-d'Heuille

Une solution entre le SIAEP et l'Agglomération de Nevers semble aisée à mettre en œuvre. Ainsi, il faudrait ajouter une conduite de 1,8 km pour relier les deux réseaux -figure 32-.

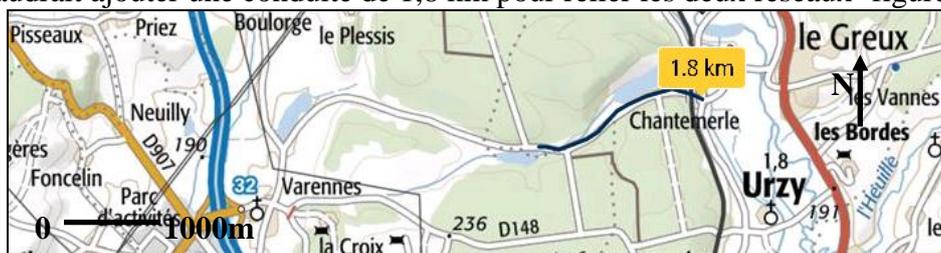


Figure 32 : Tracé de la canalisation reliant l'Agglomération de Nevers au SIAEP d'Urzy Saint-Martin-d'Heuille  
Source : « géoportail »

Pour que cette solution fonctionne, un surpresseur devrait être installé pour alimenter le réservoir de Vannes -sur le SIAEP d'Urzy Saint-Martin-d'Heuille-. En effet, le réservoir de Pignelin -Agglomération de Nevers- se trouve à la cote 248 mNGF alors que celui de Vannes est à la cote 245 mNGF. Avec la longueur du réseau entre les deux réservoirs, l'eau n'atteindrait pas le réservoir de Vannes compte tenu des pertes de charges -estimation 200 000 €-.

## 10) Conclusion

Cette étude a permis de mettre à jour les données du bassin versant de la Nièvre. Les volumes prélevés pour l'adduction d'eau potable ont été renseignés.

Puis, ce travail a mis en évidence **des débits hétérogènes dans les cours** d'eau du bassin versant de la Nièvre. En effet, les sources étudiées produisent des débits moyens disparates rendant des possibilités de prélèvements inégaux.

De plus, des impacts des prélèvements sur les débits des cours d'eau ont été relevés. Les cours d'eau les plus sensibles sont ceux ayant un débit faible et un prélèvement conséquent. Les prélèvements peuvent engendrer une diminution de la hauteur d'eau du cours d'eau, puis une diminution de la vitesse d'écoulement et pour finir, une augmentation de la température de l'eau. La vie aquatique peut donc être sensible à ces variations.

Aussi, les sources avec un fort potentiel de débit et avec un soutien à l'étiage permettent des prélèvements réguliers. De plus, une flexibilité quant à la gestion des stations d'eau potable est autorisée en fonction de l'abondance du débit de la source.

En revanche, les sources dont le débit est limité doivent faire preuve d'une gestion adéquate et optimisée.

Dans tous les cas, des solutions d'économie de prélèvements existent. La première est d'augmenter la valeur du rendement des réseaux d'eau potable. Un rendement de réseau élevé engendre un volume d'eau produit moindre et donc, des prélèvements inférieurs. La deuxième est d'étanchéifier les captages des sources. En regroupant la majorité du débit de la source dans l'ouvrage du captage, une gestion adaptée du fonctionnement de la station d'eau potable peut être entreprise. La troisième est de modifier les fréquences de prélèvements des installations d'eau potable. En diminuant les débits des pompes des usines de potabilisation et en augmentant les durées de pompage, l'influence du prélèvement sur le débit d'un cours d'eau est répartie sur une période plus longue. De ce fait, les variations de débits sont moins brusques. La quatrième solution est d'avoir recours à une autre ressource. La création d'une interconnexion permet de sécuriser l'alimentation en eau potable d'une collectivité.

Sur le bassin versant de la Nièvre, les prélèvements sont majoritairement effectués pour l'alimentation en eau potable. L'irrigation n'est que faiblement représentée.

Pour cette année 2017 -particulièrement sèche, **avec des arrêts sécheresse prononcés**-, les quantités d'eau disponibles ont été suffisantes pour desservir la population car les nappes souterraines se sont rechargées durant l'année précédente. Toutefois, l'accumulation consécutive d'années moins humides pourrait causer des problèmes de manque d'eau.

A titre personnel, le format d'étude en alternance m'a parfaitement convenu. Les successions de périodes en immersion dans le service et à l'école favorisent la mise en place d'un travail régulier. En effet, cette expérience m'a permis de réfléchir en mode projet, en me fixant des échéances et des dates d'avancement. De ce fait, je ne mélangeais pas les périodes de travail au sein du Conseil Départemental et celles à l'école.

L'environnement dans lequel j'ai travaillé m'a rendu plus autonome. Ainsi, je gérais mon emploi du temps et mes visites sur le terrain. J'ai donc été fréquemment en contact avec des exploitants des services des eaux.

De plus, j'ai participé aux diverses activités du service, ce qui m'a permis d'élargir mes connaissances dans les métiers de l'eau. Ainsi, j'ai développé mes compétences en eau potable, en assainissement, en gestion des rivières et en logiciel de systèmes d'information géographique.

## Liste des acronymes

**AEP** : Adduction Eau Potable

**BAC** : Bassin d’Alimentation de Captage

**BSS** : Banque de données du Sous-Sol

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours

**DETR** : Dotation d’Equipement des Territoires Ruraux

**DREAL** : Direction Régionale de l’Environnement, de l’Agriculture et du Logement

**DUP** : Déclaration d’Utilité Publique

**ILC** : Indice Linéaire de Consommation

**ILP** : Indice Linéaire de Pertes

**MNT** : un Modèle Numérique de Terrain représente la topographie d’un territoire

**ONEMA** : Office National de l’Eau et des Milieux Aquatiques

**RPQS** : Rapport sur le Prix de l’Eau et la Qualité du Service

**SATESE** : Service d’Assistance Technique aux Exploitants de Stations d’Epuración

**SDAGE** : Schéma Directeur d’Aménagement et de Gestion des Eaux

**SDE** : Service de l’Eau

**SIAEP** : Syndicat Intercommunal d’Alimentation en Eau Potable

**SIAEPA** : Syndicat Intercommunal d’Alimentation en Eau Potable et d’Assainissement

**SPANC** : Service Public d’Assainissement Non Collectif

**UGE** : Unité de Gestion de l’Eau

**ZRE** : Zone de Répartition des Eaux

## Bibliographie

- ADES.** Accès aux Données sur les Eaux Souterraines. [www.ades.eaufrance.fr](http://www.ades.eaufrance.fr). 2017
- BNPE.** Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en eau. [www.bnpe.eaufrance.fr](http://www.bnpe.eaufrance.fr). 2017
- C-D NIEVRE.** [www.nievre.fr](http://www.nievre.fr)
- CONSEIL GENERAL DE LA NIEVRE.** Etude de la ressource en eau des Calcaires du Nivernais. 2005
- CORINE LAND COVER.** Occupation des sols de la France en 2012. [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)
- DATA.GOUV.** Population du département de la Nièvre en 2014. [www.data.gouv.fr](http://www.data.gouv.fr)
- DELANCE, J-H.** Rapport hydrogéologique du captage de La Letterie. 31/12/90
- DELANCE, J-H.** Rapport hydrogéologique au captage du Moulin Gignault. 08/01/91
- GEOPORTAIL.GOUV.** Tracés des canalisations pour les interconnexions. [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr)
- KOTTEK, M ; GRIESER, J ; BECK, C ; RUDOLF, B ; RUBEL, F.** World Map of the Köppen-Geiger classification updated, *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15, n° 3, 259-263. Juillet 2006
- LEGIFRANCE.** Code de l'environnement Art. L 213-10-9, doublement de la redevance prélèvement sur la ressource en eau
- LEGIFRANCE.** Code de l'environnement Art R214-1, R-214-2 et R-214-3, nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration concernant les débits
- MENOT, J-C.** Rapport hydrogéologique au captage de La Brière. 23/09/83
- SANDRE.** Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau, *Catégorie piscicole*. 2005
- SOeS.** Service de l'Observation et des Statistiques, *Les prélèvements d'eau douce en France : les grands usages en 2013 et leur évolution depuis 20 ans*. Janvier 2017
- SDAGE L-B.** Schéma Directeur d'Aménagement et de la Gestion des Eaux du bassin hydrographique Loire-Bretagne. Loire Bretagne 2016-2021. Novembre 2015
- VAUTIER, A ; FOURIER, M ; NEDELTCHEVA, T.** Demande d'autorisation temporaire groupée de prélèvements d'eau à l'usage d'irrigation. Chambre d'agriculture Nièvre. 2017
- ASTEET ; AITF ; AFB.** Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement & Assistance Travaux et Ingénierie Ferroviaire & Agence Française pour la Biodiversité. Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable. *Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable*. 2017

## Annexes

### Liste des Annexes

1 : tableau de la répartition des prélèvements en Nièvre en 2014	45
2 : tableau des prélèvements par collectivité nivernaise en 2014	45
3 : tableau des prélèvements sur le bassin versant de la Nièvre	48
4 : tableau de la répartition de l'occupation du sol dans le bassin versant de la Nièvre	48
5 : tableau de la population comprise dans le bassin versant de la Nièvre en 2014	48
6 : liste et caractéristiques des captages sur le bassin versant de la Nièvre	49
7 : volumes produits par les captages en 2015	50
8 : Totalité du bassin d'alimentation de captage de la Brière	50
9 : vélocimètre électromagnétique BFM 801	51
10 : rendements d'eau potable	51
11 : Etude prévisionnelle de renouvellement de canalisations sur la commune d'Ouagne	54

## 1 : tableau de la répartition des prélèvements en Nièvre en 2014

Nom de l'usage	Volume total [m <sup>3</sup> ]
Energie	2 033 137 795
Canaux	48 674 123
AEP et usages domestiques	18 755 241
Usage inconnu	4 928 130
Irrigation	4 023 648
Industrie	2 602 244

## 2 : tableau des prélèvements par collectivité nivernaise en 2014

Commune	Volume [m <sup>3</sup> ]	Usage
Alluy	11 800	IRRIGATION
Annay	12 880	IRRIGATION
Arleuf	103 495 957	Barrages hydro-électriques - force motrice
Arquian	106 904	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Avril-sur-Loire	169 610	IRRIGATION
Beaumont-la-Ferrière	18 500	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Beuvron	17 657	Alimentation collective
Bitry	11 000	IRRIGATION
Bona	100 307	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Brassy	54 324	Alimentation collective
Brinon-sur-Beuvron	19 778	Alimentation collective
Bulcy	38 512	IRRIGATION
Celle-sur-Loire	198 915	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Cercy-la-Tour	10 470	INDUSTRIE
Challuy	4 473 704	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Chantenay-Saint-Imbert	293 485	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Chapelle-Saint-André	391 457	Alimentation collective
Charité-sur-Loire	612 254	IRRIGATION + INDUSTRIE + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Charrin	470 410	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Chasnay	41 248	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Château-Chinon (Campagne)	246 909 771	Barrages hydro-électriques - force motrice
Château-Chinon (Ville)	422 742 922	Alimentation collective + Barrages hydro-électriques - force motrice
Châtillon-en-Bazois	762 678	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Châtin	6 538	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Chaumard	159 528	Alimentation collective
Chevannes-Changy	17 000	Alimentation collective
Chevenon	721 266	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Clamecy	18 084 240	USAGE INCONNU + Alimentation collective + VOLUME TECHNIQUE
Corbigny	6 280 532	VOLUME TECHNIQUE
Corvol-l'Orgueilleux	82 746	Alimentation collective

Commune	Volume [m <sup>3</sup> ]	Usage
Cosne-Cours-sur-Loire	64 966	IRRIGATION
Couloutre	16 613	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Decize	1 622 103	IRRIGATION + INDUSTRIE + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Donzy	311 458	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Dornecy	62 315	Alimentation collective + Irrigation par aspersion
Entrains-sur-Nohain	253 005	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Fleury-sur-Loire	69 430	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Garchy	9 675	IRRIGATION
Germigny-sur-Loire	650 970	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Gimouille	36 460	IRRIGATION
Giry	214 760	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Gouloux	8 056	Alimentation collective
Guérigny	2 040	IRRIGATION
Imphy	1 481 176	AEP + USAGES DOMESTIQUES + INDUSTRIE
Lamenay-sur-Loire	362 888	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Langeron	102 609	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Larochemillay	186 528	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Lormes	214 947	Alimentation collective
Lucenay-lès-Aix	120 344	IRRIGATION
Luthenay-Uxeloup	406 540	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Magny-Cours	11 862	INDUSTRIE
Maison-Dieu	17 014	Alimentation collective
Marigny-sur-Yonne	6 280 532	VOLUME TECHNIQUE
Mars-sur-Allier	141 392	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Marzy	296 936	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Mesves-sur-Loire	137 606	IRRIGATION
Millay	136 764	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Monceaux-le-Comte	723 096	Alimentation collective
Montambert	21 000	IRRIGATION
Montigny-aux-Amognes	70 000	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Montsauche-les-Settons	162 289	Alimentation collective
Moux-en-Morvan	53 369	Alimentation collective
Myennes	27 797	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Narcy	161 157	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Neuvy-sur-Loire	208 628	IRRIGATION + INDUSTRIE
Nevers	462 323	INDUSTRIE
Nocle-Maulaix	64 949	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Nolay	50 000	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Oisy	54 600	Irrigation par aspersion
Ouroux-en-Morvan	68 531	Alimentation collective
Parigny-les-Vaux	195 730	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Pazy	629 192	Alimentation collective
Perroy	110 413	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Planchez	39 197	Alimentation collective
Poiseux	38 460	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Pougny	3 901	IRRIGATION
Pouilly-sur-Loire	188 821	IRRIGATION
Pousseaux	4 710 399	VOLUME TECHNIQUE

<b>Commune</b>	<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Usage</b>
Prémery	270 000	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Raveau	42 472	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Ruages	103 955 808	Barrages hydro-électriques - force motrice
Saincaize-Meauce	186 583	IRRIGATION
Saint-Agnan	796 830	Alimentation collective
Saint-Amand-en-Puisaye	299 445	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-André-en-Morvan	31 734	Alimentation collective
Saint-Aubin-les-Forges	46 170	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-Benin-d'Azy	272 849	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-Benin-des-Bois	95 000	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-Brisson	50 813	Alimentation collective
Saint-Didier	6 280 532	VOLUME TECHNIQUE
Sainte-Colombe-des-Bois	13 497	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-Éloi	331 478	INDUSTRIE + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-Germain-des-Bois	28 720	Irrigation par aspersion
Saint-Hilaire-Fontaine	57 140	IRRIGATION
Saint-Honoré-les-Bains	26 168	INDUSTRIE
Saint-Léger-de-Fougeret	28 405	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-Martin-du-Puy	1 156 294 667	Barrages hydro-électriques - force motrice
Saint-Martin-sur-Nohain	310 134	IRRIGATION
Saint-Ouen-sur-Loire	240 323	INDUSTRIE
Saint-Père	30 240	IRRIGATION
Saint-Quentin-sur-Nohain	169 509	IRRIGATION
Saint-Saulge	31 164	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Sauvigny-les-Bois	92 890	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Sermoise-sur-Loire	88 312	IRRIGATION
Sougy-sur-Loire	187 353	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Suilly-la-Tour	268 177	IRRIGATION
Surgy	6 384 418	Irrigation par aspersion + Irrigation par tout autre procédé + Alimentation collective + VOLUME TECHNIQUE
Tracy-sur-Loire	310 442	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Tresnay	55 737	IRRIGATION
Urzy	235 000	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Varennes-lès-Narcy	147 613	IRRIGATION
Varennes-Vauzelles	6 258	INDUSTRIE
Villapourçon	477 641	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Villiers-sur-Yonne	6 280 532	VOLUME TECHNIQUE

### 3 : tableau des prélèvements sur le bassin versant de la Nièvre

Commune	Volume [m <sup>3</sup> ]	Usage
Beaumont-la-Ferrière	18 500	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Dompière-sur-Nièvre	157 280	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Giry	214 760	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Guérigny	2 040	IRRIGATION
Montigny-aux-Amognes	70 000	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Nolay	50 000	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Parigny-les-Vaux	195 730	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Poiseux	38 460	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Prémery	270 000	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-Aubin-les-Forges	46 170	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Saint-Benin-des-Bois	95 000	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Sichamps	20 130	AEP + USAGES DOMESTIQUES
Urzy	235 000	IRRIGATION + AEP + USAGES DOMESTIQUES
Nevers	457 294	INDUSTRIE
<b>Total</b>	<b>1 870 364</b>	

### 4 : tableau de la répartition de l'occupation du sol dans le bassin versant de la Nièvre

Type d'occupation du sol	Surface [km <sup>2</sup> ]	Surface [%]
Zone urbanisée	16	3%
Zone agricole	131	20%
Zone forestière	316	49%
Zone prairie	178	28%
<b>Total</b>	<b>641</b>	<b>100%</b>

### 5 : tableau de la population comprise dans le bassin versant de la Nièvre en 2014

COMMUNES	Population Municipale sur le Bassin Versant de la Nièvre	COMMUNES	Population Municipale sur le Bassin Versant de la Nièvre
Arbourse	105	Moussy	59
Arthel	27	Nevers	12 415
Arzembouy	70	Nolay	366
Authiou	6	Oudan	36
Balleray	218	Oulon	68
Beaumont-la-Ferrière	123	Ourouër	333
La Celle-sur-Nièvre	70	Parigny-les-Vaux	417
Champlemy	335	Poiseux	341
Châteauneuf-Val-de-Bargis	212	Prémery	1 882
Chazeuil	11	Saint-Aubin-les-Forges	368
Colméry	17	Saint-Benin-des-Bois	172
Corvol-d'Embernard	14	Saint-Bonnot	124
Coulanges-lès-Nevers	3 591	Saint-Éloi	1 289
Crux-la-Ville	29	Saint-Franchy	74
Dompière-sur-Nièvre	202	Saint-Jean-aux-Amognes	16
Giry	210	Saint-Malo-en-Donzinois	127
Guérigny	2 468	Saint-Martin-d'Heuille	603
Lurcy-le-Bourg	300	Saint-Sulpice	77
Marcy	5	Sainte-Marie	26

COMMUNES	Population Municipale sur le Bassin Versant de la Nièvre	COMMUNES	Population Municipale sur le Bassin Versant de la Nièvre
Menou	50	Sichamps	190
Montenoison	64	Urzy	1 835
Montigny-aux-Amognes	454	Varennes-Vauzelles	3 408
		<b>TOTAL</b>	<b>32 807</b>

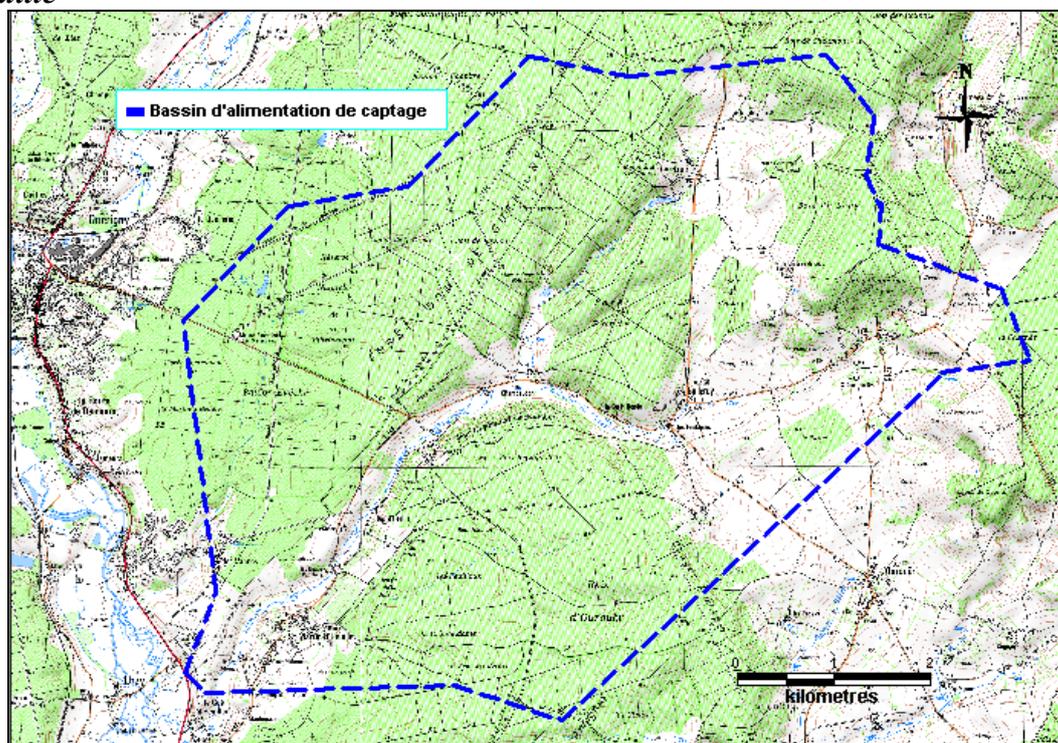
### 6 : liste et caractéristiques des captages sur le bassin versant de la Nièvre

Nom -UGE-	Commune	Identifiant National - Code BSS-	Captage	Origine de la ressource	Cours d'eau impacté
Beaumont-la-ferrière	Beaumont-la-ferrière	BSS001HWCL	La Letterie	Source	La Letterie
Guérigny	Parigny-les-Vaux	BSS001KLHE	Trois chênes	Source	Ru du Palissonet
Nolay	Nolay	BSS001KLYT	Fontaine du Geai	Source	La Renèvre
Poiseux	Poiseux	BSS001KLHJ	Fontaine du Bois	Source	Nièvre d'Arzambouy
Poiseux	Poiseux	BSS001KLYZ & BSS001KLYW	Le pré des Pelles devant	Source	Nièvre d'Arzambouy
Poiseux	Poiseux	BSS001KLZA & BSS001KLYV	Le pré des Pelles derrière	Source	Nièvre d'Arzambouy
Prémery	Prémery	BSS001HWCM & BSS001HWCR	Villiers et Vauclan	Source	Nièvre d'Arzambouy
Saint-Aubin-les-Forges	Saint-Aubin-les-Forges	BSS001KLHG	La douée	Source	Ruisseau de la Doué
SIAEP Amognes	Saint-Benin-des-Bois	BSS001KMAY	Moulin Gignault	Source	Ruisseau de la Grillerie
SIAEP Amognes	Montigny-aux-Amognes	BSS001KMDA	Meulot	Source	Le Meulot
SIAEP Prémery	Dompierre-sur-Nièvre	BSS001HWCK	Le Meez	Source	Nièvre de Champlemy
SIAEP Prémery	Giry	BSS001HWFN	Montigny 1	Source	Nièvre d'Arzambouy
SIAEP Prémery	Giry	BSS001HWFP	Montigny 2	Source	Nièvre d'Arzambouy
SIAEP Prémery	Sichamps	BSS001KLYU	Fontaine Gomineau	Source	Nièvre d'Arzambouy
SIAEP Urzy-Saint-Martin d'Heuille	Urzy	BSS001KLVA	Brière	Source	L'Heuille

## 7 : volumes produits par les captages en 2015

Captage	Volume produit [m <sup>3</sup> /an]	Volume Moyen Journalier [m <sup>3</sup> /j]	Volume Pointe Journalier [m <sup>3</sup> /j]	Volume Pointe Instantané [l/s]	Volume Pointe Instantané [m <sup>3</sup> /h]
La Letterie	18 500	51	101	1	4
Trois chênes	195 730	536	1 072	12	45
Fontaine du Geai	50 000	137	274	3	11
Fontaine du Bois	1 460	4	8	0,1	0,3
Le pré des Pelles devant	37 000	121	241	3	11
Le pré des Pelles derrière					
Villiers et Vauclan	270 000	740	1 479	17	62
La douée	46 170	126	253	3	11
Moulin Gignault	95 000	260	521	6	22
Meulot	70 000	192	384	4	16
Le Meez	157 280	431	862	10	36
Montigny 1	214 760	588	1 177	14	49
Montigny 2					
Fontaine Gomineau	20 130	55	110	1	5
Brière	235 000	644	1 288	15	54
<b>Total</b>	<b>1 411 030</b>	<b>3 885</b>	<b>7 732</b>	<b>89</b>	<b>325</b>

## 8 : Totalité du bassin d'alimentation de captage de la Brière SIAEP d'Urzy Saint-Martin-d'Heuille



## 9 : vélocimètre électromagnétique BFM 801

Fiche technique	
Plage de mesure	-5m/s à +5m/s
Précision de mesure	+/- 0,5% de la valeur lue
Température d'utilisation	-5°C à +40°C
Hauteur d'eau minimale	5 cm
Poids	2 kg
Dimensions	620 x 420 x 340mm
	

## 10 : rendements d'eau potable

### Contexte

En France, environ 900 000 km de réseaux d'eau potable sont en service. Le rendement de ces réseaux est de l'ordre de 80 % en 2009 au niveau national.

La Nièvre possède environ 7 400 km de canalisations. Ces linéaires servent à la distribution de l'eau chez les abonnés -habitations, industries ou agriculture-.

Avec le vieillissement progressif des réseaux -certains dans la Nièvre datent de début 1900- et des besoins en eau toujours présents, la question du renouvellement de ces canalisations se pose.

La programmation du renouvellement des réseaux s'appelle la gestion patrimoniale. C'est une vision sur du long terme, permettant de garantir un service défini, avec des contraintes de performances de réseaux. Cette approche prend en compte l'état du réseau actuel et les ressources financières dont disposent les collectivités.

La planification des travaux doit concilier la conception, l'apport de la matière première, l'installation des canalisations et la gestion du réseau.

De plus, la programmation doit donner au gérant du service d'eau des travaux à réaliser sur du court au long terme en veillant à conserver un prix de l'eau supportable pour les abonnés. La gestion patrimoniale se doit de respecter la réglementation, le budget à disposition, la ressource en eau, les abonnés, les conventions et l'impact sur les générations à venir [ASTEE et al. 2017].

Donc à chaque entité -syndicat, collectivité- s'applique une gestion patrimoniale particulière.

Aussi, les organismes responsables des réseaux sont fortement encouragés à réaliser une étude de gestion patrimoniale. En effet, selon l'article L. 213-10-9 du code de l'Environnement, la redevance « prélèvement sur la ressource en eau » pour la distribution de l'eau potable pourrait être doublée si un plan d'action pour améliorer les rendements des réseaux n'est pas respecté.

## La Nièvre et les rendements des réseaux

Le département de la Nièvre est situé sur deux grands bassins versants français : Loire-Bretagne et Seine-Normandie.

L'agence de l'eau Loire-Bretagne demande que les rendements primaires des réseaux d'eau potable soient d'au moins 75 % en zone rurale et 85 % en zone urbaine -mesure 7A-5 du SDAGE 2016-2021-. Dans des zones dîtes d'habitats diffus, des rendements primaires inférieurs peuvent être acceptés à condition que l'indice linéaire de perte soit faible.

En ce qui concerne l'Agence de l'eau Seine-Normandie, les objectifs de rendements ne sont pas définis.

Les définitions des différents rendements sont décrites ci-dessous :

*Rendement Primaire -Brut- [%]* : volume vendu / (volume produit + volume importé – volume exporté)

*Rendement Grenelle Mai 2007 [%]* : (Volume consommé + volume exporté + volume de service + volume consommé sans comptage) / (volume produit + volume importé)

*Rendement Seuil à atteindre [%]* :  $65 + (\text{Volume consommé journalier moyen} + \text{volume exporté journalier moyen}) / (\text{longueur du réseau en km} * 5)$

*Rendement RPQS [%]* : (volume vendu + volume exporté) / (volume produit + volume importé)

De même, les définitions des différents indices sont décrites ci-dessous :

*Indice linéaire de pertes -ILP- [ $m^3/km/j$ ]* : (volume produit + volume importé – volume exporté – volume vendu) / (longueur de réseau en km \* 365)

Le tableau suivant indique les caractéristiques des indices.

*Tableau du niveau de performance des réseaux d'eau potable*

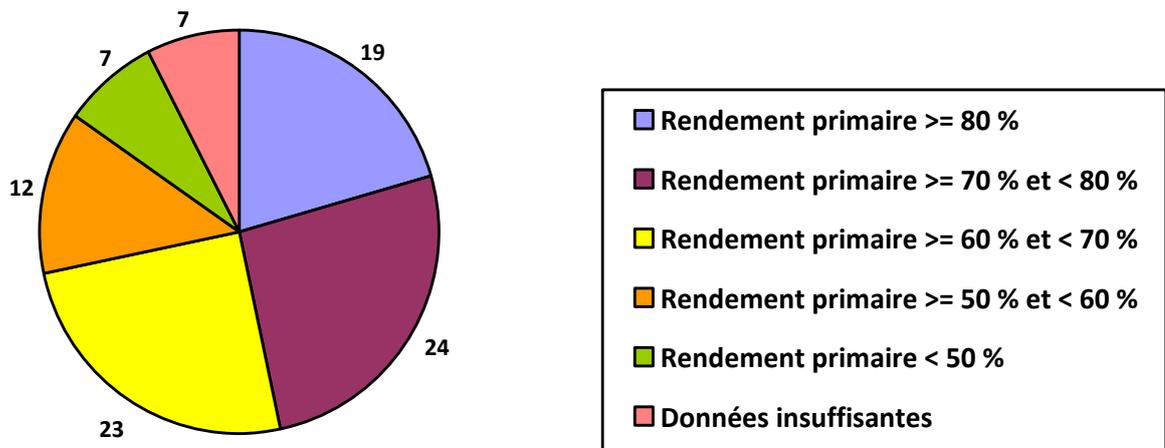
	Indice linéaire de Perte [ $m^3/km/j$ ]		
Bon	< 1,5	< 3	< 7
Acceptable	1,5 à 2,5	3 à 5	7 à 10
Médiocre	2,5 à 4	5 à 8	10 à 15
Mauvais	> 4	> 8	> 15

*Indice linéaire de consommation -ILC- [ $m^3/km/j$ ]* : volume consommé / (longueur du réseau \* 365)

Sur les 92 collectivités du département en 2015, 19 ont un rendement primaire au moins égal à 80 %, 24 collectivités ont un rendement compris entre 70 % et 80 %, 23 collectivités ont un rendement compris entre 60 % et 70 %, 12 collectivités ont un rendement compris entre 50 % et 60 % et 7 collectivités ont un rendement inférieur à 50 %.

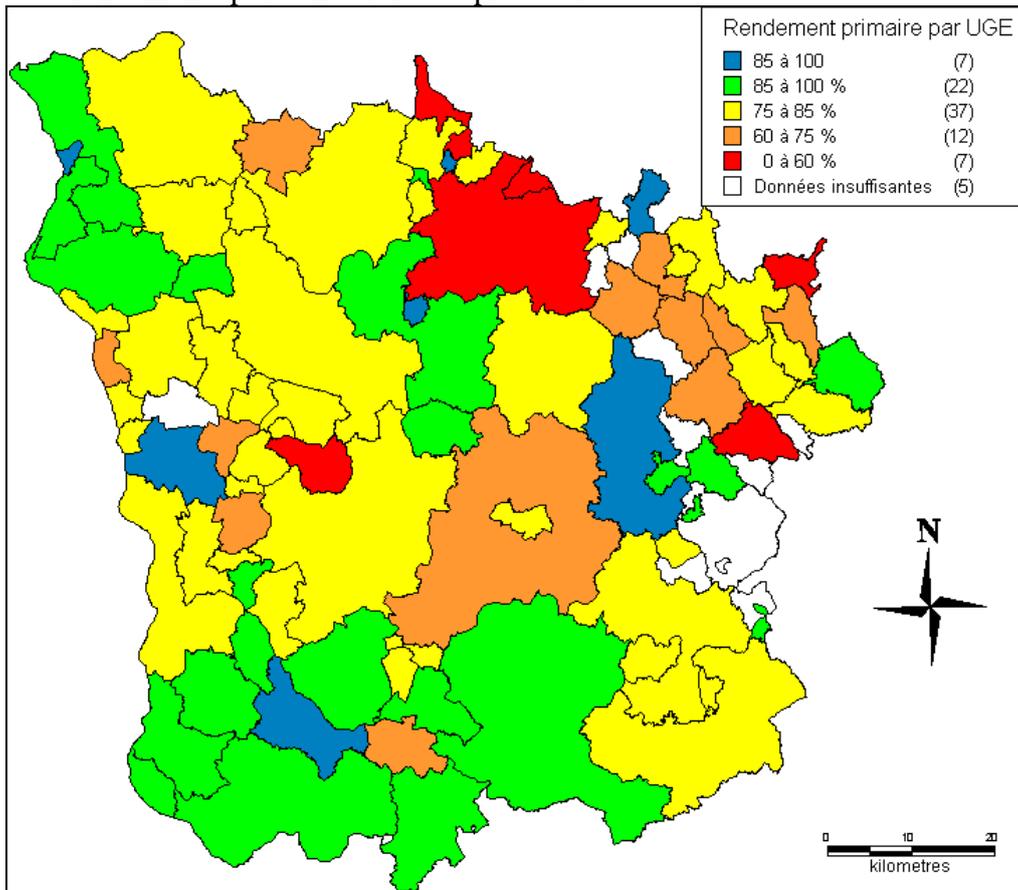
Nous ne possédons pas les données pour les 7 autres collectivités.

## Nombre de collectivités de la Nièvre en fonction du rendement primaire



Graphique du nombre de collectivités nivernaises et leur rendement primaire

La carte des rendements par collectivité est placée ci-dessous.



Carte des rendements primaires par collectivité en 2015

La majorité des collectivités ont un rendement inférieur aux attentes des agences de l'eau. Ainsi, le recours à une étude de gestion patrimoniale est opportun.

## 11 : Etude prévisionnelle d'investissements pour du renouvellement de canalisations sur la commune d'Ouagne

J'ai réalisé une étude de renouvellement de réseau sur la commune d'Ouagne. Le but de cette étude était d'effectuer un modèle d'outil réutilisable pour d'autres collectivités. A la suite de ce travail, un cahier des charges a été rédigé pour proposer à des bureaux d'études de reproduire ces programmes sur d'autres collectivités nivernaises.

### Contexte

Ouagne se situe dans le département de la Nièvre, à 9 km au Sud de Clamecy. En 2014, le recensement de population était de 159 habitants.

La commune est alimentée en eau potable par Clamecy. La commune d'Ouagne possède 9 km de canalisations.

Pour 2015, Ouagne a importé 19 405 m<sup>3</sup> d'eau et 14 145 m<sup>3</sup> ont été consommés. Le rendement primaire de cette année était bon : environ 73%. Celui-ci est en progression -60% en 2012, 67% en 2013, 50 % en 2014- et pourrait encore s'améliorer en remplaçant des canalisations subissant des fuites.

L'âge moyen du réseau est de 50-60 ans.

Le prix de l'eau au début de l'année 2016 était de 2,69 € le m<sup>3</sup>.

### Problématique

Le maintien du rendement réseau existant est une priorité et son amélioration est souhaitée.

C'est pourquoi une étude prévisionnelle d'investissement pour du renouvellement de conduites est intéressante à réaliser. En effet, celle-ci permet de planifier des travaux et d'identifier le futur prix de l'eau à instaurer.

Le remplacement du réseau de la commune a été simulé sur 30 ans.

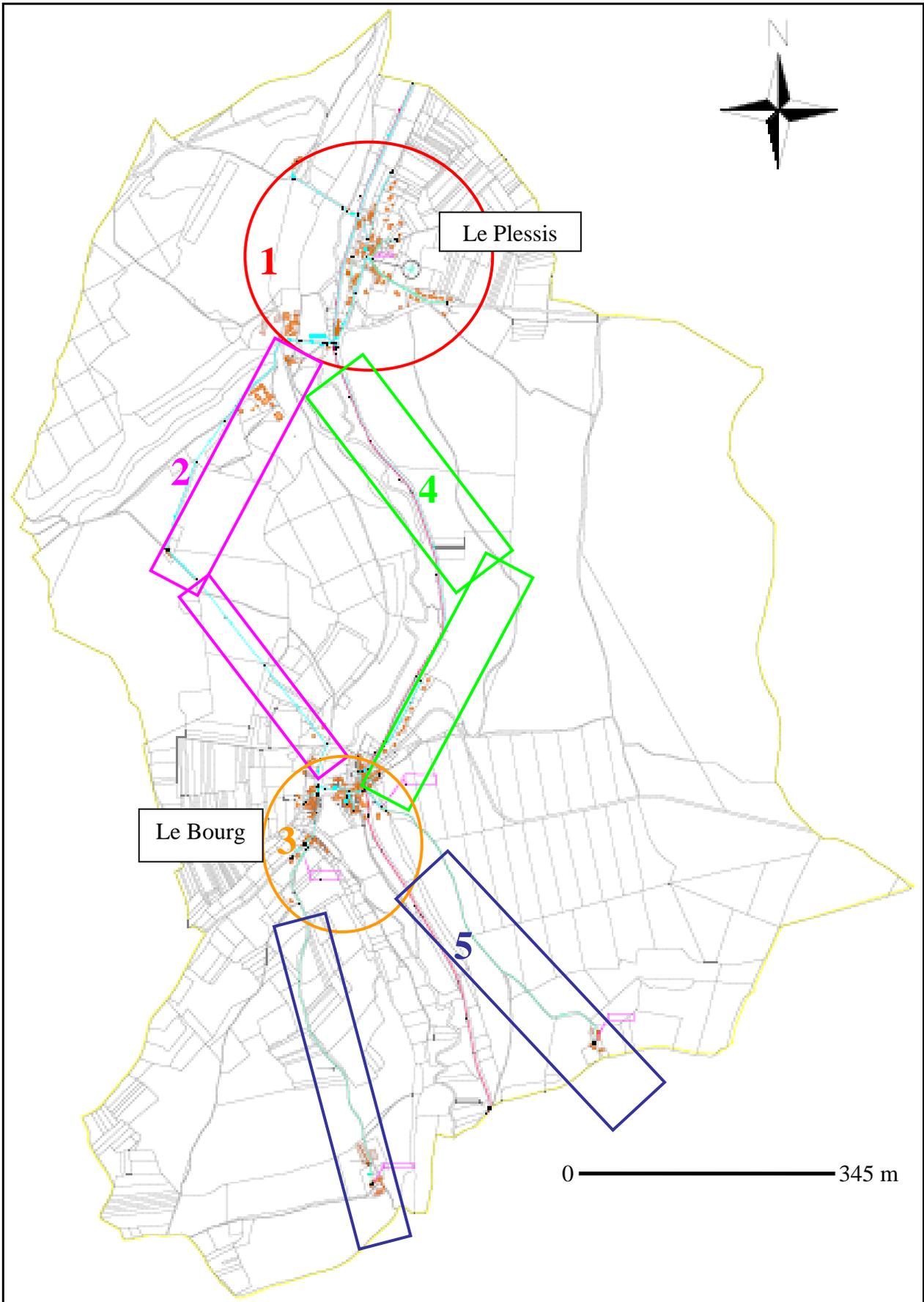
### Sectorisation de la commune

La commune a été divisée en 5 secteurs de manière géographique.

Numéro du Secteur	Localisation
1	Le Plessis
2	Canalisation du Plessis jusqu'au Bourg en passant par le réservoir
3	Le Bourg
4	Canalisation du Bourg jusque Le Plessis en passant par le D23
5	Les deux canalisations au Sud de Ouagne

### Zone prioritaire

Le secteur 1 dans la zone du quartier du Plessis a été identifié comme étant fuyard. La canalisation concernée est du PVC 90 et se situe dans la rue du Petit Buisson.



Carte du réseau d'eau potable d'Ouagne

# Hypothèses de travaux pour la commune d'Ouagne

## Programme de travaux

### Scénario 1 : renouvellement de l'ensemble des secteurs

Les 5 secteurs représentent 5 phases de travaux.

Les travaux sont répartis sur 30 ans. Tous les 6 ans, une phase de chantier serait effectuée.

Le choix de la durée de 30 ans se justifie pour renouveler le patrimoine dans un temps raisonnable.

En effet, refaire à neuf le réseau dans une durée moindre serait économiquement non supportable par la commune.

De plus, étaler les travaux sur une durée plus longue demanderait de réaliser des phases de chantiers moins importantes : dans le cas d'Ouagne, il n'est pas opportun de réduire les travaux sur les secteurs car ceux-ci sont déjà suffisamment divisés.

De surcroît, effectuer des travaux sur plus de 30 ans impliquerait des canalisations d'une centaine d'années -avec un risque important de fuites-.

C'est pourquoi la durée de 30 ans a été choisie.

### Estimation de chaque secteur

Numéro du Secteur	Localisation	Coût estimé
<b>1</b>	Le Plessis	165 000 €
<b>2</b>	Canalisation du Plessis jusqu'au Bourg en passant par le réservoir	185 000 €
<b>3</b>	Le Bourg	115 000 €
<b>4</b>	Canalisation du Bourg jusque Le Plessis en passant par le D23	180 000 €
<b>5</b>	Les deux canalisations au Sud de Ouagne	160 000 €
<b>Total</b>		<b>805 000 €</b>

### Echéancier des travaux

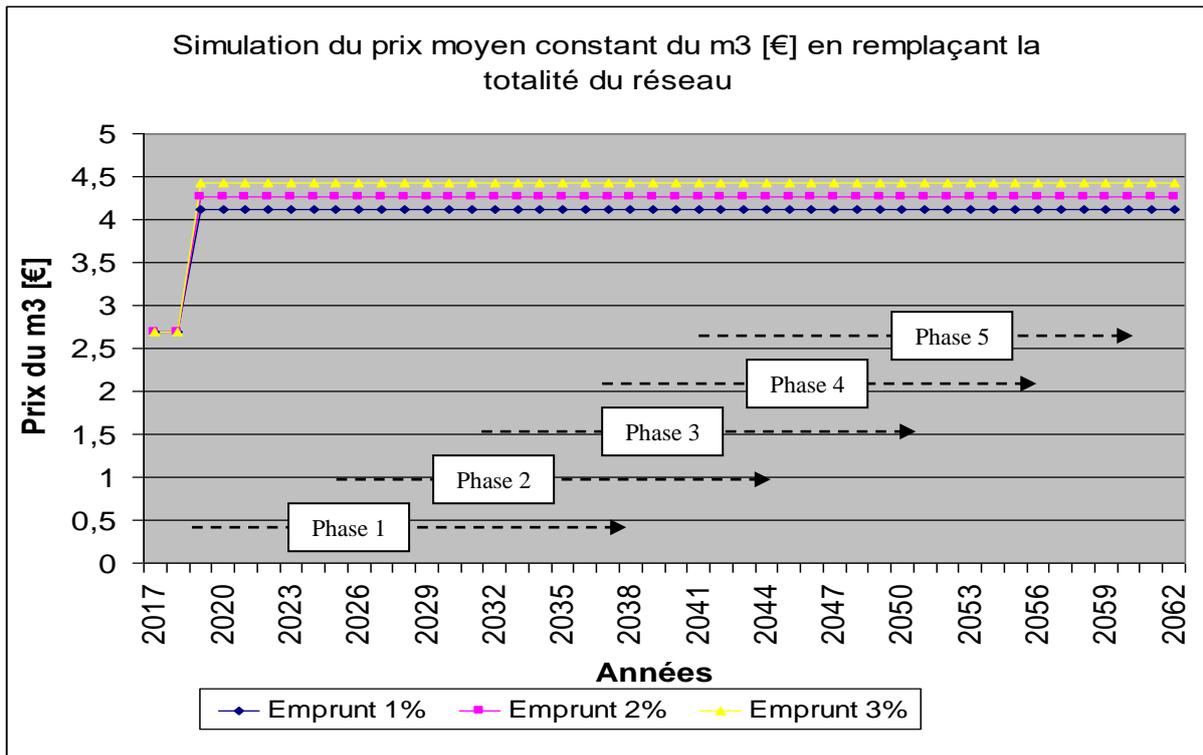
Numéro de Phase	Numéro du Secteur	Année de réalisation	Année de début d'amortissement	Année de fin d'amortissement
1	<b>1</b>	2018	2019	2038
2	<b>2</b>	2024	2025	2044
3	<b>3</b>	2030	2031	2050
4	<b>4</b>	2036	2037	2056
5	<b>5</b>	2042	2043	2062

Pour ce scénario, des emprunts à 1%, 2% et 3% ont été utilisés.

### Simulation du prix de l'eau

Le **prix du m<sup>3</sup> moyen** à instaurer dans la commune pour pouvoir réaliser ces travaux est inscrit dans le tableau ci-dessous.

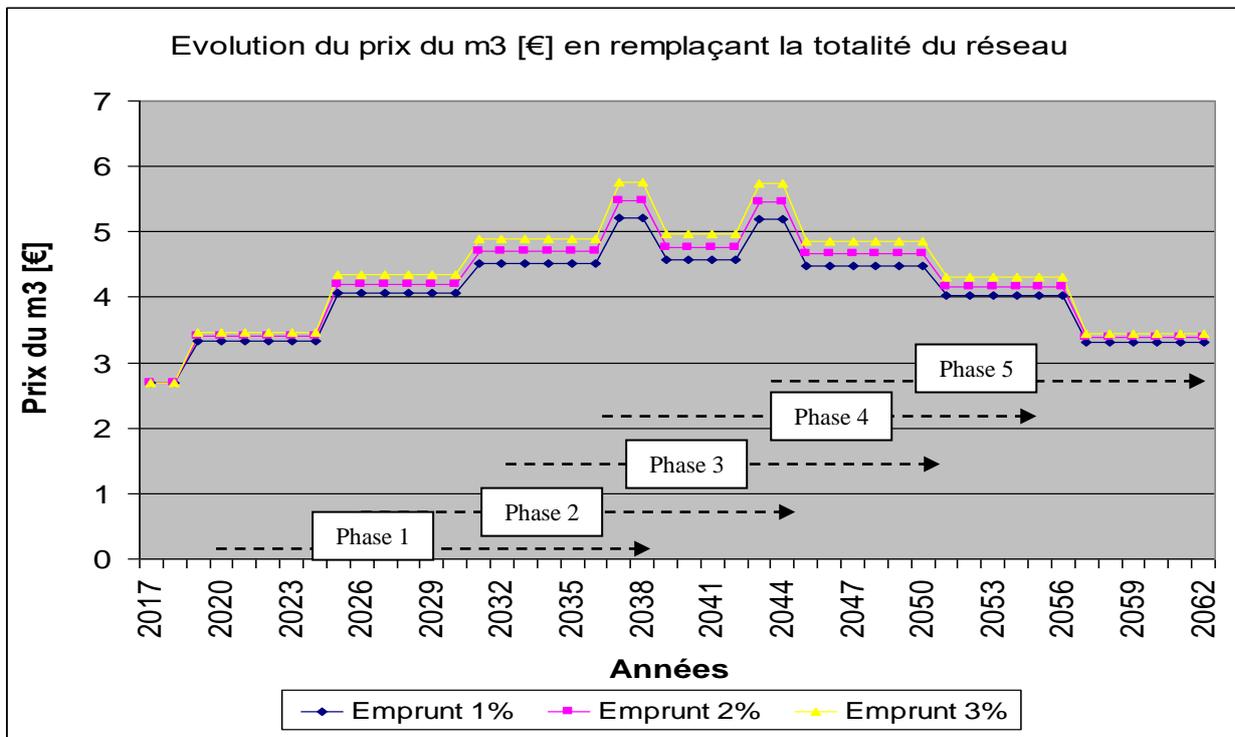
Numéro de simulation	Taux Emprunt %	Nombre d'années de remboursement	€ du m <sup>3</sup> à ajouter par an	Prix de l'eau total
1	1%	44	1.43 €	4.12 €
2	2%	44	1.58 €	4.27 €
3	3%	44	1.74 €	4.43 €



Graphique de la simulation du prix moyen de l'eau au m<sup>3</sup>

Le premier graphique représente le prix de l'eau constant à mettre en œuvre pour supporter le renouvellement des réseaux.

Le graphique suivant représente la variation du prix de l'eau en fonction des phases de travaux.



Graphique de la simulation du prix évolutif de l'eau au m<sup>3</sup>

### Bilan 1 :

Pour réaliser le renouvellement de tout le réseau d'eau potable d'Ouagne, il faudrait ajouter en moyenne 1,57 € au m<sup>3</sup> d'eau durant 44 ans.

Cette valeur semble être insupportable pour la commune.

A la suite de ce constat, une deuxième simulation a été réalisée en décidant de remplacer 3 secteurs.

### Scénario 2 : Renouvellement de 3 secteurs

L'hypothèse de départ a été conservée, celle de vouloir effectuer les travaux sur 30 ans.

#### Estimation de chaque secteur

Numéro du Secteur	Localisation	Coût estimé
<b>1</b>	Le Plessis	165 000 €
<b>3</b>	Le Bourg	115 000 €
<b>5</b>	Les deux canalisations au Sud d'Ouagne	160 000 €
<b>Total</b>		<b>440 000 €</b>

Le remplacement des canalisations reliant Le Plessis au Bourg d'Ouagne a été abandonné. Celle passant par le réservoir n'est presque plus utilisée et celle passant par la D23 est récente.

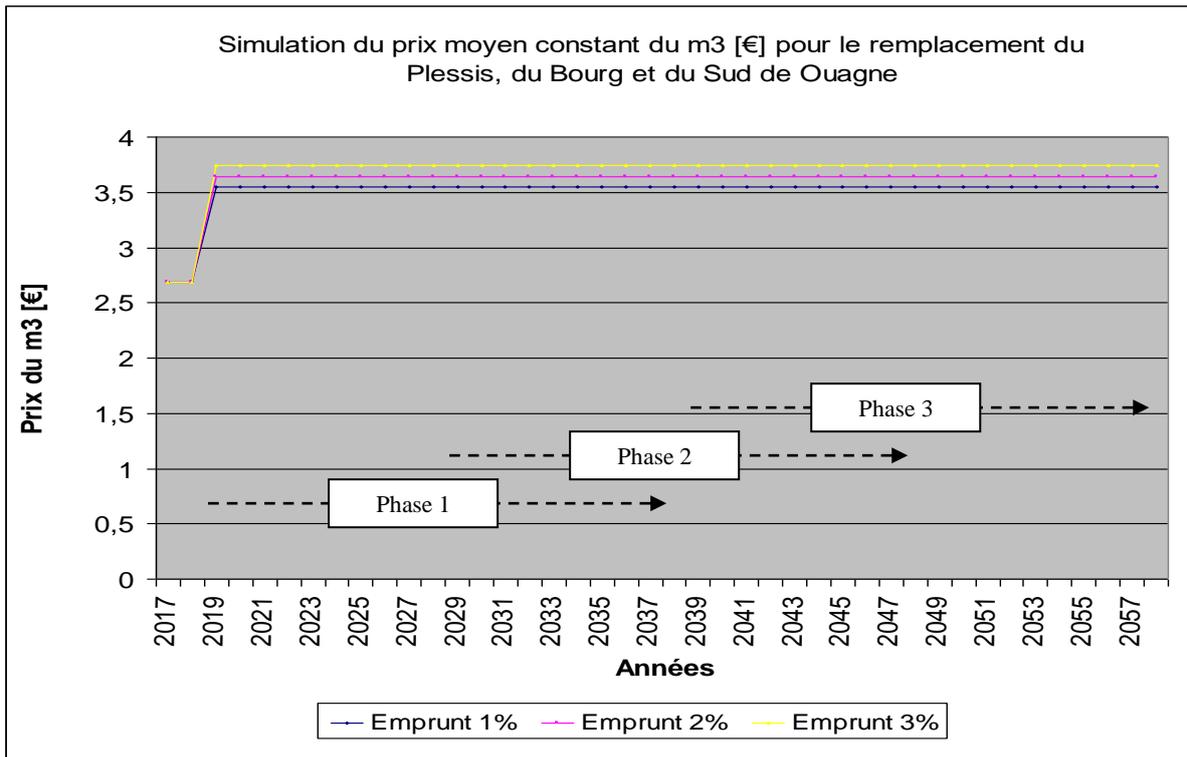
#### Echéancier des travaux

Numéro de Phase	Numéro du Secteur	Année de réalisation	Année de début d'amortissement	Année de fin d'amortissement
1	<b>1</b>	2018	2019	2038
2	<b>3</b>	2028	2029	2048
3	<b>5</b>	2038	2039	2058

Pour ce scénario, des emprunts à 1%, 2% et 3% ont été utilisés.

#### Simulation du prix de l'eau

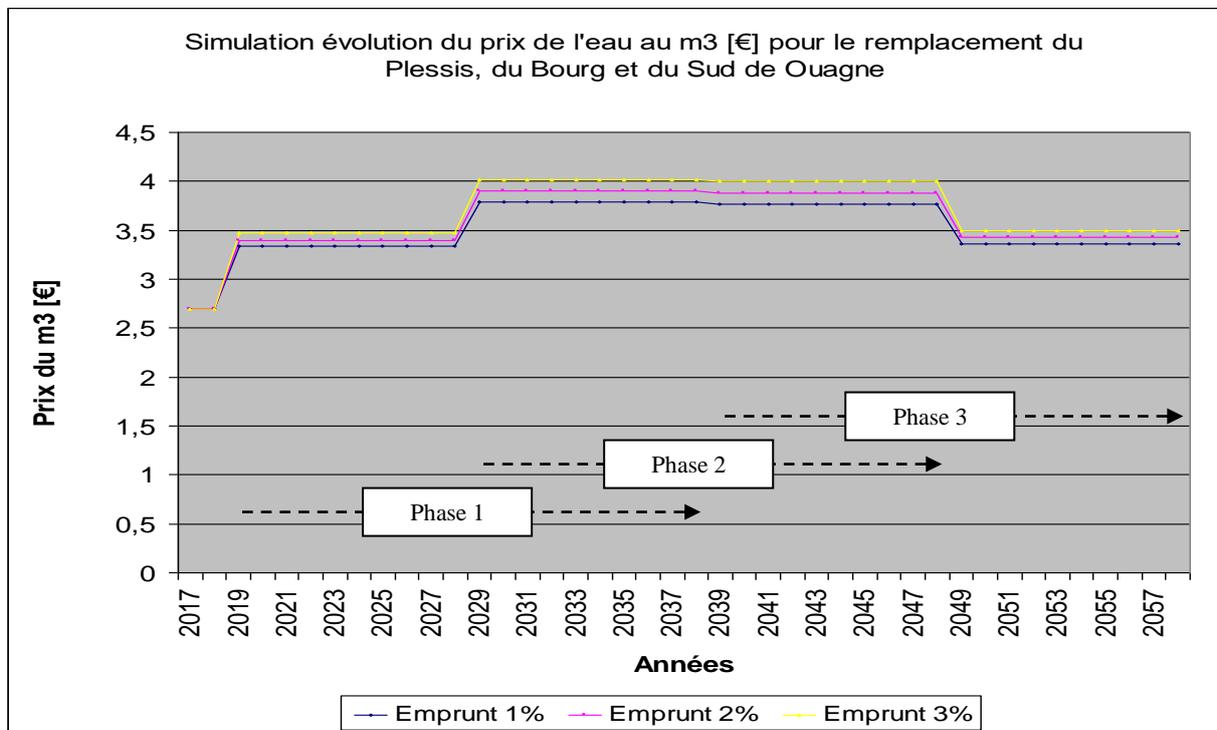
Numéro de simulation	Taux Emprunt %	Nombre d'années de remboursement	€ du m <sup>3</sup> à ajouter par an	Prix de l'eau total
1	1%	40	0.86 €	3.55 €
2	2%	40	0.95 €	3.64 €
3	3%	40	1.05 €	3.74 €



Graphique de la simulation du prix moyen de l'eau au m<sup>3</sup>

Le premier graphique représente le prix de l'eau constant à mettre en œuvre pour supporter le renouvellement des réseaux.

Le graphique suivant représente la variation du prix de l'eau en fonction des phases de travaux.



Graphique de la simulation du prix évolutif de l'eau au m<sup>3</sup>

## **Bilan 2 :**

Pour réaliser le renouvellement de 3 secteurs du réseau d'eau potable d'Ouagne, il faudrait ajouter en moyenne 0.94 € au m<sup>3</sup> d'eau durant 40 ans.

Cette valeur semble être supportable pour la commune.

## **Conclusion**

Le remplacement de la totalité du réseau d'Ouagne semble être compliqué en se basant sur une durée de travaux de 30 ans.

En revanche, les travaux au Plessis, au Bourg et au Sud d'Ouagne paraissent être envisageables.

De plus, les simulations ont été effectuées dans le cas le plus défavorable, en prenant uniquement en compte des financements sous formes d'emprunts.

La commune pourrait peut-être avoir recours à de l'autofinancement sur certains travaux. De même, en programmant des phases de chantiers à un coût élevé, des aides financières pourraient être perçues (Dotation d'Equipement des Territoires Ruraux -DETR-, Agence de l'Eau,...).