

MÉMOIRE DE STAGE

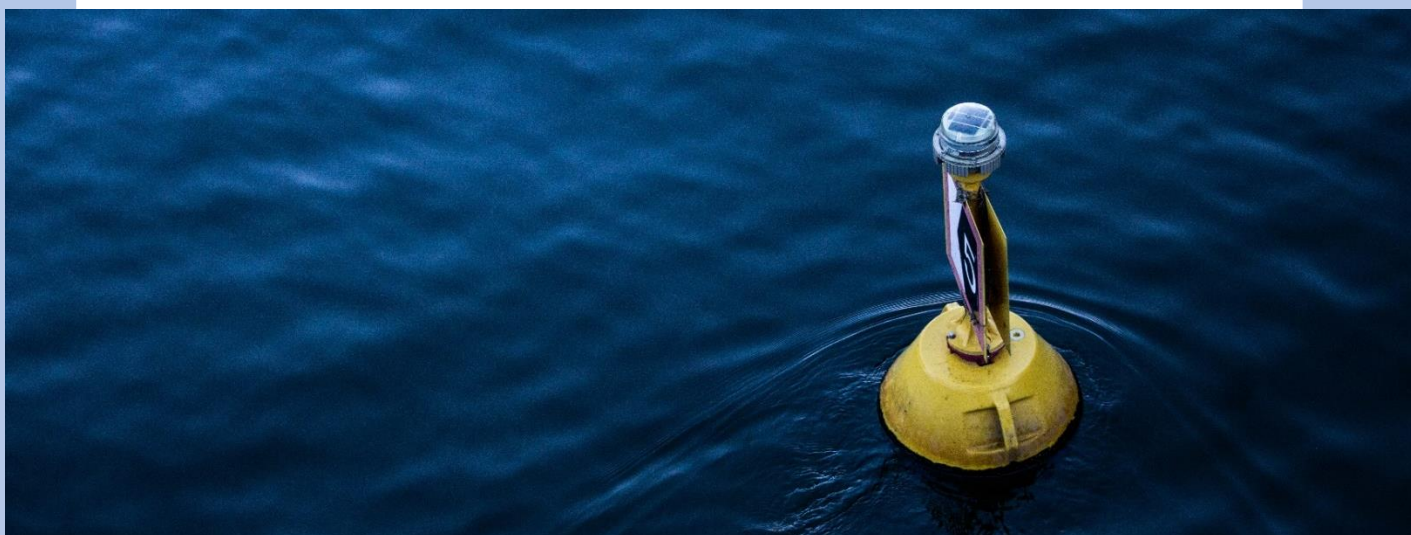
ETUDE PROSPECTIVE DE LA CONSOMMATION EN EAU EN GIRONDE : CARACTÉRISATION DE LA CONSOMMATION EN EAU POTABLE DANS LE GRAND LIBOURNAIS

PRÉSENTÉ PAR JONI FORNER

SOUS LA DIRECTION D'ALEXANDRE PRYET

ET LE TUTORAT DE PATRICK EISENBEIS ET SANDRINE COURVOISIER

ENSEGID — SEPTEMBRE 2020





Année universitaire 2019-2020

Etude prospective de la consommation en eau en Gironde

Présenté par Forner Joni

Numéro d'étudiant : 30021662

Sous la direction d'Alexandre Pryet, Enseignant chercheur

Et le tutorat de Patrick Eisenbeis, Chargé de mission

Et Sandrine Courvoisier, Enseignant chercheur

Mémoire présenté le 07/10/2020,

Mémoire de troisième année d'école d'ingénieur

Avant-Propos

Ce mémoire de fin d'étude a pour but de conclure mon cursus universitaire et de me permettre de valider mon diplôme d'ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure en Environnement, Géoressources et Ingénierie du Développement Durable (ENSEGID).

Ce mémoire « Etude prospective de la consommation en eau en Gironde » se base sur les connaissances enseignées au cours de mon cursus, de discussions avec les membres de l'équipe et de données diverses. Le stage s'est déroulé du 30 Mars au 25 septembre 2020.

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe du SMEGREG pour leur accueil chaleureux et bienveillant, ainsi que leur soutien constant au sein de ces 6 derniers mois.

Je remercie tout particulièrement Bruno de GRISSAC, Patrick EISENBEIS et Anaïs MEKKIOUI pour leur soutien, leurs conseils, et leur bonne humeur tout au long de ce stage.

J'aimerais également remercier Sandrine COURVOISIER de l'ENSEGID pour ces mêmes raisons, ainsi qu'Alexandre PRYET pour avoir suivi l'avancée du stage durant ces mois compliqués.

Enfin, mes derniers remerciements vont aux deuxièmes années de l'ENSEGID ayant participé au projet pour leur aide, notamment Melissa LAURENT pour son travail sur les données touristiques, et Estelle Bourget pour son travail sur l'impact du confinement sur la production d'eau potable.

Résumé

Les évènements récents mettent en exergue les problématiques liées à notre consommation de ressources, notamment de ressources en eau potable. Cette ressource provenant en grande partie de nappes profondes dans le département de la Gironde, il est crucial de comprendre la demande en eau afin d'optimiser la gestion des stocks.

Pour ce faire, un projet de prospective de la demande en eau en Gironde est réalisé par le SMEGREG, l'INRAE et Bordeaux INP. Ce projet a pour but d'améliorer la compréhension de la consommation en eau en Gironde. Dans ce rapport, la zone du Grand Libournais est étudiée. La problématique de ce rapport est donc « Quel volume d'eau potable consomme un habitant du Grand Libournais ? ».

Cette étude permet d'établir une méthodologie qui sera ensuite applicable à l'ensemble de la Gironde, et dont les résultats présentent des observations intéressantes pour la zone du Grand Libournais. Ainsi, au cours de ce stage un tableau de bord interactif a été réalisé, permettant l'accès rapide à un résumé des consommations par type d'usage des communes du grand Libournais. Ces communes ont ensuite été regroupées en classe par le biais d'analyses statistiques. Ces classes ont ensuite permis la création de « formule de consommation de l'habitant » par commune, répondant ainsi à notre problématique.

A partir de ces résultats, il est possible de continuer à étendre le champ d'étude à la Gironde, et de pouvoir caractériser les consommations d'eau sur l'ensemble du territoire.

Abstract

Recent events highlight the problems linked to our consumption of resources, particularly drinking water resources. As this resource comes largely from deep water tables in the Gironde department, it is crucial to understand the demand for water in order to optimise stock management.

To this end, a project to forecast water demand in the Gironde is being carried out by SMEGREG, INRAE and Bordeaux INP. The aim of this project is to improve the understanding of water consumption in the Gironde. In this report, the Greater Libourne area is studied. The issue of this report is therefore "What volume of drinking water does a resident of the Greater Libourne area consume? ».

This study makes it possible to establish a methodology which will then be applicable to the whole of the Gironde, and whose results present interesting observations for the Greater Libourne area. Thus, during this traineeship an interactive dashboard was created, allowing quick access to a summary of consumption by type of use in the Greater Libourne area. These municipalities were then grouped together in class by means of statistical analyses. These classes then made it possible to create "consumption formulas per inhabitant" by commune, thus responding to our problem.

Based on these results, it is possible to continue to extend the field of study to the Gironde, and to be able to characterize water consumption throughout the territory.

1. Introduction

Les événements récents, tels que les pénuries en eau estivales ou le confinement de ce début d'année 2020, nous poussent à remettre en question notre rapport à la consommation. Un des aspects clé de cette remise en question concerne notre manière de consommer l'eau. Ce bien commun, un droit pour tous, est en effet soumis à de fortes contraintes et doit être géré et régulé afin de pérenniser la ressource.

La France présente de nombreux moyens de capter de l'eau pour divers usages. Qu'il s'agisse des vastes réseaux de fleuves et rivières en surface, ou les réservoirs souterrains présents sur de larges zones, il existe de nombreux moyens de prélever de l'eau en quantité importante sur la grande majorité du territoire métropolitain. Ces captages alimentent ainsi différents usages de l'eau : de l'eau potable issue du robinet au refroidissement des centrales nucléaires, en passant par la production de nourriture, l'eau est un élément crucial de notre quotidien.

Le département de la Gironde dispose, pour assurer ses besoins en eau, d'un grand nombre de cours d'eau, ainsi que de grandes ressources souterraines. La Garonne et les cours d'eau présentent de larges voies d'eau, les terrains de surfaces un grand nombre de nappes, et le bassin aquitain de vastes aquifères permettant d'alimenter ce département.

Cependant, il est à noter que de ces 3 principales sources, seules les eaux souterraines sont utilisées de manière importante pour l'usage de l'eau potable. En effet, les deux fleuves girondins, la Dordogne et la Garonne, sont sous influence marine, ce qui les rend impropre à la consommation domestique sans des traitements importants. Les autres cours d'eau sont la plupart du temps situés en dehors des zones de besoin. Les nappes de surface ont la particularité d'avoir une concentration importante en fer, les rendant elles aussi impropres à la consommation sans un important traitement. Il en résulte une forte dépendance de la Gironde sur ses ressources souterraines, et une nécessité de pérenniser ces dernières. Bien que les aquifères souterrains présentent de larges volumes utilisables, ils sont également soumis à un temps de recharge extrêmement long : l'eau consommée à Bordeaux, par exemple, a entre 5 000 et 15 000 ans.

Il devient donc évident qu'il est nécessaire de gérer cette ressource comme une ressource limitée. Pour ce faire, la France et le département de la Gironde ont mis en place un ensemble de mesures permettant la préservation de la ressource en eau à l'échelle nationale et départementale.

En Gironde, un des organismes contribuant à la gestion de la ressource en eau est le SMEGREG, ou Syndicat Mixte d'Etudes et de Gestion de la Ressource en Eau du département de la Gironde. Dans cette optique, une étude est lancée afin de cerner la consommation en eau à l'échelle du département en vue de réaliser un travail de prospective et de modélisation. Ce projet regroupe un ensemble de tâches : deux enquêtes quantitatives et qualitatives sur les usages de l'eau, une étude prospective de la consommation basée sur les rapports du GIEC, et une caractérisation spatiale et unitaire de la consommation en eau.

Cette caractérisation spatiale et unitaire de la consommation en eau a commencé sous la forme d'un projet de fin d'étude à l'ENSEGID (Décembre 2019 – Mars 2020), auquel j'ai participé¹. Ce dernier a permis la caractérisation de territoires d'intérêts au sein de la Gironde : la métropole bordelaise, cœur urbain du département, la côte Atlantique, en tant que pôle touristique, et enfin le Grand Libournais, en

¹ Forner J., Labat S. et M'Couezou J. (2020). Analyse prospective de la demande en eau de la Gironde, rapport de fin d'étude, 3^e année ENSEGID, 36 p.

tant que zone présentant des communes rurales, viticoles, et urbaines. C'est sur cette zone que ce stage se focalise en répondant à la question « Quelle est la consommation d'un habitant du Grand Libournais ? ».

Pour ce faire, il est nécessaire d'établir l'état des lieux des connaissances sur la ressource en eau, d'établir une méthodologie sur le territoire du Grand Libournais, si possible reproductible à d'autres échelles avant de pouvoir présenter les résultats.

II. La gestion de la ressource en eau

II.1. La gestion de l'eau

II.1.1. En France

La gestion de l'eau en France est basée sur 4 grandes lois, adoptées au fil des ans et qui prennent en compte les directives-cadres sur l'eau dictée par l'Europe.

Un bref résumé de ces lois est disponible en annexe de ce rapport (Annexe 1).

Une loi d'importance pour la compréhension de ce projet est la loi de 1992. Cette dernière encadre les créations des Schémas Directeurs d'Aménagements et de Gestion des Eaux (SDAGE). Au sein des grands bassins versants, des comités de bassins établissent le cadre de la gestion de l'eau. Ces décisions sont élaborées avec des représentants des collectivités, des particuliers, des usagers professionnels et des associations. Cette loi permet également la création de sous-bassins, ce qui rends possible une gestion plus locale des questions liées à la gestion des eaux. Ces Schémas locaux sont nommés Schémas d'aménagement et de gestion des eaux, ou SAGE, et sont réalisées par les CLE, ou Commissions Locales de l'eau.

En 2000, l'Europe édite une directive-cadre sur l'eau, qui est transposée dans le droit français par la loi de 2004. Cette dernière oriente la politique de l'eau « vers des objectifs de résultats »². Elle met l'accent sur le bon état des eaux, appliqué par la DCE (Directive Cadre Eau). Cette dernière caractérise une eau en bon état comme une eau :

- Permettant une vie animale et végétale riche et variée ;
- Exempte de produits toxiques ;
- Disponible en état suffisant pour satisfaire tous les usages.

La DCE engage également les pays européens à obtenir des résultats visant à l'amélioration de l'état des masses d'eau avec la possibilité de deux reports, amenant l'échéance finale à 2027.

Ces lois présentent le cadre général dans lequel les organismes girondins évoluent.

II.1.2. En Gironde

En Gironde, une grande quantité de l'alimentation en eau potable se fait à partir de nappes profondes. Il est cependant observé que la nappe Eocène est en état de surexploitation. Ce constat mène en 1998 à la mise en place du SAGE Nappes profondes de Gironde sous l'autorité de la CLE, dont elle remet l'animation au SMEGREG. Ce SAGE a été approuvé en 2003, puis révisé en 2013.

Le SAGE Nappes profondes de Gironde met en avant la surexploitation de la nappe Eocène, principal aquifère en termes d'alimentation en eau potable pour le département. En outre, il existe un risque de salinisation de la nappe par les eaux estuariennes au niveau de la pointe du Médoc et de Pauillac. De plus, l'exploitation de la nappe de l'Oligocène ne présente pas un péril à grande échelle de cette ressource, mais a provoqué des dénoyages de cette nappe au Sud de la métropole bordelaise.

² <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/gestion-leau-en-france;>(06/08/2020)

Ce SAGE a mis en place un Volume Maximal Prélevable Objectif, ou VMPO, pour les différents aquifères alimentant la Gironde en eau. En comparant les volumes prélevés à ce VMPO, il est possible de catégoriser les nappes en trois classes : déficitaire, à l'équilibre ou non-déficitaire.

Les figures ci-dessous (Tableau 1 et Figure 1) présentent l'état des lieux réalisé par le SAGE des nappes profondes :

Tableau 1. Classification des nappes profondes de Gironde par rapport au Volume Maximum Prélevables Objectifs (source : SMEGREG, diaporama interne)

	Centre	Médoc-estuaire	Littoral	Nord	Sud
Miocène	Non déficitaire	Non déficitaire	Non déficitaire	Pas de réservoir miocène	Non déficitaire
Oligocène	A l'équilibre	Non déficitaire	Non déficitaire	Pas de réservoir oligocène	Non déficitaire
Eocène	Déficitaire	A l'équilibre	Non déficitaire Non déficitaire	Non déficitaire Non déficitaire	Non testé réservoir discontinu
Campano-Maastrichtien	Déficitaire	A l'équilibre	Non déficitaire	Non déficitaire	Non déficitaire
Cénomano-Turonien	Non déficitaire	Non déficitaire	Non testé réservoir trop profond	Non testé réservoir trop profond	Non déficitaire

Il est donc nécessaire pour atteindre le bon état quantitatif des nappes de réduire les prélèvements dans les unités de gestions déficitaires et les zones à risque (pointe du Médoc et Sud de la métropole bordelaise). Ceci passe par la mise en place des actions prioritaires, fixées par le SAGE Nappes profondes :

- L'optimisation des usages de l'eau
- L'utilisation de ressources substitutions dans les UG déficitaires
- La diminution des prélèvements dans les zones à risques

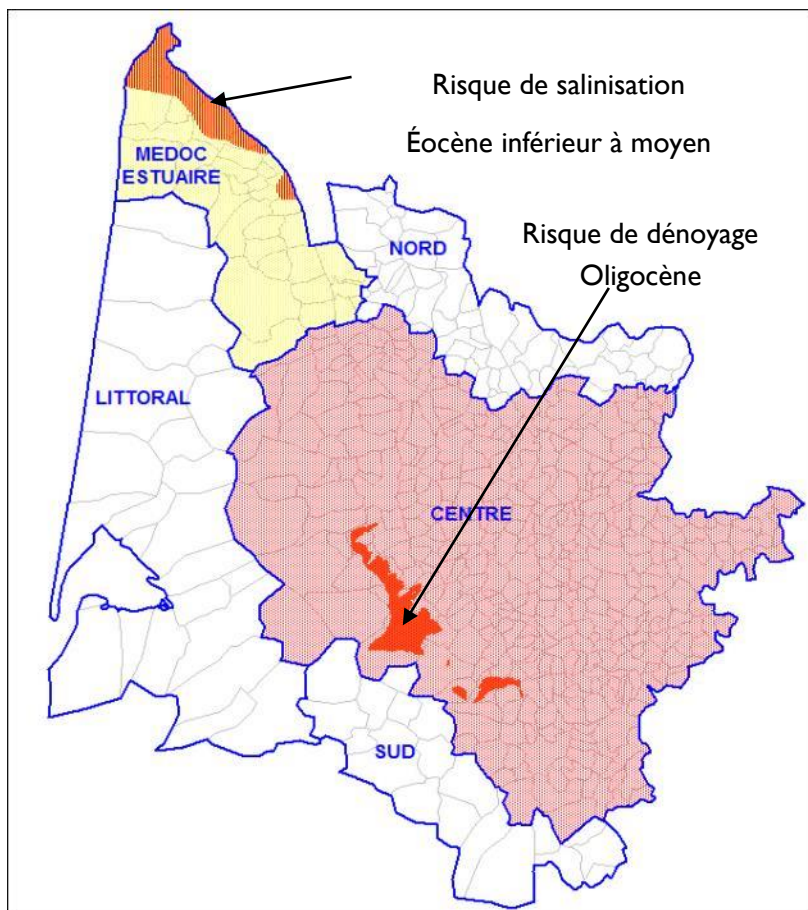


Figure 1. Cartes présentant les zones à risques sur les nappes profondes Gironde (source : SMEGREG, diaporama interne)

La CLE s'assure de sa mise en œuvre et du respect des mesures qu'il contient. Ses missions sont :

- La précision des modalités pratiques d'application et la portée des mesures réglementaires ;
- La définition des priorités d'actions ;
- L'examen de la compatibilité entre un projet et le SAGE nappe profonde ;
- L'évaluation de l'efficacité du SAGE sur le comportement de la ressource en eau.

Pour ce faire, la CLE élabore des cahiers des charges, des guides pratiques et a un rôle de conseils dans la gestion des nappes profondes.

Elle s'appuie pour l'animation du SAGE d'un secrétariat technique en la personne du SMEGREG, et du Conseil Général de la Gironde pour son secrétariat administratif (Figure 2).

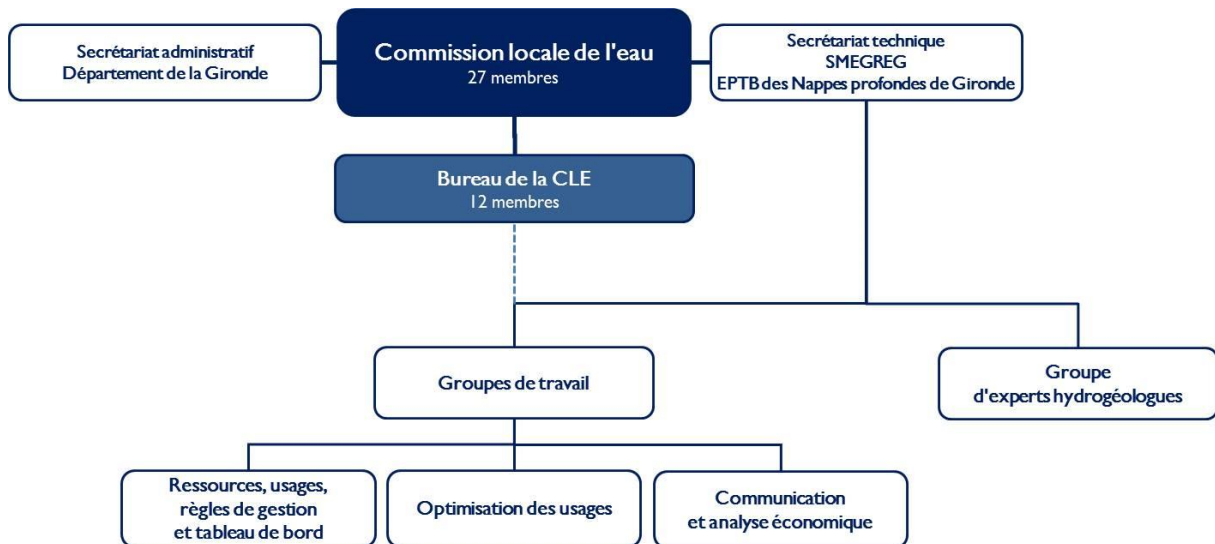


Figure 2. Organisation de la CLE de Gironde (source: <<https://www.smegreg.org/la-cle/presentation-de-la-cle.html>>, consulté le 21/09/2020)

II.2. Le SMEGREG

Le SMEGREG a été créé en 1998 par la Communauté urbaine de Bordeaux et le Conseil général suite au constat de surexploitation des nappes profondes. En effet, 4 nappes souterraines captives fournissent plus de la moitié des prélèvements en eau du département et 96 % de l'alimentation en eau potable du département.

Le SMEGREG s'est vu chargé de l'étude de ressources alternatives et la gestion pérenne et équilibrée de la ressource existante.

II.2.1. L'organisation

Le SMEGREG est un syndicat mixte ; il s'agit donc d'une structure regroupant collectivités et établissements publics. Les membres du SMEGREG sont représentés sur la carte ci-dessous (Figure 3):

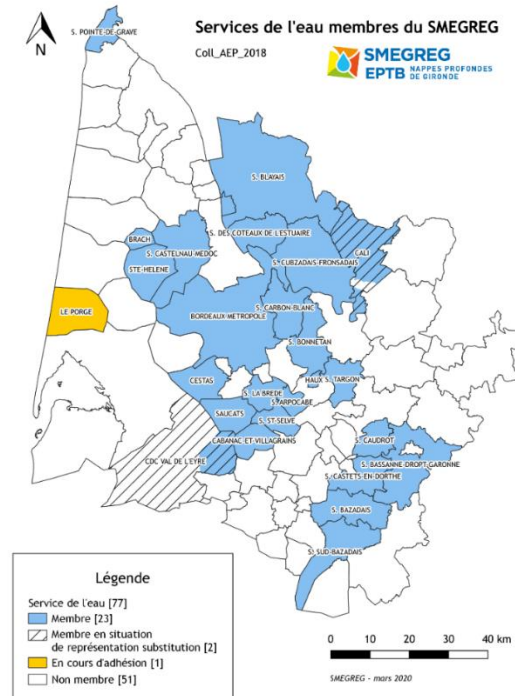


Figure 3. Cartes des membres du SMEGREG (source: SMEGREG, diaporama interne)

Le SMEGREG est organisé entre un comité syndical, regroupant trois collèges, et une équipe technique.

Le comité syndical regroupe 5 représentants du Conseil départemental, 5 représentants de Bordeaux Métropole, et 5 représentants des instances communales. Ce comité élit le Bureau, composé de 9 membres. Ce dernier supervise alors l'équipe technique en charge de mener à bien les différentes missions du SMEGREG.

Cette organisation est schématisée sur l'organigramme ci-dessous (Figure 4):

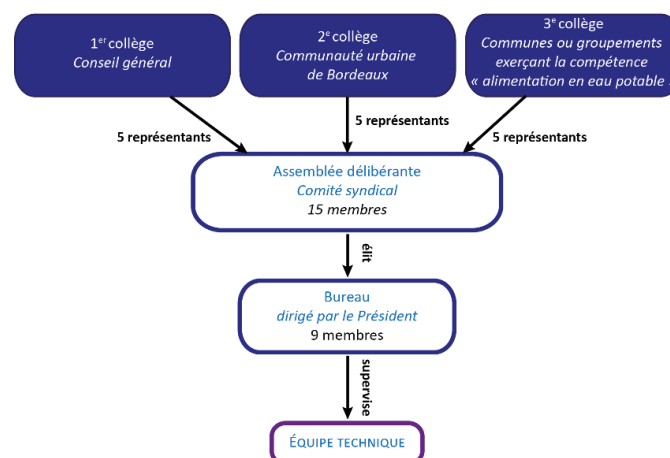


Figure 4. Organigramme du SMEGREG (source: SMEGREG, diaporama interne)

II.2.2. Les missions

Les missions du SMEGREG sont :

- 1) Étude et recherche de nouvelles ressources
- 2) Accompagnement dans le domaine des économies d'eau
- 3) Puis secrétariat technique du SAGE NP, élaboré en 2003 et révisé en 2013 pour le compte de la Commission Locale de l'Eau (CLE) du SAGE des Nappes profondes de la Gironde.

Le SMEGREG est en charge de mener à bien les études et les travaux liés à la mise en œuvre, au suivi et à la révision du SAGE Nappes Profondes de Gironde.

Il assure également auprès de ses membres une mission d'expertise, d'information et de régulation des projets impactant les nappes profondes. Il supervise les différents projets afin de répondre aux problématiques des nappes profondes en privilégiant les ressources de substitutions, l'optimisation des usages et la transparence des projets.

Afin de mener à bien ses missions, le SMEGREG est en communication fréquente avec un grand nombre d'acteurs, allant des autres communautés territoriales aux usagers, en passant par les établissements de recherche.

Une des missions du SMEGREG pour le compte de la CLE est de réaliser, tous les 3-4 ans, une analyse des besoins en ressource de substitution qui doit prendre en compte l'évolution de la demande en eau potable.

Dans ce cadre, une étude plus précise sur la prospective de la demande en eau potable s'est avérée nécessaire et a amené à la mise en place du projet.

11.3. Le projet prospective de la demande

Afin de répondre à ces problématiques, des études prospectives ont été mises en place afin de pouvoir prévoir les changements et mettre en place des solutions pour y remédier.

Dans le rapport *La prévision à moyen et long terme de la demande en eau potable : bilan des méthodes et pratiques actuelles*, Neverre N. et Rinaudo J.D.³ mettent en avant les difficultés de mettre en place un outil de prospective. Bien que les communes fassent face au problème de l'approvisionnement en eau depuis les années 80, aucune pratique standardisée de prévision de la consommation n'a pu s'établir comme une référence idéale. La variabilité des comportements et des contraintes d'un territoire à un autre rend l'exercice extrêmement complexe, et pousse les instances de décisions à adopter des modèles spécifiques. L'incertitude même de ces modèles peut faire l'objet de méthodologies différentes. Il semble néanmoins se développer un consensus autour de l'adoption de l'approche modulaire, qui va séparer les lieux de demande en différents modules afin de les traiter séparément.

Un tel projet est le projet ADEQWAT qui cherche à établir l'adéquation entre la demande en eau potable et la disponibilité des ressources en eau souterraines. Pour se faire, ce projet observe les volets demande et ressources par le biais des sciences humaines et sociales et de méthodes d'aide à la décision en science. Ce projet réunit un corpus composé de scientifiques, d'industriels (Bordeaux INP, BRGM, PAVE, SUEZ), de collectivités territoriales (Bordeaux Métropole, Agglomération d'Agen), de gestionnaires institutionnels (SMEGREG) et la région Nouvelle-Aquitaine.

Ce stage fait quant à lui partie d'un autre projet de prospective, mené par le SMEGREG, l'INRAE par le biais de l'équipe URETBX et Bordeaux INP avec les équipes EAGéoressources et UMR PASSAGES.

Ce projet a pour but de répondre à la série de questions suivantes :

- Quelle consommation appliquer au nouvel habitant (ou même à l'habitant existant) et où l'appliquer ?
- Comment varie cette consommation ?

Les réponses à ces questions vont varier en fonction d'un grand nombre de critères : les données climatiques, les usages dans et en dehors des logements, la proximité d'activités économiques, d'équipements collectifs, des déplacements journaliers, de la taille des communes, du tourisme, ...

Pour ce faire, ce projet est réparti en trois tâches :

- Deux enquêtes qualitatives et quantitatives : ces enquêtes se penchent sur les composantes de la consommation domestique. Elles cherchent à comprendre comment les gens consomment ils l'eau potable, en fonction de leurs types de logements, leurs équipements, et les variations selon le lieu et la période. L'enquête quantitative a été réalisée sur 1037 habitants girondins représentatifs du territoire. L'enquête qualitative présente un panel de 25 ménages caractérisant

³ Rinaudo J.D., Neverre N., 2019. La prévision à moyen et long terme de la demande en eau potable : bilan des méthodes et pratiques actuelles. Agence française pour la biodiversité. Collection Comprendre pour agir. 84 pages.

des modes de vie singuliers. Au moment de la rédaction de ce rapport, ces enquêtes sont en phase d'analyse.

- Un modèle statistique de prévision de la demande en eau potable : ce modèle a deux objectifs. Le premier à long terme, est de permettre l'estimation le volume d'eau prélevé par année par service d'eau. Le second à court terme est de permettre la prédiction des volumes journaliers prélevés. Pour ce faire, le modèle a été construit en utilisant les VLAR, ou Volumes Livrés Au Réseau, fournies par Bordeaux Métropole, et en les associant aux données météorologiques et temporelles, telles que des événements ou des fêtes pouvant avoir une incidence sur la consommation d'eau. Ce modèle se sert ensuite des prédictions climatiques du modèle météorologique ALADIN et du modèle démographique OMPHALE pour projeter l'évolution de la consommation en eau sur les années à venir. Cette évolution de la consommation est projetée selon différents scénarios du rapport du GIEC afin de pouvoir prédire au mieux les évolutions possibles. Le travail est en cours pour étendre ce modèle aux données des autres services. ⁴
- La troisième partie est l'objet de ce stage et a pour objectif de répondre aux questions de la consommation en eau en fonction du lieu et de l'activité d'un habitant Girondin.

II.4. Le SMEGREG et le développement durable

De part sa nature, le SMEGREG et ce projet sont au cœur des problématiques DDRS.

L'objectif 6 de Développement Durable cherche à garantir à tous l'accès à tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissements gérés et durables.

La mission de secrétariat technique du SAGE nappe profonde est centrée sur la pérennisation de la ressource en eau, ainsi que l'optimisation des ressources utilisées actuellement. Pour améliorer cette gestion des nappes, le projet de prospective cherche à améliorer nos connaissances en matière de demande afin d'optimiser au mieux la gestion des ressources du sous-sol.

⁴ Mekkioui A. (2020) influence et rôle du climat sur la consommation en eau potable du département Girondins : des outils de prospective. Rapport pour le SMEGREG, non publié, Syndicat Mixte de Gestion de la Ressource en Eau du département de la Gironde

11.5. Les objectifs

Ce stage s'inscrit donc dans le projet de prospective de consommation de l'eau potable en Gironde. Ce projet envisageait à l'origine, suite au projet de fin d'étude de Forner J., Labat S. et M'Couezou J. (2020) de proposer une réponse à ces questions à l'échelle de trois territoires : la Métropole Bordelaise, le Sybarval (le SCOT du bassin d'Arcachon) et le Grand Libournais. Cependant, les données disponibles ainsi que le travail nécessaire pour leur traitement ont orienté le rapport vers une des trois zones : Le Grand Libournais. Cette zone présente un total de 146 communes, soit 27 % des communes de Gironde. Elle présente également un panel de communes variées permettant de mettre en place une méthodologie et de présenter des réponses à la question suivante.

Le stage porte sur la 3^e tâche du projet « Prospective de la demande » et tente donc de répondre à la question : quelle est la consommation en eau potable d'un habitant du Grand Libournais ? Cette question étant vaste, il est nécessaire de la diviser en sous-objectifs permettant de mieux mettre en place une méthodologie.

Dans un premier temps, il s'agissait d'identifier les différents usages de l'eau potable, les activités consommatrices d'eau et les volumes associés. En effet, au cours de sa journée, un habitant consomme de l'eau de manière diverse, pour différents usages et à différents endroits. Pour ce faire, il est nécessaire d'identifier et de catégoriser l'ensemble des usages et des lieux dans lesquels un habitant consomme de l'eau (à domicile, au travail, lors de ses loisirs, ...). Comprendre les usages associés à des territoires peut alors nous aider à mieux comprendre les consommations individuelles des habitants. Répondre à cette question nécessite d'identifier puis de catégoriser les activités consommatrices d'eau potable.

Dans un deuxième temps, l'objectif était de répondre aux questions suivantes : « La consommation en eau potable des communes est-elle la même ? », « Quelles variables peuvent expliquer les éventuelles différences ? », « La consommation en eau d'une commune est-elle seulement dépendante du nombre d'habitants ? Varie-t-elle également en fonction du type de commune ? », « Dépend-elle du nombre d'équipements de la commune en terme d'éducation, de santé ou de structures sportives ? », « Le nombre d'emplois sur la commune et le nombre de commerces et d'industries ont-ils également une influence sur la consommation d'eau potable ? En quelle proportion ? ». Répondre à ces questions nécessite de caractériser les communes vis-à-vis des variables pouvant influencer la consommation d'eau puis de regrouper les communes se ressemblant en catégories similaires

Le but de ce projet est donc la compréhension des différents modules de consommation des communes, et la distinction des communes entre elles. Ces éléments pourront donc ensuite être utilisés pour caractériser des tendances communales, permettant de former des groupes de communes, et de caractériser les consommations de ces types de communes.

III. Méthodologie et données

Afin de répondre aux objectifs, ce stage a dû regrouper un grand nombre de données de sources diverses. Ces données vont être détaillées, puis la méthodologie appliquée pour les utiliser au sein de ce projet sera expliquée.

III.1. Les fichiers de données

III.1.1. Les fichiers de facturations

Les fichiers de facturations des services d'eau du Grand Libournais constituent la source principale de données de ce stage. Ces fichiers de données sont les plus récents disponibles au démarrage du stage, et datent donc de l'année 2018. Ces fichiers couvrent 146 communes, soit 27 % des communes Girondines.

Ces Services d'eau sont au nombre de 11 (Figure 5) :

- Le Service d'Arveyres : il est géré par SUEZ et comprend un total de 23 010 abonnements ;
- Le service Cubzadais Fronsadais : il est géré par SOGEDO et comprend 24 988 abonnements ;
- Le service du Nord Libournais : il est géré par AGUR et comprend 8 135 abonnements ;
- Le service de Pellegrue : il est géré par SOGEDO et comprend 1 055 abonnements ;
- Le service de Rauzan : il est géré par SOGEDO et comprend 9 212 abonnements ;
- Le service de Sainte Foy La Grande : il est géré par SUEZ et comprend 7 328 abonnements ;
- Les services de Libourne, Est Libournais et Les Billaux : ils sont gérés par SUEZ et comprennent 25 570 abonnements ;
- Le service de la vallée de la Dronne : il est géré par SAUR et comprend 6 095 abonnements.

Cet ensemble de fichiers nous procure donc une liste de 105 393 abonnements, avec leurs volumes de facturations associés.

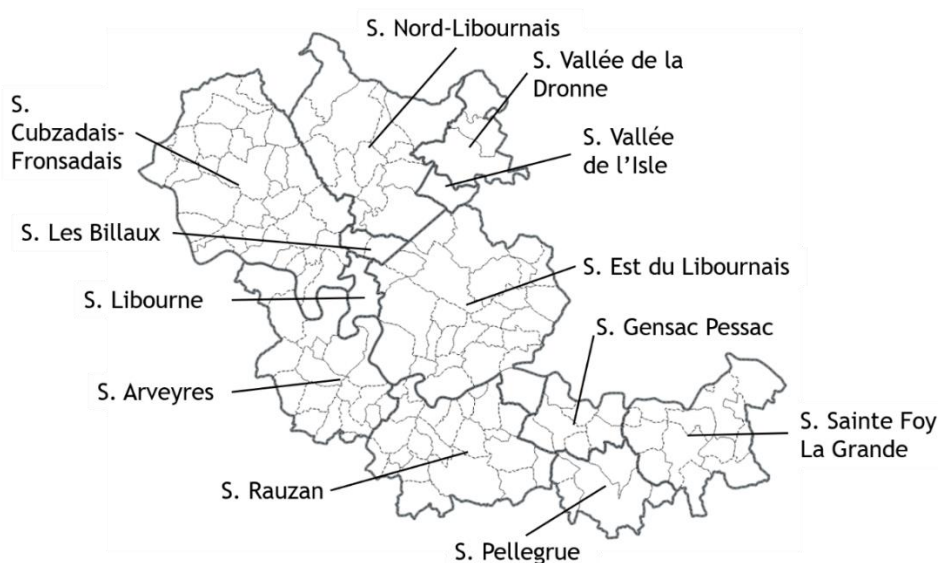


Figure 5. Cartes des communes et services d'eau étudiés au sein de ce projet (Forner J., 2020)

Ces services d'eau fournissent les communes en eau potable et compilent leurs abonnés dans des fichiers. Ces fichiers comprennent donc un ensemble d'informations sur l'abonné, qui va varier d'un service à un autre. Les données courantes sont l'adresse de facturation et le volume facturé. Ce volume facturé est établi sur la durée d'une année civile, en l'occurrence l'année 2018. Un point important à noter est l'aspect « facturation » de ces données : il ne s'agit pas de volume consommé à proprement parler, mais de volumes facturés. Ces derniers sont établis par les services d'eau à l'aide d'estimations sur la consommation de l'abonné, et dans certains cas, il leur est nécessaire d'ajuster ces dernières en facturant plus ou moins d'eau que l'année précédente. Il en résulte une incertitude sur la consommation exacte de l'abonnée pour l'année 2018.

III.1.2. Le tableau de la chambre de commerce et d'industrie (CCI)

Dans le but de comprendre les consommations liées aux activités économiques, les fichiers de facturations sont croisés aux fichiers de la chambre de commerce et d'industrie de Gironde (CCI).

Ces fichiers de la CCI compilent l'ensemble des entreprises enregistrées sur le département, avec leur raison sociale, adresse, et code NAF. Le code NAF est « une nomenclature des activités économiques productives, principalement élaborée pour faciliter l'organisation de l'information économique et sociale. » (INSEE⁵).

Le fichier utilisé pour cette étude est le plus récent disponible, à savoir celui de l'année 2016.

III.1.3. Les données INSEE

Afin d'obtenir des données sur les populations et les communes de Gironde, une base de données de l'INSEE a été compilée au cours du projet de fin d'étude⁶. Ces données regroupent des données sur les populations, telles que le nombre d'habitants, le nombre d'élèves scolarisés par commune par tranche d'âge, ... Elles comprennent également des données sur les communes tels que les établissements d'enseignement, hospitaliers, les bassins publics, golfs, ...

Cet ensemble de données est daté de l'année 2015. Il a été obtenu par le biais de la plateforme Girondescopie (Figure 6), qui reprend les bases de données France de l'INSEE et propose uniquement les lignes concernant le département de la Gironde, sous forme de cartes interactives.

⁵ <<https://www.insee.fr/fr/information/2406147>>, le 24/08/20

⁶ Forner J., Labat S. et M'Couezou J. (2020). Analyse prospective de la demande en eau de la Gironde, rapport de fin d'étude, 3^e année ENSEGID, 36 p.

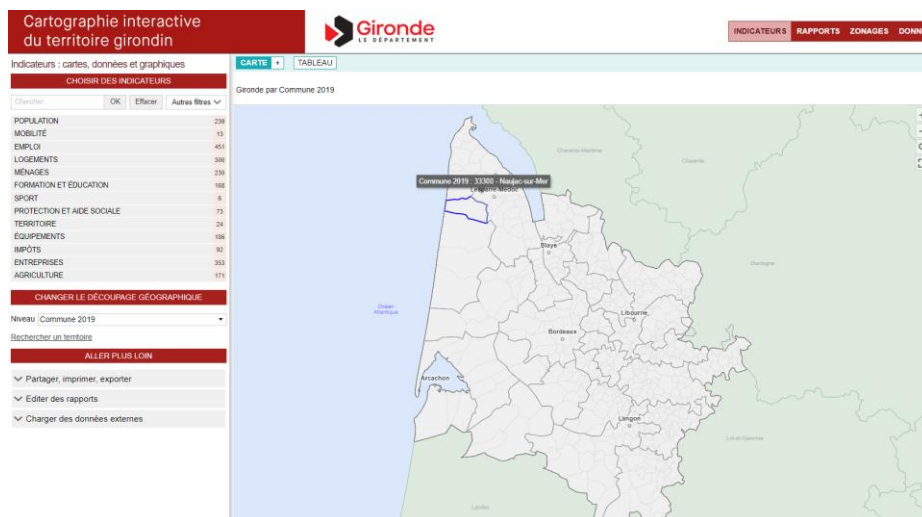


Figure 6. Image du site Girondescopie (<<https://cartostat.gironde.fr/#view=map15&c=indicator>>, visité le 20/09/2020)

III.1.4. Les fichiers DSDEN

En complément des données INSEE, un ensemble de données concernant les effectifs des établissements scolaires a été fourni par la DSDEN (Direction des Services Départementaux de l'Éducation Nationale).

Ces données compilent l'ensemble des établissements scolaires par commune, ainsi que les effectifs de ces établissements. Cela permet donc de différencier les différents types d'établissements scolaires, selon leur niveau d'enseignement, s'ils sont privés ou publics, ...

IV.1.5. Les fichiers liés au tourisme

Dans le cadre de ce projet, de nombreux jeux de données ont été assemblés. Notamment, un important jeu de données nous a été fourni par le CRT (Centre région du Tourisme de Nouvelle-Aquitaine). Ce jeu de données comprend de nombreuses données différentes qui sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau 2), issu du rapport de stage de Laurent.M⁷ :

Tableau 2. Tableau récapitulatif des données de tourisme étudiées au sein du stage de deuxième année de Laurent M.

Résumé fichier	Catégorie	Sous-catégorie	Nature	Temporalité	Spatialité
Recensement et description des voyages comportant une nuit passée hors du domicile ainsi que les allers	Marché touristique français	Volume d'activité global, personnel et professionnel	Volume de voyages et de nuitées (données numériques en millions et données en %)	Annuelle (2018)	France et Gironde

⁷ Laurent M. (2020). Analyse des scénarios climatiques du GIEC et des données liées au tourisme en Gironde en lien avec l'évolution de la demande en eau potable, rapport de stage de 2^e année ENSEGID, 62 p.

retours à plus de 100 km du domicile.					
Recensement et description des voyages comportant une nuit passée hors du domicile ainsi que les allers retours à plus de 100 km du domicile.	Ensemble des voyages	En voyage (durée, hébergement)	Volume de voyage en millions et en %	Annuelle (2018)	France et Gironde
		En nuitée (hébergement)	Volume de nuitées en millions et en %	Annuelle (2018)	France et Gironde
	Voyage des personnes	Caractéristiques en voyage et nuitées	Saison, durée, motif, nombre de lieux de voyage (%)	Annuelle (2018)	France et Gironde
		Caractéristiques en voyage et nuitées	Hébergement, groupe, accompagnant (%)	Annuelle (2018)	France et Gironde
	Part du marché départementales	Catégorisation des parts de marché	Part de marché (%)	Annuelle (2018)	France et Gironde
	Profil		Renseignements personnels (âges, taille du foyer etc.) (%)	Annuelle (2018)	France et Gironde
	Carte UDA9		Carte avec les délimitations géographiques de la région	Annuelle (2018)	Régionale (France)

Ce rapport a utilisé les données concernant les capacités d'accueil et le nombre de nuitées des hébergements touristiques. Ces données ont été compilées par Laurent M. et définies à l'échelle communale. Ces données ont ensuite été utilisées au cours de ce projet.

III.1.6. Les fichiers de l'ARS

Une base de données de l'ARS nous a permis d'obtenir des données sur les capacités d'accueil des établissements de santé du département. Il contient des données sur les établissements, leur commune de résidence, ainsi que leur capacité d'accueil sanitaire, ou médico-sociale selon le type d'établissement. Les capacités des établissements sanitaires sont issues de l'enquête annuelle SAE.

Pour les établissements autorisés en psychiatrie, seule une structure répond pour l'ensemble de l'entité juridique. C'est pourquoi certains établissements sont « ND » (Non Définies), leur capacité d'accueil n'étant pas définie dans l'enquête.

Une distinction est aussi apportée entre les lits (hospitalisation à temps complet) et les places (alternatives à l'hospitalisation complète, soit moins d'une journée d'hospitalisation).

Ces données datent de l'année 2016.

Un des problèmes notables de notre jeu de données et la variabilité des années : nos différents fichiers nous présentent des données issues d'année différente. Cela soulève la question de l'incertitude des résultats obtenus : en effet, il est difficile d'affirmer que l'intégralité des observations suivante est exacte étant donné que nos sources ne concernent pas toujours la même année. Les erreurs sur le croisement des données ont été minimisées par des vérifications manuelles, notamment au niveau du croisement des fichiers de facturation et de la CCI.

III.2. Méthode de traitement

III.2.1. La caractérisation des consommations du Grand Libournais

La première étape du projet a été de faire la jonction entre nos jeux de données, notamment entre le fichier de la CCI et les fichiers de facturations. Afin de lier ces deux jeux de données et de déterminer les consommations liées aux activités économiques, les adresses présentes dans les jeux de données ont été utilisées. Un traitement sur R a permis d'associer un premier lot d'activités économiques à leurs fichiers de facturations, et un traitement manuel a permis de raccorder les activités manquantes ainsi que de corriger les erreurs.

Cette première étape a pour but de d'identifier et de classer les différents types d'activités consommatrices d'eau potable selon trois niveaux de catégorisation :

- Un premier niveau de catégorisation générale en fonction du type d'usage : cette première catégorie a pour but de bien séparer les trois grands types d'usages définis au cours de ce stage. Cette catégorie va donc séparer les consommations domestiques, les consommations des collectivités et les consommations liées aux activités économiques.
- Le second niveau de catégorisation va définir le type d'activité de chaque abonnement : en dehors des consommations domestiques, il était intéressant de pouvoir séparer les consommations au sein des consommations des collectivités et économiques. Ceci permet de définir des tendances de consommations au sein des activités et donc d'affiner notre compréhension.

Pour ce faire, une catégorisation issue du code NAF a été produite. Le code NAF étant très précis, des regroupements ont été effectués afin d'améliorer la lisibilité des différents groupes, et ultérieurement des communes.

Les activités économiques basées sur la vente de biens sont ici regroupées sous la catégorie « Commerces ». Les diverses activités de services à la personne ou aux entreprises particulières sont regroupées sous l'appellation « Services ».

Les commerces et Services à « faible consommation » regroupent les commerces et services ayant une consommation inférieure à 40 m³/an. Les commerces et services à « forte consommation »

regroupent les commerces et services ayant une consommation comprise entre 40 et 400 m³/an, et enfin ceux à « très forte consommation » ont une consommation dépassant 400 m³/an. Les industries à très fortes consommations dépassent les 9 000 m³/an.

Cette catégorisation permet de définir un certain nombre d'activités que l'on peut associer aux collectivités et aux activités économiques qui sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3. Tableau des catégories d'activités définies pour le traitement de données (Forner J., 2020)

Domestique	Collectivités	Activités économiques
	<ul style="list-style-type: none"> - Enseignement - Services de police - Services hospitaliers - Arrosage public - Bâtiment public - Piscine publique - Services de lutte contre les incendies (pompiers) - Stade - Terrain de grands jeux - Transport 	<ul style="list-style-type: none"> - Activité vétérinaire - Activité des médecins et des dentistes - Hébergement médicalisé pour personnes âgées - Exploitations agricoles - Campings - Commerce à faible consommation - Commerce à forte consommation - Commerce à très forte consommation - Construction - Exploitation d'élevage - Hébergement - Hôtel - Industrie - Industrie à consommation très importante - Restauration - Service à faible consommation - Service à forte consommation - Service à très forte consommation - Transport - Viticulture

- Le troisième niveau de catégorisation scinde les activités économiques en deux groupes : les activités dépendantes et indépendantes de l'habitant. Au cours du projet, les discussions ont mené à l'observation que certaines activités économiques avaient un lien avec la population de la commune, tandis que d'autres en était déconnectée. Par exemple, il est possible de penser que

le nombre de boulangers ou de bouchers va dépendre du nombre d'habitants selon un certain ratio, tandis que les activités comme l'industrie ou la viticulture ne vont pas varier en fonction des populations. Ces dernières vont produire et donc utiliser la même quantité d'eau malgré des variations de population de nos communes. Au sein des activités économiques, une séparation est donc réalisée entre les activités économiques dépendantes de l'habitant et celles étant au contraire, indépendantes de l'habitant. Cela permet par la suite de séparer les consommations unitaires des habitants des consommations totale de l'habitant par soustraction. Cela évite de surestimer les consommations de l'habitant et permet de comprendre les apports de consommation extérieure.

Le tableau ci-dessous (Tableau 4) présente les activités selon leur catégories :

Tableau 4. Classification des activités en fonction de leur lien à l'habitant girondin (Forner J., 2020)

Activités économiques	
Dépendante de l'habitant girondin	Indépendante de l'habitant girondin
<ul style="list-style-type: none"> - Activité vétérinaire - Activité des médecins et des dentistes - Hébergement médicalisé spécialisé pour personnes âgées - Construction - Commerces à faible, forte et très forte consommation - Restauration - Service à faible, forte et très forte consommation - Transport 	<ul style="list-style-type: none"> - Agriculture - Campings - Elevage - Hébergement - Hôtel - Industrie - Industrie à très forte consommation - Viticulture

Afin de mettre ces catégorisations en place, les entreprises des fichiers de la CCI ont été associées aux fichiers de facturation par un premier traitement sous R, puis un traitement manuel pour vérifier et compléter les entreprises manquantes.

Cette étape a permis la création d'un tableau de bord, un outil permettant la caractérisation rapide des communes, et d'étudier la dispersion des données à l'aide de boxplots.

Une fois ces outils mis en place, il a été possible d'étudier la question du regroupement des communes en fonction de caractéristiques propre. Il est en effet possible de penser que certaines communes vont présenter des caractéristiques particulières par rapport à un ensemble de variables.

III.2.2. L'identification des variables caractéristiques des communes

Après avoir traité les données et les avoir organisées afin de caractériser les communes, l'objectif devient d'identifier les variables capables d'expliquer les différences de consommations au sein de ces dernières. En effet, au cours de ce rapport, de nombreux aspects de la consommation ont été associés à des variables communales. Pour étudier leurs variations, un premier lot de variables est défini : il comprend

un total de 32 variables. Ces variables ont donc ensuite été passées au travers de divers ACPs (Analyse en Composante Principale) qui ont permis de retirer les variables redondantes.

L'ACP est une analyse factorielle multivariée traitant des variables quantitatives (ici les variables présentées ci-dessous) et permettant d'expliquer le regroupement d'individus (ici les communes) à partir des variables les plus explicatives.

Ces variables « redondantes » sont définies par leur degré de corrélation : on considère que deux variables corrélées, donc dont les variations peuvent être liées, vont impacter le regroupement de nos communes de la même manière. Afin d'alléger les modèles, une seule des deux variables est donc conservée.

Les variables utilisées pour différencier nos communes sont au nombre de 17 :

- La consommation domestique moyenne ;
- La consommation économique moyenne ;
- La consommation collective moyenne ;
- La part des maisons ;
- La part des résidences principales ;
- Le nombre de logements ;
- La surface du bâti ;
- Le nombre de nuitées des hôtels ;
- Le nombre de nuitées des campings ;
- Le nombre de nuitées des résidences secondaires ;
- L'effectif des écoles ;
- L'effectif des collèges ;
- L'effectif des lycées ;
- La somme du nombre de commerces et services de faible et forte consommation ;
- La capacité d'accueil des hébergements médicaux spécialisés ;
- Le nombre d'exploitations viticoles ;
- Le nombre d'industries ;
- Le nombre d'habitants.

Ces ACPs sont ensuite mises au profit d'une CAH.

Une CAH est une méthode de classification itérative qui permet de créer des regroupements entre des objets en calculant la dissimilarité, c'est-à-dire le niveau de différence entre eux, puis en regroupant de manière à minimiser les critères d'agrégation donnés, ici nos variables. Ces agrégations successives sont ensuite représentées sur un dendrogramme (Figure 7).

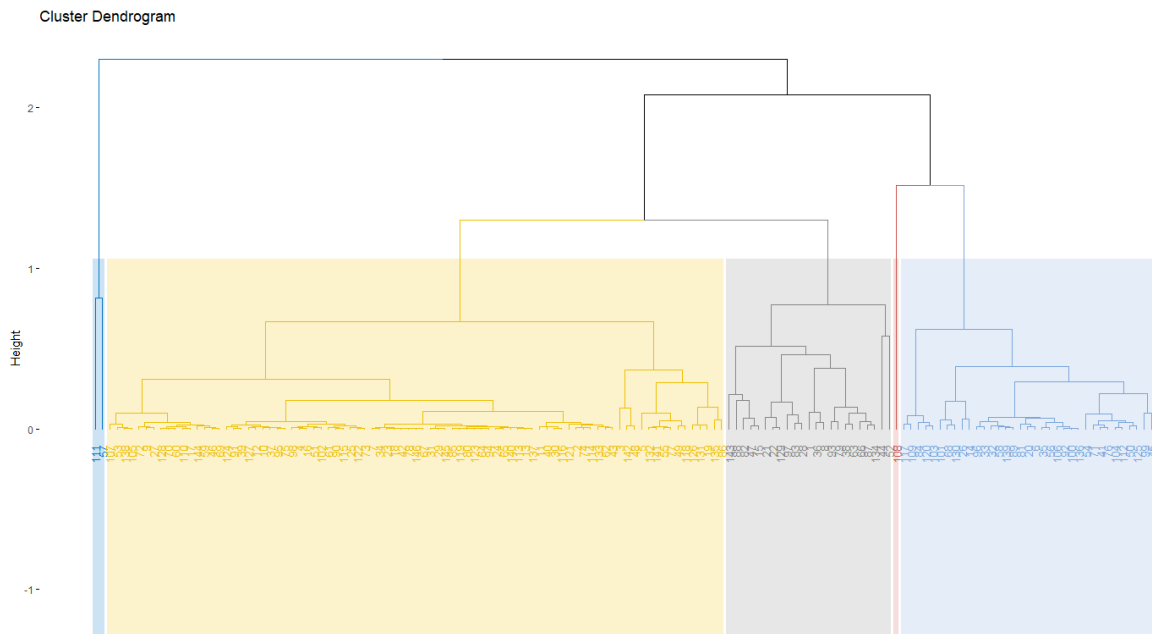


Figure 7. Dendrogramme de l'étude, présenté ici pour l'exemple (Forner J., 2020)

Ce dendrogramme présente donc différents niveaux de similarités utilisables. Chaque embranchement présente une séparation par la CAH. De bas en haut, le dendrogramme présente donc des regroupements de plus en plus importants. Plus on réalise de regroupement, plus les communes sont similaires. Le dernier niveau (en bas) présente chaque commune de manière individuelle. Il est possible à l'utilisateur de définir la partition qu'il désire, afin d'obtenir un nombre de classes utilisables pour ses besoins.

Les ACPs vont donc permettre de projeter les communes sur un plan expliqué par nos variables, et les CAHs vont regrouper ces projections en cluster de communes similaires. Ces clusters vont donc nous permettre de créer des classes de communes, avec des caractéristiques propres.

Cette méthodologie a donc permis de produire un certain nombre d'outils et de résultats qui seront discutés dans la partie ci-dessous.

IV. Résultats

IV.1. La caractérisation de la consommation des communes

Au cours du stage, dans l'optique de visualiser de manière rapide et compréhensible les données communales de consommation d'eau, tel que la part de consommation domestique, ou le volume de consommation économique, un tableau de bord interactif a été produit.

Le traitement des fichiers de facturations et leur regroupement en fonction du type d'activité permettent la mise en place de ce tableau. Le but de cet outil est de fournir une interface simple et lisible permettant d'étudier le comportement des 146 communes du territoire présentes dans nos fichiers.

La liste permet de sélectionner la commune d'intérêt, et le tableau présente automatiquement des graphiques en secteurs (ou « camemberts »). Ces graphiques décrivent la répartition entre les consommations en eau des activités domestiques, économiques et des collectivités sous plusieurs aspects :

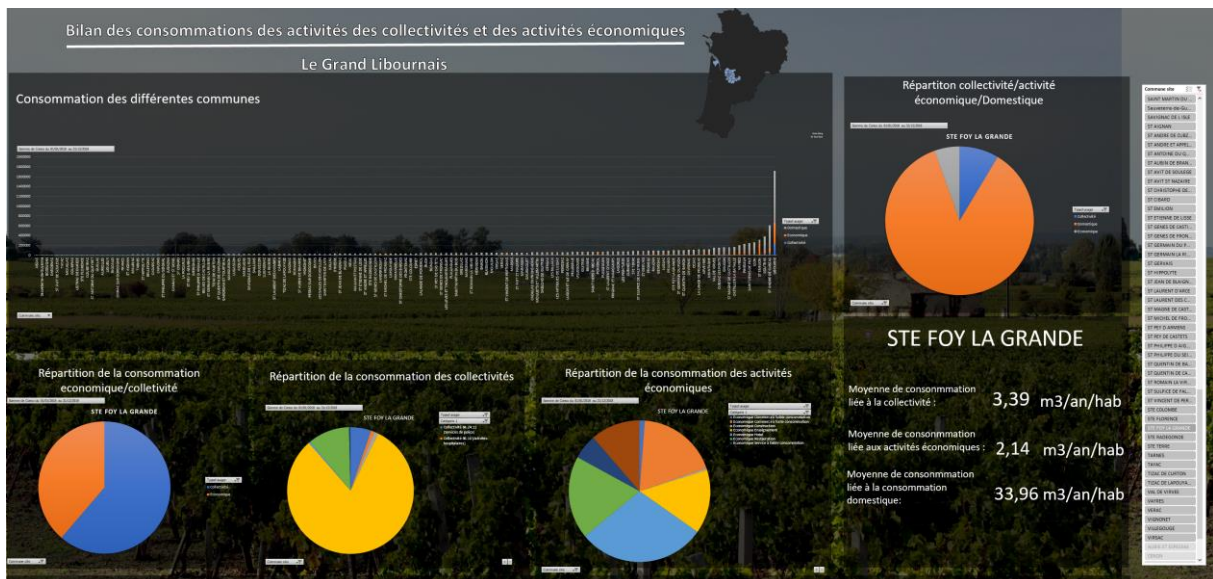
- Un premier graphique montre la répartition des consommations selon les activités domestiques, économiques et des collectivités comme indiqué par notre premier niveau de catégorisation ;
- Les consommations domestiques étant souvent très majoritaires, le second graphique montre uniquement la répartition des consommations entre les activités économiques et des collectivités, ce deuxième graphique permettant une meilleure lisibilité de ces paramètres ;
- Le troisième graphique représente la répartition des activités au sein de la consommation d'eau des collectivités, comme indiqué par notre second niveau de catégorisation. Ce graphe nous permet de voir la part de la consommation de la commune allouée au cimetière, aux bâtiments publics, ... ;
- Le quatrième graphique présente quant à lui la répartition des consommations économiques.

Le tableau de bord présente également des moyennes par habitant des consommations domestiques, économiques et collectives.

Ce résultat permet donc d'avoir une vision globale rapide d'une commune, et de pouvoir facilement comparer les données de deux communes.

Deux exemples communaux du territoire du Grand Libournais sont présentés dans la Figure 8: la commune de Sainte-Foy-La Grande (en haut) et la commune de Naujan Et Postiac (en bas). En utilisant le tableau de bord, il est possible d'obtenir très rapidement une idée de leurs consommations :

- Sainte-Foy La Grande présente une majorité de consommations domestiques (86 %), avec des consommations économiques et collectives plus faibles (respectivement 5 % et 9 %). Ces consommations des collectivités sont supérieures aux consommations des activités économiques. Elles sont réparties majoritairement entre les bâtiments publics, les cimetières et le terrain de grands jeux. Les activités économiques quant à elles sont variées. Ce type de graphique est caractéristique d'une commune ayant des équipements collectifs importants, mais avec relativement peu de consommations économiques (excepté les commerces).
- Naujan et Postiac possède également une majorité de consommation domestique (85 %), mais très peu de consommation liée aux collectivités (1 %). En ce qui concerne les activités économiques, la consommation d'eau est majoritairement liée aux activités viticoles et agricoles (86 % et 10 % respectivement). Ce type de commune est caractéristique d'une commune rurale, avec peu d'équipements collectifs, mais avec une forte activité vitivinicole.



24

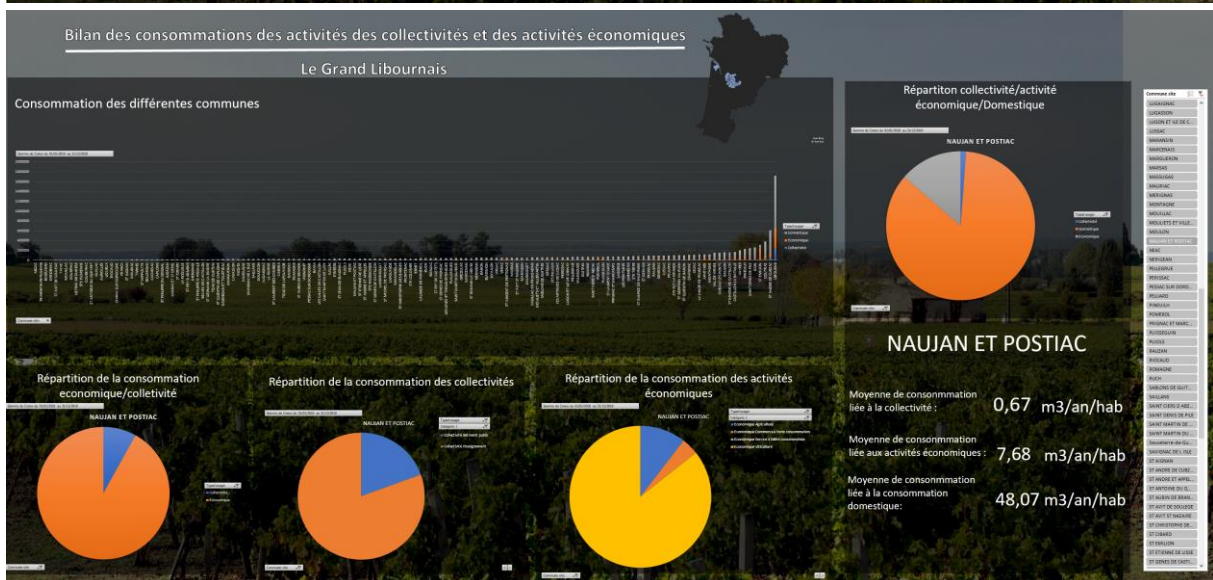


Figure 8. Captures d'écran du tableau de bord interactif des communes du Grand Libournais (Forner J., 2020)

Cet exemple simple nous montre donc qu'il est assez aisé de caractériser des consommations communales très différentes avec l'aide de ce tableau de bord.

De plus, cet outil présente un autre aspect intéressant : pour deux communes présentant un taux de consommation domestique similaire (environ 85 %), les modes de consommations sont très différents. Le volume total par habitant est de 56.43 m³/an à Naujan et Postiac, tandis qu'il est de 39.49 m³/an à Sainte Foy la Grande. Ces volumes s'expliquent par la diversité des usages et des activités présentées, et par les consommations respectives de ces derniers.

Ce tableau de bord nous permet donc de nous poser la question sur le degré de similarité entre les communes. Pour répondre à cette question, des diagrammes en boîte à moustache sont réalisés.

IV.2. Des données homogènes sur le territoire

Après avoir produit un outil capable de montrer les différences entre commune, la question de leur degré de similarité s'est posée. Afin d'observer les degrés de similarité entre les consommations des différentes communes, des diagrammes en boîte à moustache sont réalisés.

Les consommations domestiques, économiques, et des collectivités des 146 communes du Grand Libournais sont représentées sous forme de boîtes à moustaches (Figure 9). Cela permet de voir graphiquement la distribution statistique des différents types de consommations.

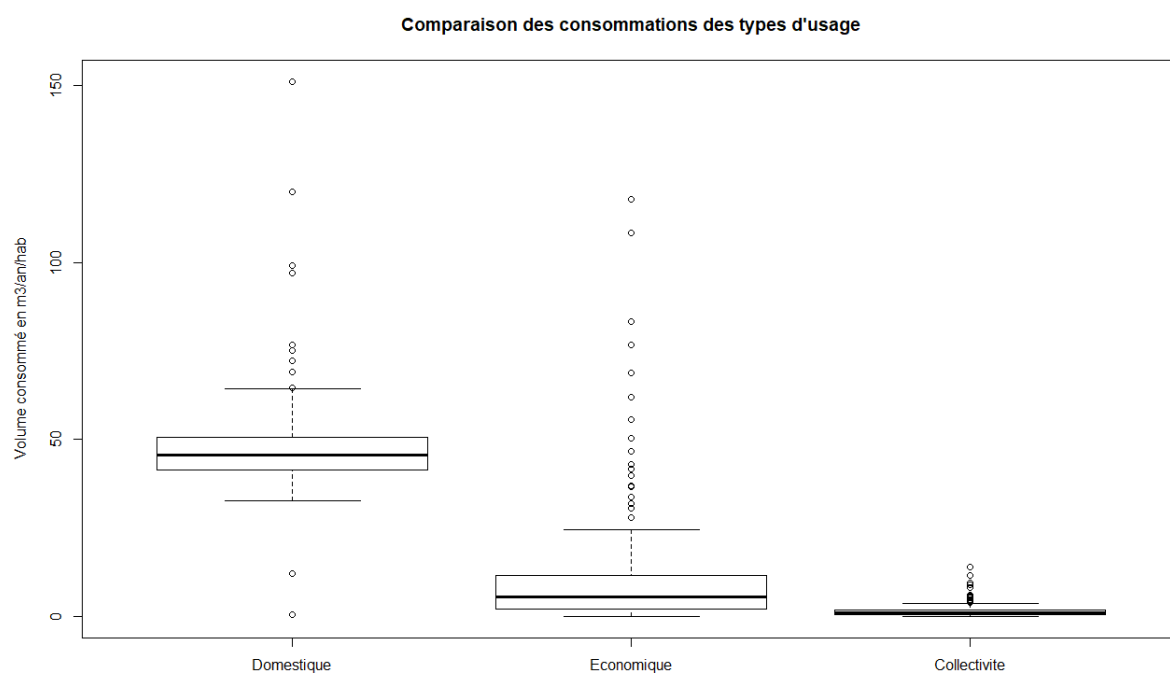


Figure 9. Boîtes à moustache des consommations dans le Grand Libournais par type d'usage (Forner J., 2020)

Ces premières boîtes à moustache représentent la dispersion des consommations communales par type d'usage et par habitant pour les 143 communes du Grand Libournais.

Le premier point notable est l'homogénéité des valeurs : l'écart interquartile est relativement faible pour les 3 catégories. Près de 75 % des valeurs des consommations sont comprises entre 41 et 50 m³/an/hab. pour la consommation domestique, entre 2 et 12 m³/an/hab. pour les activités économiques et entre 0,5 et 2 m³/an/hab. pour la consommation des collectivités.

Malgré cette homogénéité, on note une grande différence d'ordre de grandeur entre les différentes catégories : les consommations domestiques représentent la part la plus importante des consommations, alors que les consommations des collectivités, elles, sont au final très réduites. Les consommations domestiques représentent donc la part la plus importante des consommations des habitants et sont donc une des clés de compréhension de la consommation en eau des communes du Grand Libournais.

Certaines valeurs atypiques, c'est-à-dire les valeurs en dehors des boîtes à moustache, soit 1,5 fois l'écart interquartile, sont observées :

- Les valeurs atypiques basses concernent des communes qui ont soit un approvisionnement partagé entre deux fournisseurs d'eau, comme Abzac, ou des communes qui ont depuis fusionné, comme le cas de Val de Virvée.
- Les valeurs atypiques très hautes, à l'inverse s'explique plus probablement par des erreurs survenues dans l'étape de traitement des activités économiques des fichiers de traitement. Il est cependant impossible d'identifier les sources de ces consommations.

La figure ci-dessous (Figure 10) présente le détail des consommations liées aux activités économiques, rapportées au nombre d'habitant pour des besoins de comparaisons :

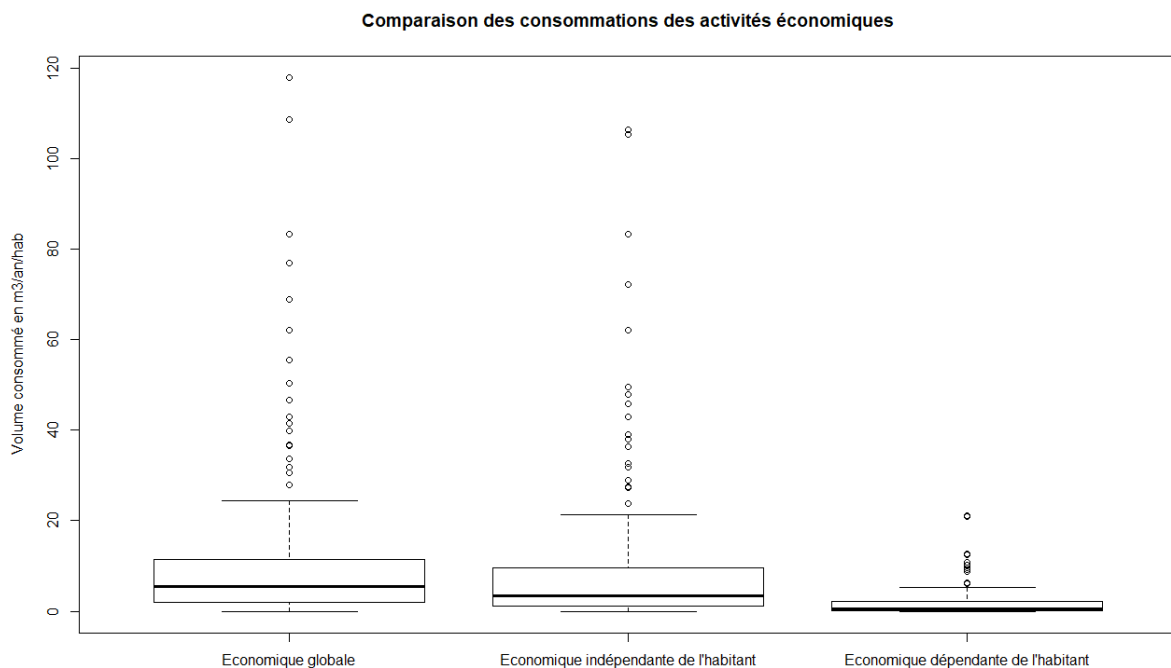


Figure 10. Répartition des consommations communales d'eau potable concernant les activités économiques, dépendante et indépendantes de l'habitant, dans le Grand Libournais (Forner J., 2020)

En observant la distribution des consommations en fonction des trois différentes classes liées aux consommations économiques, il est possible de discerner plusieurs aspects principaux :

- La consommation économique globale est comprise à 94 % entre 0 et 33 m³/an/habitant et est essentiellement expliquée par la consommation économique indépendante de l'habitant (liée au tourisme, à la viticulture, ...). La consommation économique dépendante de l'habitant étant comprise à 94 % entre 0 et 5 m³ /an/hab.
- Ainsi, la consommation économique liée à l'habitant, est en général plus faible, une fois rapportée à l'habitant, que les activités indépendantes de l'habitant. Malgré la présence d'un grand nombre de commerces et services, leur consommation à l'échelle du Grand Libournais reste moindre que celle des activités agricoles et viticoles du territoire. Ceci indique que chaque territoire peut avoir des sources de consommation très différentes en fonction de secteurs

économiques spécifiques. Cela sous-entend que notre étude est dépendante de son cadre : la zone du Grand Libournais est par exemple très marquée par l'activité vitivinicole. Cette activité ne sera que peu présente si l'on observe des territoires différents et vont donc marquer nos résultats. Il est donc nécessaire de bien établir un cadre précis, propre à chaque territoire, pour procéder à une étude prospective d'un territoire, et de bien le comprendre afin d'en maîtriser tous les aspects.

- Les consommations économiques les plus fortes concernent les communes de Saint-Emilion, Landerrouat, Saint Etienne de Lisse, Saint Vincent de Pertignas, Pomerol, ... Ces communes concentrent les activités touristiques et viticoles de la zone, et expliquent les vastes différences de consommations par rapport aux autres communes.
- Les consommations collectives ont des valeurs très faible par comparaison avec les consommations domestiques et économiques : elles sont comprises entre 0,5 et 1,9 m³/hab/an pour 50 % des données, et entre 0,07 et 7,3 m³/hab/an pour 94 % des données. Ceci nous montre l'impact faible des collectivités sur la consommation de la commune.

Ces résultats nous montrent donc une homogénéité globale au sein des communes du Grand Libournais sur plusieurs aspects. Cependant, afin d'être plus précis et de mieux comprendre ce qui peut expliquer les différences inter-communales, un zonage des communes est réalisé.

IV.3. Le regroupement de communes en classes

Un des objectifs de ce stage est la compréhension de la distribution spatiale au sein du département de la Gironde. Pour ce faire, les communes ont été regroupées par CAH à partir des variables suivantes :

- La consommation domestique moyenne ;
- La consommation économique moyenne ;
- La consommation collective moyenne ;
- La part des maisons ;
- La part des résidences principales ;
- Le nombre de logements ;
- La surface du bâti ;
- Le nombre de nuitées des hôtels ;
- Le nombre de nuitées des campings ;
- Le nombre de nuitées des résidences secondaires ;
- L'effectif des écoles ;
- L'effectif des collèges ;
- L'effectif des lycées ;
- La somme du nombre de commerces et services de faible et forte consommation ;
- La capacité d'accueil des hébergements médicaux spécialisés ;
- Le nombre d'exploitations viticole ;
- Le nombre d'industries ;
- Le nombre d'habitants ;

Les résultats de ces regroupements sont ensuite cartographiés à l'aide du logiciel QGIS.

La carte proposée (Figure 11) est donc la carte réalisée en prenant en compte les données de nos différents jeux de données compilées.

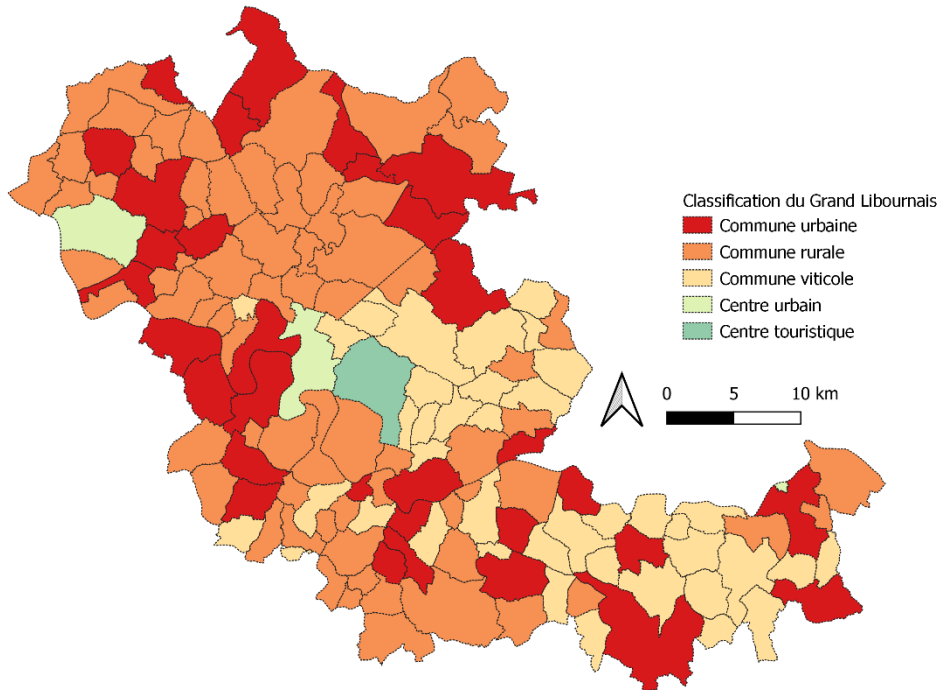


Figure 11. Carte des clusters de la CAH projeté sur la zone du Grand Libournais (Forner J., 2020)

Le dendrogramme obtenu par a CAH (Figure 7) a ici été coupé de manière à obtenir 5 classes de communes. Ces 5 classes contiennent respectivement 33, 70, 40, 2 et 1 communes pour un total de 146 communes. Ces 5 classes sont représentées sur l'ACP ci-dessous (Figure 12) :

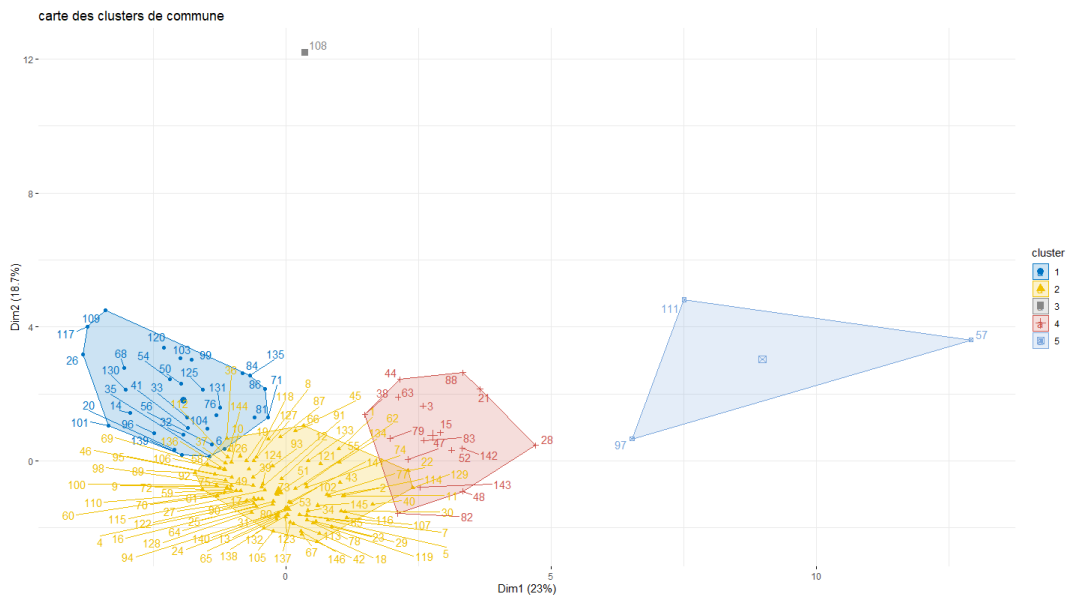


Figure 12. Représentation de l'ACP avec les communes regroupées en fonction des classes issues de la CAH (Forner J., 2020)

Les résultats de la CAH nous montrent donc une répartition des communes selon plusieurs critères :

- La classe 5 est constituée d'une seule commune : Saint Emilion. En regardant sa position sur l'ACP, on observe que cette commune (commune 108) est très fortement expliquée par la dimension 2 (figure 12), cette dernière étant représentée par les variables suivantes : consommation d'eau liée aux activités économiques, surface des logements, nombre d'exploitations viticoles et le nombre de nuitées des hôtels. Saint Emilion est une commune, classée UNESCO, présentant un nombre important d'exploitations viticoles et d'hôtels, deux activités ayant un impact important sur la consommation économique, ces différentes variables étant très différentes entre la commune de Saint-Emilion et les autres communes du Grand Libournais. Cette classe décrit donc les communes dites touristiques.
- La classe 4 est composé de trois communes Libourne (N°57), Sainte-Foy-La-Grande (N°111) et Saint-André de Cubzac (N°97). Ces communes sont principalement expliquées par la dimension 1 de l'ACP. Cette dimension est expliquée par les variables suivantes : nombre de logements, nombre d'habitants, part de maisons et effectif des lycées. Cette catégorie décrit donc les centres urbains denses. Elle caractérise donc ce qui sera ici nommé les centres urbains, les communes les plus larges du territoire.
- La 3^e classe correspond aux communes avec un fort nombre d'exploitations viticoles par rapport au nombre d'habitants. Ce grand nombre d'exploitations viticoles provoque une augmentation de la quantité d'eau liée aux activités économiques de manière importante une fois rapportée au nombre d'habitants. Cette classe représente donc un nombre de 33 communes qui sont donc classées dans la classe « Commune viticole ».
- Enfin, les deux dernières classes (respectivement 40 communes dont les communes de Abzac et Lussac et 70 communes dont les communes de Galgon et Saint-Denis de Pile) sont relativement similaires et concernent les petites villes et villages du Grand Libournais. Le critère permettant de séparer les deux sont ici la population et le nombre de logements. On peut ainsi différencier la classe 1 de communes rurales et la classe 2 de communes urbaines, par opposition aux centres urbains bien plus important.

Ces différentes classes de communes nous renseignent donc sur les caractéristiques propres de chacune vis-à-vis des variables identifiées pour le lien éventuel avec la consommation communale d'eau. Elles nous donnent donc une indication des activités impactant les consommations de ces communes.

IV.4. La caractérisation des consommations par groupe

IV.4.1. Les consommations d'eau dépendantes de l'habitant

Les 5 classes établies précédemment nous permettent de calculer des ratios de consommations par type d'activité et par habitant et par classe. Cela nous permet de caractériser les modes de consommations des habitants au sein de zones géographiques définies par ces classes.

Ainsi, il est possible de calculer des moyennes de consommation par type d'activité et par classe de commune. Ces résultats sont présentés dans le tableau (Tableau 5) :

Tableau 5. Consommation moyenne en m³/hab/an par type d'usage par classe de commune (Forner J., 2020)

Classe	Consommation domestique	Consommation collective	Consommation économique dépendante de l'habitant
Communes urbaines	33,10	3,12	3,06
Communes rurales	46,75	1,59	1,74
Communes viticoles	51,78	1,19	3,27
Centres urbains	59,04	10,76	14,19
Centre touristique	44,24	1,41	12,85

Les résultats du Tableau 5 montrent que :

- Les communes urbaines (classe 1) présentent une consommation domestique faible au regard des autres classes, mais présentent une consommation « moyenne » pour les collectivités et les activités économiques ;
- Les communes rurales (classe 2) présentent des consommations domestiques plus importantes, mais de faibles consommations des collectivités et économiques ;
- Les communes viticoles (classe 3) présentent les plus hautes consommations domestiques, ainsi que des consommations économiques moyennes, et de faibles consommations des collectivités ;
- Les centres urbains (classe 4) présentent de fortes consommations domestiques, ainsi d'importantes consommation des collectivités et des activités économiques. Il est à noter que la commune de Saint André de Cubzac impacte très fortement ces valeurs, faisant augmenter la

consommation domestique de près de 17 m³/hab/an. Sans cette commune, les consommations domestiques de la commune se situent en effet à 42 m³/hab/an environ.

- La classe tourisme (classe 5) présente des consommations domestiques moyenne, de faible consommation des collectivités mais d'importantes consommation des activités économiques. Cette catégorie comporte cependant une seule commune, Saint-Emilion. Les résultats pourraient donc varier à l'échelle du département. En effet, les grands centres touristiques du littoral atlantique présentent un nombre bien plus important de nuitées que la commune de St Emilion. Il est cependant à noter l'ambivalence des communes touristiques, par exemple dans le cas de la restauration. Cette activité peut en effet être liée à l'habitant, comme dans les cas des restaurants d'ouvriers ou proche des lieux de travail, ou indépendante de l'habitant, notamment dans le cas des communes touristiques. Il est donc difficile de définir précisément le taux de consommation économique dépendante de l'habitant dans le cas des communes touristiques.

IV .4.2. Les consommations indépendantes de l'habitant

A côté de ces données de consommations dépendantes de l'habitant, il est possible de représenter la consommation liée aux activités économiques indépendantes de l'habitant et leur rapport à la consommation globale. Ces résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 6) :

Tableau 6. Tableau des consommations en eau indépendantes de l'habitant par classe de commune (Forner J., 2020)

Classe	Consommation économique indépendante de l'habitant en m3/an	Pourcentage de la consommation indépendante dans la consommation totale (%)
Commune urbaine	202725,50	6,88
Commune rurale	190389,00	5,52
Commune viticole	319648,70	29,14
Centre urbain	129321,40	5,33
Commune touristique	202345,60	64,83

Les résultats du Tableau 6 nous indiquent que :

- Le premier point marquant est le pourcentage très important des activités économiques dans les zones viticoles et touristiques. Les autres classes de communes présentent un taux d'environ 5 à 6 %, les communes viticoles présentent un taux de 30 % en moyenne de consommation indépendante de l'habitant, et 60 % dans le cas de Saint Emilion. Cette donnée est à nuancer dans le cas de la classe 5 car elle ne comprend que Saint-Emilion. Ce point met en exergue la nécessité de différencier les consommations liées à l'habitant des consommations indépendantes de l'habitant. Il est nécessaire dans certaines zones de bien comprendre les différentes activités afin d'estimer correctement la consommation en eau de la commune.
- L'autre point intéressant se trouve dans les volumes absolus : bien que la classe « Centres urbains » concentre les populations les plus importantes et le plus grand nombre d'activités économiques, elle présente le volume absolu le plus faible en termes de consommation indépendante de l'habitant. Dans le Grand Libournais, on peut donc supposer que les consommations liées à l'exportation de produits, ou associées aux activités liées aux habitants extra-Girondin ne sont pas concentrées dans les centres urbains.

Connaître ces moyennes de consommations par zonage nous permet d'appréhender une formule de « l'habitant type » par classe.

IV.5. La consommation d'eau potable par habitant et par territoire

Ainsi, en se basant sur les résultats précédents, il est possible de poser une hypothèse sur ce que représente la consommation d'un habitant par an dans le Grand Libournais, en fonction des types de communes.

En prenant les résultats issus du tableau précédent, il est possible de créer une formule de la forme :

consommation d'un habitant du Grand Libournais

= consommation domestique par habitant

+ consommation des collectivités par habitant

+ consommation économique (dépendante de l'habitant) par habitant

Il est bien à noter que la consommation économique est issue la consommation dépendante de l'habitant.

Par exemple, pour la classe 4, concernant Libourne, Saint-André de Cubzac et Sainte-Foy La Grande, il est possible d'estimer qu'un nouvel habitant de ces communes consommerait :

consommation d'un nouvel habitant sur une commune de la classe 4 "Centre urbain"

$$= \frac{59.04m^3}{an} + \frac{10.76}{an} + \frac{14.19m^3}{an}$$

Un nouvel habitant de la classe 4 consommerait donc en moyenne environ 59 m³/an à son domicile, 11 m³/an au sein de la collectivité (école, hôpitaux, ...) et 14 m³/an dans les activités économiques (commerces, services, ...). Par contre, si ce nouvel habitant décidait finalement d'emménager sur la commune de Pomerol appartenant à la classe 3, il serait alors possible de lui attribuer la formule de consommation suivante :

consommation d'un nouvel habitant sur une commune de la classe 3 "Commune viticole"

$$= \frac{51.78m^3}{an} + \frac{1.19m^3}{an} + \frac{3.27m^3}{an}$$

Ce système nous permet donc à la fois d'avoir une idée plus précise du volume d'eau potable consommé par un habitant, mais également de pouvoir le séparer en partie distincte. Ces différentes parties étant affectées par des comportements différents, il est intéressant de pouvoir les traiter de manière séparée dans une idée de prospection.

Bien que la compréhension de la consommation unitaire soit affinée par cette méthode, il reste une nuance importante à prendre en compte : la concentration des consommations. En effet, il est tout à fait possible qu'une partie des consommations économiques et collectives des centres urbains, par exemple, ne soit pas uniquement lié à leur population, mais soit impactée par les habitants des communes alentours. L'augmentation de la population des centres urbains étant plus rapide que celle des communes alentours, il est possible de penser que notre formule propose une estimation temporaire satisfaisante. Cette formule n'est donc à prendre uniquement comme une estimation et non comme une vérité absolue.

Une fois cette consommation liée à l'habitant décrite, il est possible d'observer les consommations économiques indépendantes de l'habitant. Elle est ici représentée en valeur absolue par classe, soit la somme des consommations des communes, et en pourcentage de la consommation économique totale. Ainsi, par exemple, les communes de classe 3 « Commune viticole » ont une consommation économique indépendante de l'habitant de 319648,70 m³/an, ou environ 30 % des consommations économiques de ces communes.

Comment appliquer ces résultats à l'ensemble du département de la Gironde ?

V Ouverture : La gironde

V.1. La caractérisation à l'échelle départementale

Le traitement par analyses multivariées (ACP et CAH) des variables influençant la consommation d'eau potable a été réalisé pour l'ensemble des communes de Gironde (535 communes) afin d'observer les nouvelles classes de communes et ainsi tester la transposabilité de la méthode à l'échelle du département (Figure 13). A noter que les mêmes variables ont été utilisées pour classer les communes à l'échelle du Grand Libournais et du département de la Gironde, sauf les données de consommation d'eau de 2018 (consommation domestique communale, consommation communale liée aux collectivités, consommation communale liée aux activités économiques).

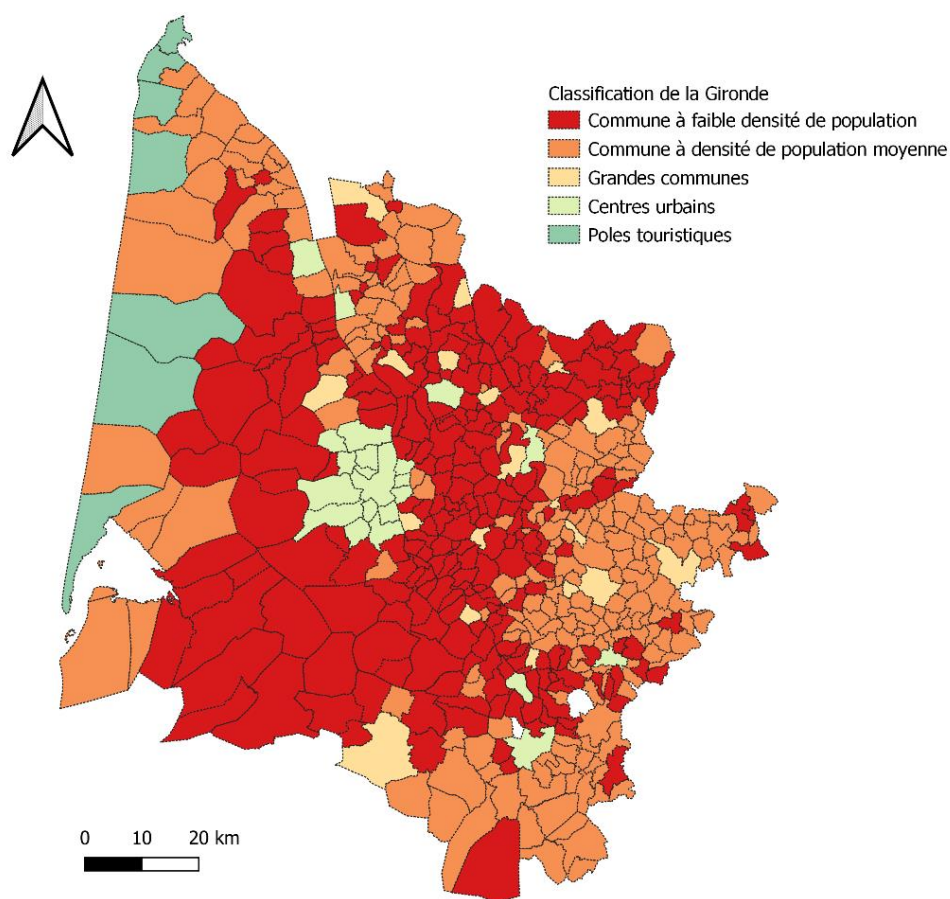


Figure 13. Carte des communes de Gironde réparties selon les clusters de la CAH (Forner J., 2020)

Les regroupements de communes en 5 classes montrent :

- Une classe comprend une seule commune : Aubiac (cette commune n'a pas pu être représentée sur la carte ci-dessus). Cette commune est expliquée par les dimensions 1 et 2 (Annexe 2) de notre ACP, présente en Annexe 2, ce qui la situe dans une catégorie à part. Elle est donc d'après l'ACP, un mi-chemin entre une commune touristique et un centre urbain. D'après les p-values obtenues sur R, le marqueur principal de la commune d'Aubiac et l'effectif de ses écoles : on y trouve un nombre d'élève de 2,5 élèves par habitant, comparé au 0,08 moyen en Gironde ;
- La classe 5 (7 communes) correspond aux communes touristiques littorales. Plus précisément, elle contient les communes de Carcans, Grayan-et-l'Hôpital, Lacanau, Lège-Cap-Ferret, Soulac-sur-Mer, Vendays-Montalivet et Verdon-sur-Mer. Ces communes sont les communes présentant les centres touristiques avec le plus grand nombre de campings, hôtels, et résidences secondaires. Cette classe est d'une importance toute particulière car elle explique les variations saisonnières de consommation d'eau liée au tourisme estival. Obtenir des données de consommation d'eau pour ces communes permettrait d'obtenir une estimation précise des consommations des habitants et de séparer les consommations liées aux activités touristiques. Elle est nommée « Pôles touristiques » ;
- La classe 4 (23 communes) correspond aux centres urbains du Département : Bazas, Begles, Blanquefort, Blaye, Bordeaux, Le Bouscat, Bruges, Cenon, Eysines, Floirac, Gradignan, Langon, Libourne, Lormont, Mérignac, Pauillac, Pessac, La Réole, Saint-André de Cubzac, Sainte-Foy La Grande, Le Taillan-Médoc, Talence et Villenave d'Ornon. Ces communes présentent un nombre d'habitants élevés, une proportion de maisons faible et des équipements collectifs importants (collèges, lycées, hôpitaux). Les variables explicatives de cette classe sont les effectifs des lycées, la part des maisons et le nombre d'habitants. La part des maisons, en particulier, est bien plus faible que dans le reste du département, avec une moyenne à 56 %. Il est cependant nécessaire de noter que l'écart-type de cette moyenne est de 17 %, montrant la grande variabilité entre les plus grandes communes comme Bordeaux, et les autres grandes communes du département. Ce vaste écart-type met en avant la complexité d'étendre des observations statistiques à certaines communes très spécifiques. Il sera nécessaire d'établir les ratios pour ces communes afin de déterminer les consommations des grandes villes, et de vérifier ceux déterminés au sein du Grand Libournais. Elle est nommée « Centre urbain » ;
- La classe 3 comprend 19 communes caractérisées par la dimension 2 (Annexe 2). Elle s'approche des caractéristiques des centres urbains dans une moindre mesure que les villes de la classe 4. Elle est nommée « Grande commune » ;
- Les classes 1 et 2 (respectivement 257 et 231) comprennent l'ensemble des communes restantes. Les communes de classe 1 comprennent en moyenne une plus grande part de résidences principales, une surface de bâti plus faible et un nombre de logements plus faible. Il s'agit donc, comme pour le grand Libournais, des communes, plutôt rurales, majoritairement constituées de logements, avec peu d'activités économiques consommant de l'eau potable. Elles sont donc nommées respectivement « Commune à faible densité de population » et « Commune à densité de population moyenne ».

Plusieurs points sont notables à partir de ces classes et de la carte :

- Les classes qui permettent de caractériser les communes sont sensiblement les mêmes que celles observées dans le grand Libournais, à l'exception de la classe viticole. Cela s'explique par l'absence des données issues des fichiers de facturation, dont provenait notamment le nombre d'exploitations viticoles. Un exemple de conformité est notre catégorie « Centre urbain » : les communes de Libourne, Saint-André de Cubzac et Sainte Foy La Grande sont toujours comprise au sein de cette catégorie, malgré l'ajout de la métropole bordelaise, bien plus imposante. Ces catégories présentent donc une certaine robustesse au changement de jeu de données à l'échelle Girondine. Il serait donc possible de penser que les modalités de consommation en eau potable de la métropole bordelaise sont similaires de celle de nos Centres urbains. La conformité des observations entre le Grand Libournais et l'ensemble de la Gironde est encourageante pour la méthodologie. L'utilisation des ACPS et des CAHS permet une classification facilement interprétable des zones, et identifie les groupes de communes possédant des comportements différents en termes de consommation d'eau.
- Néanmoins, certaines communes peuvent « changer » de classe selon le jeu de données : par exemple, la commune de Saint Emilion, qui était pour le Grand Libournais une commune atypique pour le territoire du Grand Libournais, car très touristique, est associée à d'autres communes telles que Pomerol et Landerrouat dans la classe 2. Cela s'explique par le fait que d'autres communes de Gironde, notamment celles réparties le long de la côte Atlantique sont beaucoup plus touristiques que Saint Emilion au regard du nombre très important d'établissements touristiques, déclassant Saint-Emilion.

Pouvoir continuer ce projet et étudier les fichiers de facturation des autres SCOT pourraient donc permettre à la fois de mieux comprendre l'ensemble du territoire, et d'affiner nos résultats en termes de consommation unitaire.

V.2. Comparaisons avec les consommations touristiques

Lors de son stage, Laurent M. a pu établir un certain nombre de données présentant le poids du tourisme sur la consommation en eau potable.

Elle a ainsi pu calculer pour l'année 2018 les consommations facturées pour les activités touristiques pour 4 EPCI (Etablissement Public de Coopération Intercommunale): Médoc Estuaire, la Coban, la Cali et le Grand Saint Emilionnais. Ces résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 7).

Tableau 7. Consommation (m3) facturée sur l'année 2018 des secteurs d'activités touristiques sur quatre EPCI. Les valeurs en bleues correspondent à des résultats sous-évalués suite à une correspondance trop faible dans les fichiers de facturation. (Laurent M., 2020)

	Médoc Estuaire	Coban	CALI	Gd St Emilionnais	Somme par secteur
<i>Camping</i>	-	137 423	1 293	9 311	148 027
<i>Hôtel</i>	3 325	21 964	9 677	22 249	57 215
<i>Hébergement T</i>	749	11 105	16 589	-	28 443
<i>Restauration</i>	4 151	33 419	28 829	16 215	82 614

Somme par
EPCI

8 225	203 911	56 388	47 775	316 299
-------	---------	--------	--------	---------

Ces résultats placent les campings en tant que consommateurs principaux dans le secteur touristique, suivies des établissements de restaurations et des hôtels. Ces activités vont donc avoir un impact important sur les consommations du département. La particularité de ces dernières est leur temporalité. En effet, contrairement aux consommations des habitants, ces consommations vont présenter une forte variation mensuelle, en présentant un pic estival. Cela soulève la question des vulnérabilités saisonnières des nappes profondes.

Le poids de ces activités est représenté en appliquant le nombre de nuitées touristiques à la consommation unitaire. Cela permet la production des cartes suivantes (Figure 14), représentant le poids du tourisme sur les services d'eau pour l'année 2018 :

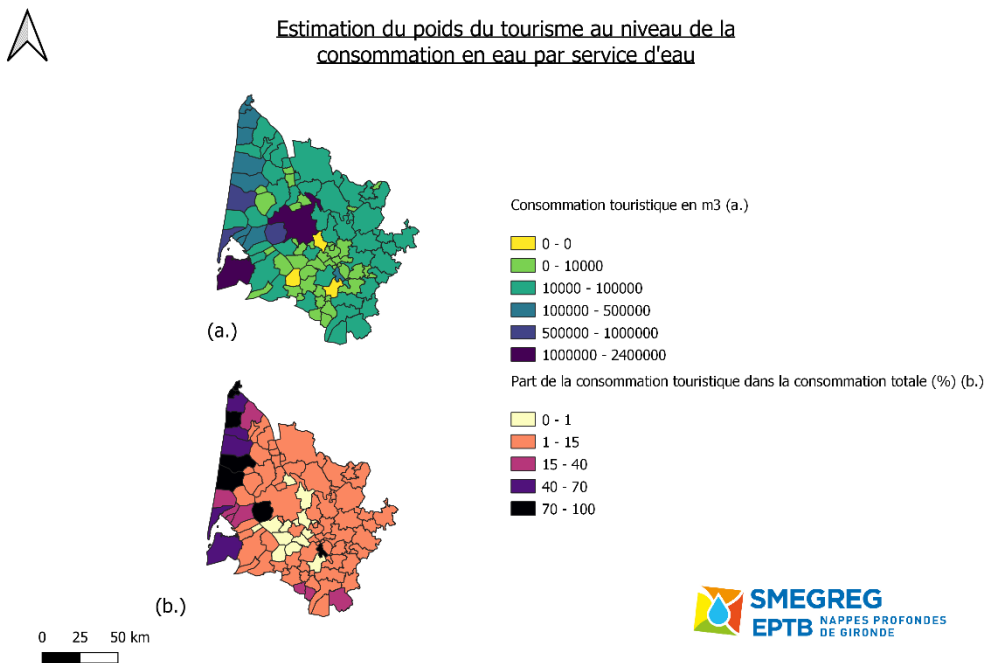


Figure 14. Carte estimant le poids du tourisme (sans les nuitées des meublés) dans les consommations en eau en Gironde à l'échelle des services d'eau. Réalisée à partir des données SISPEA 2018 et des données de l'Insee 2018. (Laurent M., 2020)

Ces cartes nous présentent les volumes liés aux activités touristiques et leur part dans la consommation des services d'eau. Là où les volumes les plus importants sont observés sur la métropole et Arcachon, leurs fortes populations explique le faible poids du tourisme dans la consommation totale. Ceci confirme nos ACPs qui ont caractérisées différemment les pôles touristiques du littoral des pôles urbains comme la métropole. Ceci fait sens car, bien que le volume dédié au tourisme soit très important en métropole, ce n'est pas l'élément clé de compréhension pour ce territoire.

D'autre part, la consommation en eau potable liée au tourisme a été estimée de 10 à 15 millions de m³/an, soit plus de 10 % des prélèvements annuels du département de la Gironde.

Comprendre l'impact des activités touristiques sur la consommation en eau présente donc un intérêt réel pour les modèles de prédiction de consommation.

V.3. Travaux sur la variation de la demande en eau potable pendant le confinement

Cette année a été marquée par le confinement qui a débuté au mois de Mars : cet événement a mené à une étude de Bourget E. sur l'évolution des productions d'eau par les services d'eau en Gironde. En se basant sur les volumes produits, elle a produit la carte suivante (Figure 15), qui montre les variations de productions entre 2019 et 2020 sur les mois de Mars à Mai:

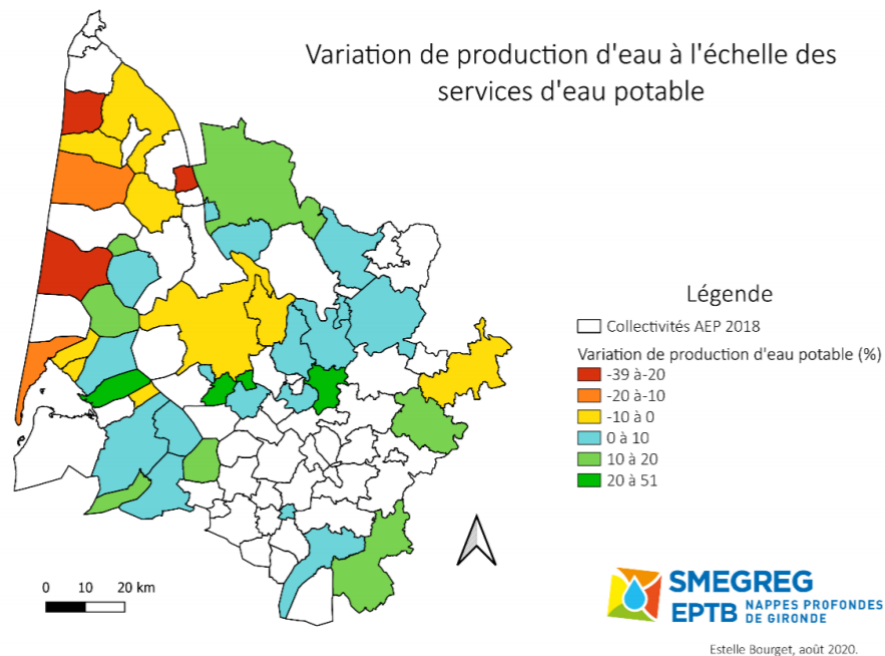


Figure 15. Variations de production d'eau potable entre 2019 et 2020 sur les mois de Mars à Mai en Gironde (Bourget E., 2020)

Cette carte nous montre donc des évolutions variées des consommations : le littoral Aquitain présente une très forte diminution de sa production, tandis que l'Est du département, au contraire, note des augmentations importantes.

Cette étude est intéressante pour notre projet sur un point : l'évolution des pratiques de travail. Les consommations journalières sont fortement impactées par les flux pendulaires (les flux journaliers réguliers) qui vont déporter nos consommations sur d'autres lieux, et possiblement modifier nos habitudes. A cause du confinement, un nombre important s'est vu imposer le télétravail, reportant les consommations du lieu de travail sur le domicile. Si la part du télétravail venait à être modifiée dans les années futures, cette étude sur le confinement proposerait des bases de réflexion pour appréhender ces modifications.

Conclusion

Ce stage « Etude prospective de la consommation en eau en Gironde : Caractérisation de la consommation en eau potable dans le Grand Libournais » a donc permis d'obtenir une variété de résultats pouvant servir le projet de prospective de la demande en eau en Gironde.

Pour des raisons de disponibilité des fichiers de facturation et de temps de traitement, ce stage s'est concentré sur le territoire du Grand Libournais (représentant 27% des communes de Gironde). Si l'ensemble du département n'a pu être analysé, ce travail a permis la mise en place d'une méthodologie reproductible à l'ensemble des communes de Gironde.

L'étude des fichiers de facturation a permis d'établir un tableau de bord des communes, permettant une présentation lisible des consommations communales et une compréhension rapide de leurs sources de consommation (domestiques, liées aux collectivités ou aux activités économiques). Les résultats ont montré une répartition homogène des consommations économiques par type d'activité à l'échelle de la zone, ce qui a poussé à chercher une différenciation plus précise des communes en fonction de variables pouvant avoir un lien avec la consommation d'eau potable, telles que le nombre de nuitées et les effectifs scolaires. Les analyses multivariées de ces jeux de données (ACP et CAH) ont permis de réaliser des clusters de communes en lien avec les activités des communes, et pouvant être reliés à des consommations en eau. Ils sont au nombre de 5 dans le Grand Libournais et couvrent les communes allant de la commune rurale au centre urbain, tout en mettant de côté les communes viticoles et touristiques. Cette différenciation met en avant la nécessité d'identifier les activités économiques en fonction de leur lien direct à l'habitant. Cette différenciation permet également de réaliser des moyennes de consommations par habitant par cluster de communes, et donc de proposer une « formule de consommation de l'habitant ». Cette formule permet de représenter la consommation d'un nouvel habitant d'une commune en fonction de la classe de cette dernière, et la divise sous la forme de consommation domestique, économique et collective. La consommation indépendante de l'habitant elle, est calculée comme un pourcentage de la consommation globale de la commune.

Le regroupement par classe des communes a été réalisé sur l'ensemble de la Gironde afin d'en vérifier la reproductibilité. Les classes produites conservent les spécificités des communes, mais mettent en avant les différences d'échelle au sein du territoire : Saint Emilion, bien que touristique, pâtit à côté du littoral atlantique par exemple.

Deux ouvertures principales semblent intéressantes afin de poursuivre ce projet :

- Etendre le tableau de bord à l'ensemble de la Gironde, afin de permettre une meilleure compréhension des différences de consommations à l'échelle de la Gironde pour chaque type d'usage. Cela nécessite de traiter les données de l'ensemble des services d'eau restants.
- Etendre le champ d'étude aux années antérieures : cela permettrait la réalisation de modèle de consommations sur le long terme, qui pourrait confirmer les résultats de ce projet, et servir de base à des projections de consommations futures.

Ces données apportent une base de réflexion au projet de prospective : en mettant une méthodologie reproductible à des échelles spatiales et temporelles plus grande, il sera possible de produire des modèles plus solides. Ces modèles nous permettront donc d'avoir une meilleure compréhension de nos modes de consommations et nous permettront de projeter ces dernières dans le temps. A terme, en alliant cette étude avec les autres missions de ce projet, il sera possible d'estimer la consommation d'un habitant Girondin.

Bibliographie

- « ACP - Analyse en Composantes Principales avec R: L'Essentiel - Articles - STHDA ». Consulté le 24 août 2020. <http://www.sthda.com/french/articles/38-methodes-des-composantes-principales-dans-r-guide-pratique/73-acp-analyse-en-composantes-principales-avec-r-l-essentiel/>.
- « ALADIN - Centre National de Recherches Météorologiques ». Consulté le 25 septembre 2020. <https://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article122>.
- « Bibliographie - Google Drive ». Consulté le 24 septembre 2020. <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1AQf8GETnu9TjfnC8f8abhwjNYHL17jWq>.
- « Bibliographie - Google Drive ». Consulté le 25 septembre 2020. <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1AQf8GETnu9TjfnC8f8abhwjNYHL17jWq>.
- « CAH - Classification Ascendante Hiérarchique dans R avec FactoMineR: Cours - Articles - STHDA ». Consulté le 24 août 2020. <http://www.sthda.com/french/articles/38-methodes-des-composantes-principales-dans-r-guide-pratique/87-cah-classification-ascendante-hierarchique-dans-r-avec-factominer-cours/>.
- Ministère de la Transition écologique. « Ce qu'il faut retenir du rapport du GIEC sur le réchauffement climatique ». Consulté le 25 septembre 2020. <https://www.ecologie.gouv.fr/quil-faut-retenir-du-rapport-du-giec-sur-rechauffement-climatique>.
- « FactoMineR: Analyse en Composantes Principales (ACP) ». Consulté le 24 août 2020. <http://factominer.free.fr/factomethods/analyse-en-composantes-principales.html>.
- « FactoMineR: Classification Hiérarchique sur Composantes Principales (HCPC) ». Consulté le 24 août 2020. <http://factominer.free.fr/factomethods/classification-hierarchique-sur-composantes-principales.html>.
- Ministère de la Transition écologique. « Gestion de l'eau en France ». Consulté le 6 août 2020. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/gestion-leau-en-france>.
- Gower, J. C. « A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties ». *Biometrics* 27, n° 4 (décembre 1971): 857. <https://doi.org/10.2307/2528823>.
- « Le SAGE Nappes Profondes de Gironde - SIGES Aquitaine - ©2020 ». Consulté le 25 septembre 2020. <http://sigesaqi.brgm.fr/Le-SAGE-Nappes-Profondes-de-Gironde.html>.
- « Les modèles statistiques | Insee ». Consulté le 25 septembre 2020. <https://www.insee.fr/fr/information/2021959#titre-bloc-17>.
- « Missions ». Consulté le 18 août 2020. <https://www.smegreg.org/le-smegreg/missions.html>.
- « Organisation ». Consulté le 18 août 2020. <https://www.smegreg.org/le-smegreg/organisation.html>.
- Google Docs. « Rapport_GIEC_Aout2019_web.pdf ». Consulté le 25 septembre 2020. https://drive.google.com/file/d/17H99ekMQ7j9ErgXTQUKP5s0-qQ4-pJMA/view?usp=drive_open&usp=embed_facebook.
- Google Docs. « ResumeGIEC-CPLC-web.pdf ». Consulté le 25 septembre 2020. https://drive.google.com/file/d/1mH_lyAmLujMiSwZ8MmxiuDRKu32vrCv5/view?usp=drive_open&usp=embed_facebook.
- « Syndicat mixte ». In *Wikipédia*, 30 avril 2020. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Syndicat_mixte&oldid=170264328.
- Ward, Joe H. « Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function ». *Journal of the American Statistical Association* 58, n° 301 (mars 1963): 236-44. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>.

Annexes

Annexe 1: Rappel sur les lois sur l'eau

La première de ces lois est la loi de 1964, qui a découpé le territoire en grands bassins versants, et en a légué la gestion à des agences de l'eau. Ces agences de l'eau collectent des redevances et mettent en place les principes de « pollueur-payeur » et d'« utilisateur-payeur ». Cette première loi permet donc le financement des projets et des études en France ayant pour but la préservation et la pérennisation de la ressource en eau par bassin hydrographique.

La seconde loi majeure dans la gestion de l'eau en France est la loi de 1992. Cette dernière encadre les créations des Schémas Directeurs d'Aménagements et de Gestion des Eaux (SDAGE). Au sein des grands bassins versants, des comités de bassins établissent le cadre de la gestion de l'eau. Ces décisions sont élaborées avec des représentants des collectivités, des particuliers, des usagers professionnels et des associations. Cette loi permet également la création de sous-bassins, ce qui permet une gestion plus locale des questions liées à la gestion des eaux. Ces Schémas locaux sont nommés Schéma d'aménagement et de gestion des eaux, ou SAGE, et sont réalisées par les CLEs, ou Commissions Locales de l'eau.

Un deuxième point important de la loi de 1992 est l'obligation de déclaration et de demande d'autorisations préalable à la réalisation de projets pouvant impacter la ressource en eau. Afin de contrôler le respect de ces derniers, une police de l'eau est instaurée. Elle a pour but la vérification de projets, et leur respect des SAGE et SDAGE.

En 2000, l'Europe édite une directive-cadre sur l'eau, qui est transposée dans le droit français par la loi de 2004. Cette dernière oriente la politique de l'eau « vers des objectifs de résultats »⁸. Elle met l'accent sur le bon état des eaux, appliqué par la DCE (Directive Cadre Eau). Cette dernière caractérise une eau en bon état comme une eau :

- Permettant une vie animale et végétale riche et variée
- Exempte de produits toxiques
- Disponible en état suffisant pour satisfaire tous les usages

Cette directive impose également un engagement de la part des pays européens, avec des objectifs à l'horizon 2015. Cela concerne les eaux souterraines, mais également les eaux superficielles, douce ou salées. En complément de cette loi, des listes de substances sont adoptées et interdites.

Enfin, en 2006, une loi introduit la notion de « droit à l'eau » pour tous. Il s'agit de garantir l'accès à une eau de qualité pour l'intégralité des citoyens, ce qui sous-entend une gestion pérenne de la ressource, en prenant en compte les modifications liées au réchauffement climatique. Elle crée pour se faire l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques.

Ces 4 lois présentent le grand cadre de la législation française en matière de régulation de l'eau sur le territoire. Afin de mettre en œuvre ces lois, divers organismes ont été mis en place pour maintenir le respect de ces normes.

⁸ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/gestion-leau-en-france>(06/08/2020)

Annexe 2 : Dimensions et matrice de corrélation de l'ACP Girondine

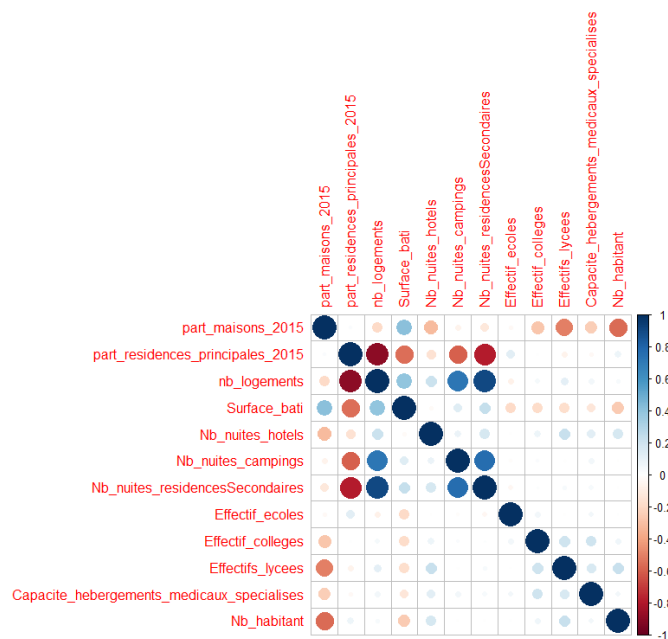


Figure 16. Matrice de corrélation de l'ACP Girondine (Forner J., 2020)

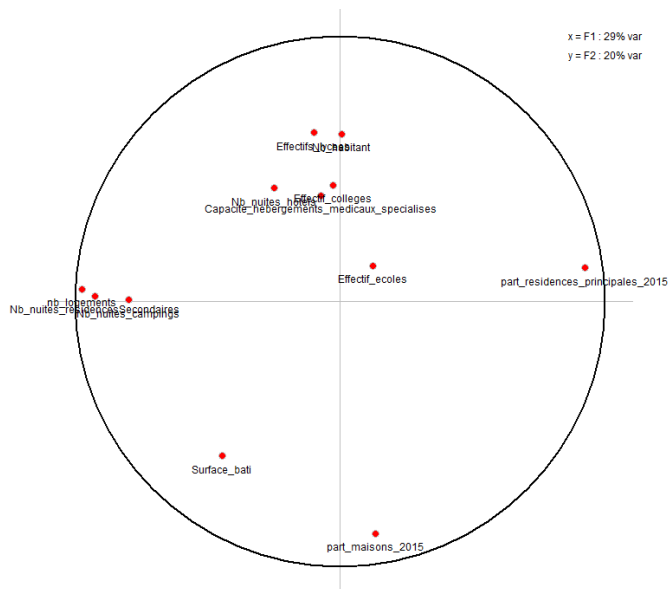


Figure 17. Projection des variables explicatives sur les dimensions 1 et 2 (Forner J., 2020)

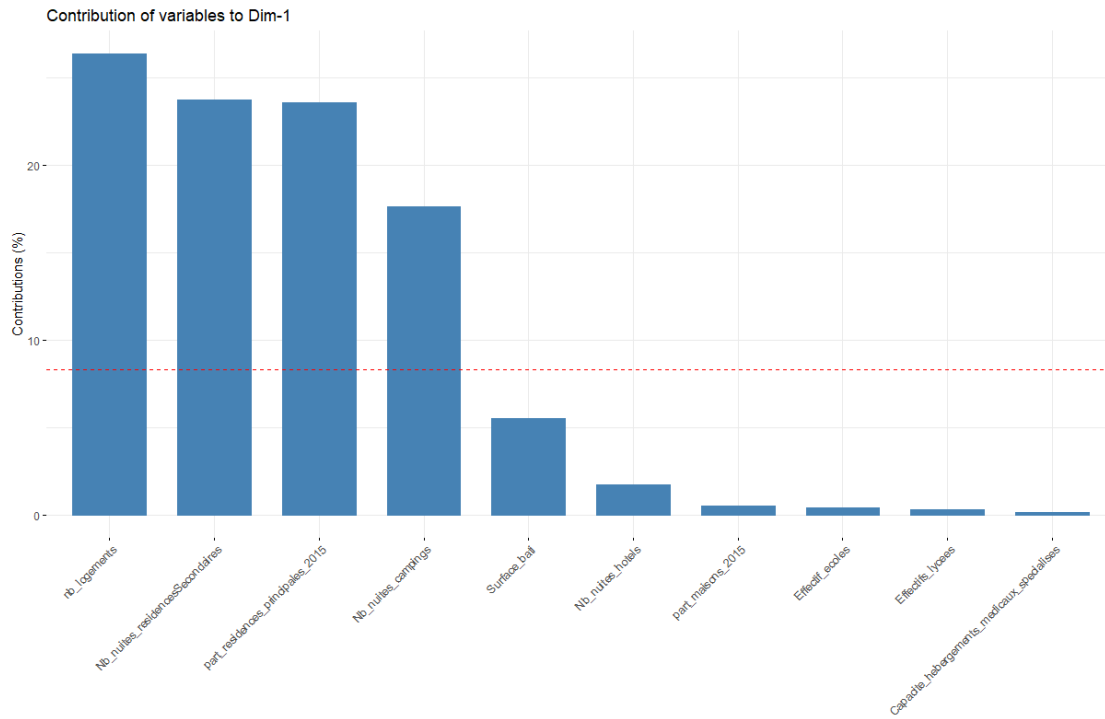


Figure 18. Contribution des variables à la dimension 1 (Forner J., 2020)

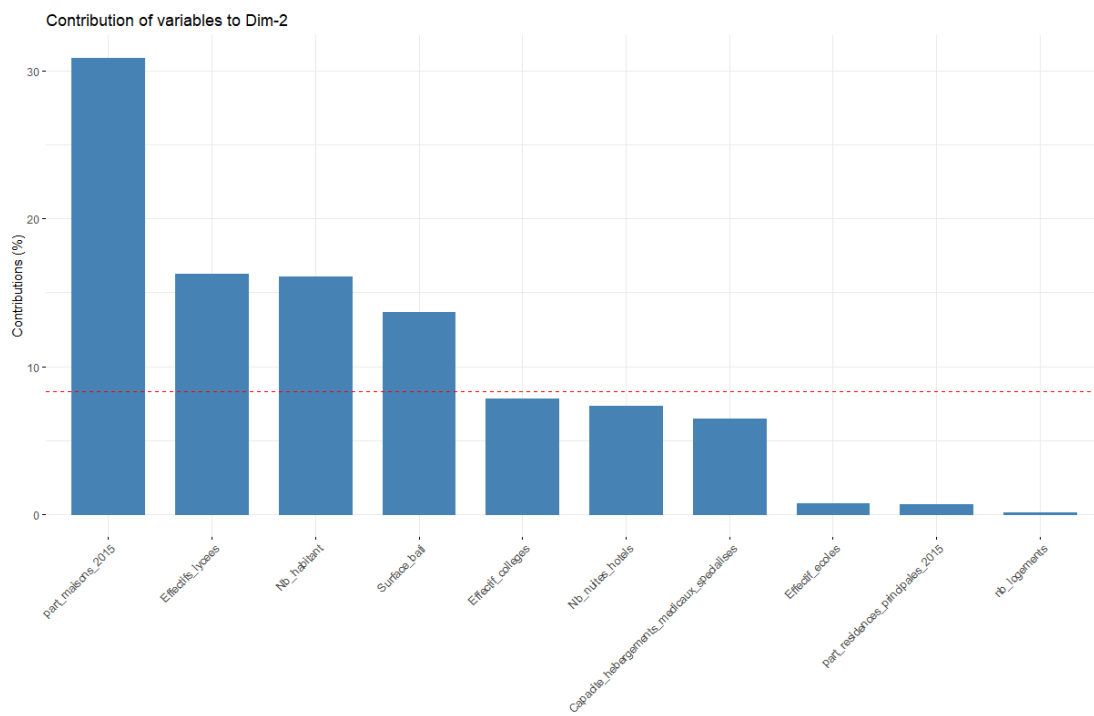


Figure 19. Contribution des variables à la dimension 2 (Forner J., 2020)

Table des illustrations

Tableau 1. Classification des nappes profondes de Gironde par rapport au Volume Maximum Prélevables Objectifs (source : SMEGREG,diaporama interne).....	6
Tableau 2. Tableau récapitulatif des données de tourisme étudiées au sein du stage de deuxième année de Laurent M.....	16
Tableau 3. Tableau des catégories d'activités définies pour le traitement de données (Forner J., 2020)	19
Tableau 4. Classification des activités en fonction de leur lien à l'habitant girondin (Forner J., 2020).20	
Tableau 5. Consommation moyenne en m3/hab/an par type d'usage par classe de commune (Forner J., 2020).....	30
Tableau 6. Tableau des consommations en eau indépendantes de l'habitant par classe de commune (Forner J., 2020)	32
Tableau 7.Consommation (m3) facturée sur l'année 2018 des secteurs d'activités touristiques sur quatre EPCI. Les valeurs en bleues correspondent à des résultats sous-évalués suite à une correspondance trop faible dans les fichiers de facturation. (Laurent M., 2020).....	36
Figure 1. Cartes présentant les zones à risques sur les nappes profondes Gironde (source : SMEGREG, diaporama interne).....	7
Figure 2. Organisation de la CLE de Gironde (source:< https://www.smegreg.org/la-cle/presentation-de-la-cle.html >, consulté le 21/09/2020).....	8
Figure 3. Cartes des membres du SMEGREG (source: SMEGREG, diaporama interne)	9
Figure 4. Organigramme du SMEGREG (source: SMEGREG, diaporama interne)	9
Figure 5. Cartes des communes et services d'eau étudiés au sein de ce projet (Forner J., 2020).....	14
Figure 6.Image du site Girondescopie (< https://cartostat.gironde.fr/#view=map15&c=indicator >, visité le 20/09/2020).....	16
Figure 7. Dendrogramme de l'étude, présenté ici pour l'exemple (Forner J., 2020).....	22
Figure 8. Captures d'écran du tableau de bord interactif des communes du Grand Libournais (Forner J., 2020).....	24
Figure 9. Boîtes à moustache des consommations dans le Grand Libournais par type d'usage (Forner J., 2020).....	25
Figure 10.Répartition des consommations communales d'eau potable concernant les activités économiques, dépendante et indépendantes de l'habitant, dans le Grand Libournais (Forner J., 2020)	26
Figure 11. Carte des clusters de la CAH projeté sur la zone du Grand Libournais (Forner J., 2020).....	28
Figure 12. Représentation de l'ACP avec les communes regroupées en fonction des classes issues de la CAH (Forner J., 2020).....	29
Figure 13. Carte des communes de Gironde réparties selon les clusters de la CAH (Forner J., 2020)...34	
Figure 14.Carte estimant le poids du tourisme (sans les nuitées des meublés) dans les consommations en eau en Gironde à l'échelle des services d'eau. Réalisée à partir des données SISPEA 2018 et des données de l'Insee 2018. (Laurent M., 2020)	37
Figure 15. Variations de production d'eau potable entre 2019 et 2020 sur les mois de Mars à Mai en Gironde (Bourget E., 2020)	38
Figure 16. Matrice de corrélation de l'ACP Girondine (Forner J., 2020).....	43
Figure 17. Projection des variables explicatives sur les dimensions 1 et 2 (Forner J., 2020).....	43
Figure 18. Contribution des variables à la dimension 1 (Forner J., 2020)	44
Figure 19. Contribution des variables à la dimension 2 (Forner J., 2020).....	44

Table des matières

AVANT-PROPOS	0
RESUME	1
ABSTRACT	1
I. INTRODUCTION	3
II. LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU	5
II.1. LA GESTION DE L'EAU	5
II.1.1. EN FRANCE	5
II.1.2. EN GIRONDE	5
II.2. LE SMEGREG	8
II.2.1. L'ORGANISATION	9
II.2.2. LES MISSIONS	10
II.3. LE PROJET PROSPECTIVE DE LA DEMANDE	11
II.4. LE SMEGREG ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE	12
II.5. LES OBJECTIFS	13
III. METHODOLOGIE ET DONNEES	14
III.1. LES FICHIERS DE DONNEES	14
III.1.1. LES FICHIERS DE FACTURATIONS	14
III.1.2. LE TABLEAU DE LA CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE (CCI)	15
III.1.3. LES DONNEES INSEE	15
III.1.4. LES FICHIERS DSDEN	16
IV.1.5. LES FICHIERS LIES AU TOURISME	16
III.1.6. LES FICHIERS DE L'ARS	17
III.2. METHODE DE TRAITEMENT	18
III.2.1. LA CARACTERISATION DES CONSOMMATIONS DU GRAND LIBOURNAIS	18
III.2.2. L'IDENTIFICATION DES VARIABLES CARACTERISTIQUES DES COMMUNES	20
IV. RESULTATS	23
IV.1. LA CARACTERISATION DE LA CONSOMMATION DES COMMUNES	23
IV.2. DES DONNEES HOMOGENES SUR LE TERRITOIRE	25

IV.3. LE REGROUPEMENT DE COMMUNES EN CLASSES	27
IV.4. LA CARACTERISATION DES CONSOMMATIONS PAR GROUPE	30
IV.4.1. LES CONSOMMATIONS D'EAU DEPENDANTES DE L'HABITANT	30
IV .4.2. LES CONSOMMATIONS INDEPENDANTES DE L'HABITANT	32
IV.5. LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE PAR HABITANT ET PAR TERRITOIRE	32
V OUVERTURE : LA GIRONDE	34
V.1. LA CARACTERISATION A L'ECHELLE DEPARTEMENTALE	34
V.2.COMPARAISONS AVEC LES CONSOMMATIONS TOURISTIQUES	36
V.3. TRAVAUX SUR LA VARIATION DE LA DEMANDE EN EAU POTABLE PENDANT LE CONFINEMENT	38
CONCLUSION	39
BIBLIOGRAPHIE	40
ANNEXES	41
ANNEXE 1: RAPPEL SUR LES LOIS SUR L'EAU	42
ANNEXE 2 : DIMENSIONS ET MATRICE DE CORRELATION DE L'ACP GIRONDINE	43
TABLE DES ILLUSTRATIONS	45
TABLE DES MATIERES	46