

Mémoire de première année de master GAED – Parcours  
DYNARISK

**Caractérisation de l'impact des réserves de  
substitution sur les sécheresses hydrologiques à  
partir de données disponibles dans le Marais  
poitevin.**

Charlotte Jeuilly

2023 – 2024

Tuteuré par Agnès Ducharne et Emilie Lavie





# **Sommaire :**

## **1. Introduction**

## **2. Relation entre une région à l'écosystème très diversifié et un projet très controversé**

- 2.1. Description du Marais poitevin : géographie, biodiversité et fonctionnement des réseaux hydrogéologiques
- 2.2. Définition et caractéristiques des méga-bassines
- 2.3. Revue de littérature sur l'impact des méga-bassines sur les ressources en eau et les écosystèmes.

## **3. Cheminement méthodologique**

- 3.1. Collecte des données : cartographie des méga-bassines, relevés hydrologiques
- 3.2. Méthodes d'analyse : modélisation hydrologique, études statistiques et analyse de données géospatiales.
- 3.3. Limites de la méthode

## **4. Résultats**

- 4.1. Influence des méga-bassines sur la quantité d'eau dans les nappes phréatiques
- 4.2. Influence des méga-bassines sur les débits
- 4.3. Relation entre la présence de méga-bassines et la répartition agricole

## **5. Discussion des résultats**

- 5.1. La présence de réserves de substitution n'influence pas réellement les débits des cours d'eau ni les quantités d'eau dans les nappes phréatiques
- 5.2. Mais les législations locales et nationales permettent une pérennité des niveaux d'eau
- 5.3. La qualité de l'eau impactée par les méga-bassines : un argument dans la lutte contre le projet des réserves de substitution

## **6. Conclusion**

### **Annexes**

### **Bibliographie**

## 1. Introduction

En France et partout dans le monde, la question du changement climatique est de plus en plus présente. Depuis le début de l'ère d'industrialisation, l'environnement lutte pour ne pas périr face à la croissance. Cette conscience de préservation de l'environnement est aujourd'hui plus ancrée chez les hommes essayant de trouver des solutions afin d'allier croissance et protection de la nature. La hausse des températures, les précipitations plus ou moins intenses, les phénomènes météorologiques extrêmes ont des conséquences sur les systèmes hydrologiques en France. Les impacts sur les ressources en eau sont très préoccupants et ont un effet direct sur la biodiversité, la vie quotidienne ou encore l'agriculture. Face à ces défis actuels, il est primordial d'étudier des stratégies d'adaptation et de gestion des ressources en eau qui répondent activement aux besoins actuels tout en anticipant les effets du changement climatique à long terme. La question du changement climatique regroupe différents sujets. Le sujet de l'eau est un des sujets très importants de cette problématique. C'est celui que nous allons aborder dans cet ouvrage.

« L'eau n'est pas une ressource dont les sociétés humaines disposent et dont une part minimale revient aux écosystèmes pour qu'ils subsistent ; l'eau est au contraire un produit des écosystèmes, dont nos sociétés font usage. » Vincent Bretagnolle écologue et directeur de recherche au CNRS.

La problématique de cette recherche s'articule donc autour de l'eau et de son usage, plus particulièrement dans le secteur agricole. Face à ce sujet très controversé nous pouvons nous poser la question suivante : **Quel est l'impact des réserves de substitution sur les systèmes hydrogéologiques dans le Marais poitevin, et comment concilier les besoins en eau des agriculteurs avec la préservation de la biodiversité et des écosystèmes aquatiques ?**

Cette problématique nous fera réfléchir sur les effets environnementaux des réserves de substitution ; comment ces réserves de substitution affectent-elles les communautés locales dont font partie les agriculteurs, les pêcheurs et les habitants ; quels conflits potentiels émanent de ce sujet et quelles solutions pourraient permettre un équilibre entre l'utilisation de ces réserves et la durabilité environnementale ?

Le bassin versant du Marais poitevin est un site remarquable pour étudier les relations entre les sécheresses, l'agriculture et les politiques de gestion de l'eau. Cette région a fait l'objet d'investissements massifs depuis la sécheresse de 1976 pour développer l'irrigation, notamment par pompage dans les eaux souterraines. Ces méthodes autorisées se sont avérées excessives, entraînant des sécheresses hydrologiques structurelles, que la directive cadre sur l'eau européenne (DCE 2000) et la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA 2006) ont imposé d'y remédier via des réductions des volumes de prélèvements autorisés en été. La solution proposée par les irrigants pour continuer d'irriguer fortement est de pomper dans les nappes en hiver, quand les niveaux sont supérieurs aux niveaux de restriction imposés, ce qui impose de stocker cette eau dans des réserves artificielles dites de substitution, ou méga-bassines. Cette solution a été mise en place depuis plus de 10 ans en Vendée (85) et a poursuivi son extension dans les Deux-Sèvres (79), la Charente Maritime (17) et la Vienne (86), ce qui fait l'objet de nombreuses contestations.

Cette recherche a été réalisée lors d'un stage au CNRS dans le cadre du master DYNARISK à l'Université de Paris Cité. Cette étude aborde le sujet du risque de sécheresse et des liens entre la gestion de l'eau et les besoins en eau dans la région du Marais poitevin. L'objectif principal de cette recherche est de comprendre le rôle de la substitution, d'observer la répartition des méga bassines et d'observer s'il existe un potentiel lien entre les quantités d'eaux souterraines et de surface et la présence de réserves de substitution.

## 2. Relation entre une région à l'écosystème très diversifié et un projet très controversé

La partie suivante est importante pour comprendre le sujet de cette étude. En effet, le système des réserves de substitution n'est pas toujours compris. De plus le Marais Poitevin représente un écosystème d'une très large biodiversité et des communications complexes entre les différents acteurs de cet écosystème. Il est donc important de comprendre en premier lieu ces deux aspects du sujet. Par la suite, les travaux déjà réalisés autour du sujet de l'eau, de ses usages, de ses réserves, mais aussi autour de la formation scientifique du Marais Poitevin (géologie, hydrologie, lithologie ...) aident fortement à la compréhension et à l'appréhension du sujet. Les études concernant l'eau sont nombreuses et également concernant les réserves de substitution dans le Marais Poitevin. La privatisation de l'eau est un sujet très présent et controversé dans le monde que ça soit en Amérique du Sud en Afrique ou encore en Asie. La France qui a pour principe d'avoir le service de l'eau public depuis des années se voit contraint dans certaines régions de voir ses agriculteurs privatiser la ressource en eau face au risque de sécheresse de plus en plus présent. En effet, les précipitations en France sont de plus en plus aléatoires (Denhez, 2023) et l'agriculture, poumon économique de la région du Marais Poitevin avec le tourisme, en souffrent. Ainsi, la privatisation de l'eau devient un enjeu primordial de la pérennité agricole poitevine.

Cet état de l'art fournit un aperçu de l'évolution des pratiques de gestion de l'eau et des aménagements dans la région, permettant de comprendre comment et pourquoi les méga bassines ont été mises en place. Il décrit les caractéristiques environnementales du Marais Poitevin, notamment les systèmes hydrologiques, les écosystèmes, et les usages de l'eau. Cette compréhension est essentielle pour évaluer l'impact potentiel des méga bassines.

En résumé, un état de l'art est fondamental pour aborder la problématique des méga bassines dans le Marais Poitevin de manière rigoureuse. Il offre une compréhension approfondie et contextuelle, synthétise les connaissances scientifiques, établit un cadre théorique et méthodologique solide, évalue les impacts et les enjeux, et fournit des orientations pratiques. Cette démarche structurée permet non seulement de répondre aux questions de recherche posées, mais aussi de contribuer à une gestion plus efficace et durable des ressources en eau dans cette région sensible.

### 2.1. Description du Marais poitevin : géographie, biodiversité, et fonctionnement des réseaux hydrogéologiques.

Situé dans les terres et en bordure du littoral, le Marais Poitevin est la première zone humide de la façade atlantique française. Il représente une vaste zone humide comprenant des marécages, des canaux anthropiques et des rivières, et s'étend sur les départements de la Vendée (85), de la Charente-Maritime (17), des Deux-Sèvres (79) et de la Vienne (86). Il couvre une superficie totale d'environ 100 000 hectares, ce qui en fait l'une des plus grandes zones humides de la France après la Camargue. On trouve dans le Marais Poitevin, trois parties distinctes : le marais mouillé, le marais

desséché et la baie de l'Aiguillon (Carrausse, 2022). Le marais mouillé désigne la zone la plus humide et est parcouru par de nombreux cours d'eau favorisant la biodiversité et appréciés par les touristes. A l'inverse, le marais desséché représente une zone de drainage importante utilisant un réseau de digues et de pompage afin de favoriser le développement de l'agriculture. La Baie de l'Aiguillon, milieu estuarien, quant à elle, désigne une zone importante pour la migration des oiseaux et abrite une grande diversité d'espèces marines. Ainsi, le réseau hydrologique du Marais Poitevin est alimenté par différentes rivières dont la Sèvre Niortaise, le principal cours d'eau du marais, ou encore le Clain. Les précipitations sont également un facteur important afin d'alimenter les canaux et différents cours d'eau du marais. Le maintien d'un niveau d'eau convenable est primordial pour la préservation des écosystèmes et de la biodiversité (Ouisse et al., 2021). Le changement climatique ou les interventions humaines peuvent provoquer des variations dans le régime hydrologique et ainsi avoir des répercussions significatives sur la faune et la flore du marais.

La formation géologique du Marais Poitevin représente le résultat d'une combinaison complexe de processus géologiques, climatiques et hydrologiques qui se sont déroulés sur des millions d'années. Pendant la période du Mésozoïque, la région du Marais Poitevin était recouverte par une mer peu profonde, ce qui a engendré la formation des dépôts de sédiments marins. Au cours du Cénozoïque, il y a environ 65 millions d'années, la région a subi des mouvements tectoniques qui ont entraîné la subsidence de cette dernière, ayant pour conséquence l'enfouissement des dépôts sédimentaires sous d'importantes couches de roche. Ces dépôts sédimentaires, étaient principalement composés de calcaire, de sable et d'argile, et se sont ainsi accumulés au fil du temps, formant des couches de roche constituant aujourd'hui le substrat géologique du Marais Poitevin. Durant les périodes géologiques suivantes, au quaternaire, l'érosion a façonné le relief de la région, créant des vallées fluviales, des collines et des plaines. La géologie principale se rapporte à la période du Jurassique avec notamment des couches de Jurassique supérieur altéré et Jurassique supérieur non altéré, du Dogger ou encore du Toarcien.

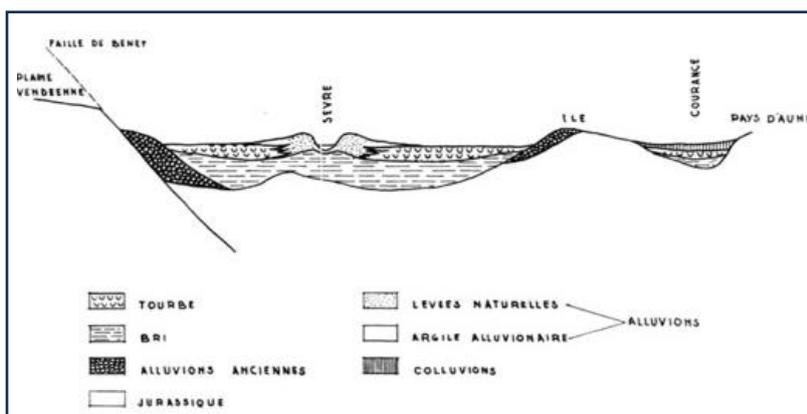


Figure 1 Je peux écrire ma légende comme je veux

Figure 1 : Coupe schématique à travers le marais mouillé (Jambus et al., 1966)

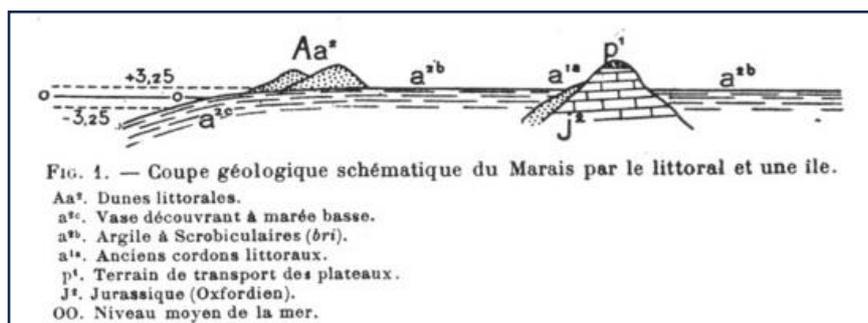


Figure 2 : Coupe géologique schématique du Marais par le littoral et une île. (Welch, 1916)

Dans la région du Marais Poitevin, les aquifères sont constitutifs de la dynamique hydrologique et représentent l'élément le plus important dans l'apport d'eau nécessaire pour la faune, la flore et les activités anthropiques. Ces aquifères, sont en interaction constante avec les sols et les eaux de surface, représentatifs du marais, et créent l'écosystème hydrologique complexe de la région. On observe dans la région du Marais Poitevin, la présence de nappes phréatiques, désignant des réserves souterraines d'eau. Les aquifères du marais sont principalement composées de sédiments du tertiaire et du quaternaire, intégrant des couches de sable, de gravier et d'argile. Ces différentes couches favorisent la perméabilité des sous-sols, grâce à la fonction poreuse des roches, ce qui influence la capacité des différentes aquifères à stocker de l'eau et à la retransmettre.

Concernant la topographie du marais poitevin, elle est façonnée par son passé. En effet, les périodes glaciaires et les mouvements tectoniques qu'a connu la région ont également joué un rôle dans la formation des reliefs de la région et de ces aquifères. Les différentes périodes glaciaires ont créé des dépressions topographiques. Ces dernières peuvent agir comme des zones de recharge pour les nappes phréatiques contrairement aux reliefs qui peuvent influencer les ruissellements des eaux souterraines. La présence d'aquifère engendre une qualité de gestion importante afin de maintenir l'équilibre du système hydrologique. L'anthropisation, telle que l'urbanisation, l'agriculture et ses prélèvements d'eau, influencent grandement la recharge et diminution des nappes phréatiques. En effet, les nappes phréatiques jouent un rôle tampon en termes de circulation des eaux. On observe que les eaux de surface sont en relation constante avec la nappe phréatique. Ainsi, lorsque le niveau de la nappe est situé au-dessus du niveau des eaux de surface, c'est-à-dire en période d'étiage, l'eau contenue dans la nappe alimente le cours d'eau. A l'inverse, lorsque le niveau de la nappe est inférieur à celui du cours d'eau, en période de crue, c'est le cours d'eau qui alimente la nappe phréatique (CIEAU). Il est nécessaire de réfléchir à une gestion durable afin d'anticiper la surexploitation des nappes et pour maintenir des niveaux d'eaux adéquats. Ce sont ces nappes phréatiques qui approvisionnent en eau les milieux humides superficiels. La faune et la flore de la région dépendent de ces sources d'eau souterraines pour leur survie.

Le marais poitevin a également été influencé par la présence de l'homme. La population a aménagé le paysage de la région afin de pouvoir répondre aux besoins agricoles. Cet aménagement s'est fait notamment par des digues, des canaux ou

encore des ouvrages de drainage des terres et la maîtrise des niveaux d'eau (Parc Naturel Régional du Marais Poitevin, 2022).

Ayant des conditions hydrologiques et géologiques particulières, le marais poitevin se caractérise par des sols argileux et des niveaux d'eaux variables, favorisant ainsi la formation de marais de prairies inondables et de zones humides. Ces caractéristiques constituent ainsi l'écosystème unique du marais. (BRGM, 2022)

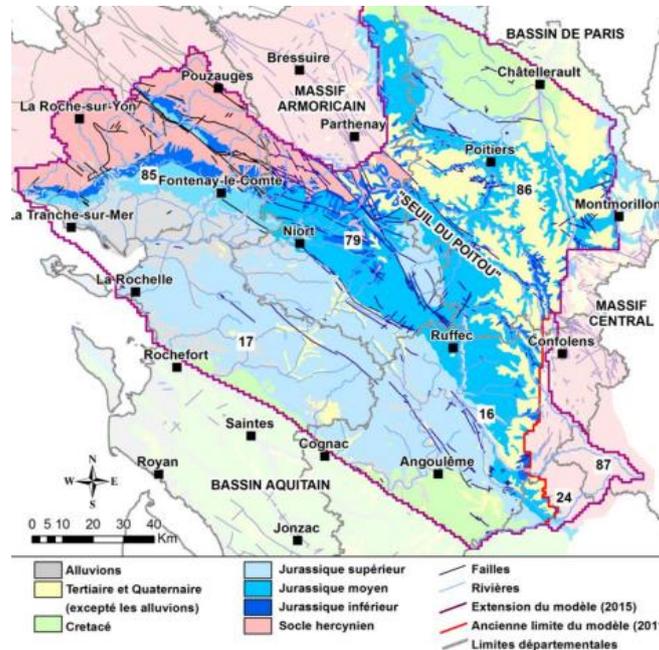


Figure 3 : Formation géologique à l'affleurement  
Source : BRGM, 2015

Le Marais Poitevin est au cœur d'un climat de type océanique, caractérisé par des hivers doux et des étés modérément chauds, avec des précipitations réparties tout au long de l'année. Cette caractéristique est remise en cause par le phénomène du changement climatique. En effet, on observe notamment des étés de plus en plus chauds et secs tandis que les hivers ne sont pas forcément plus humides. Face à ses conditions, le marais regorge d'une biodiversité exceptionnelle, comprenant de nombreuses espèces végétales (roseaux, saulaies, peupleraies, ...) et animales (loutres d'Europe, héron pourpré, ...) adaptées aux conditions variables de la région. Il est un habitat essentiel pour de nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs, de poissons, d'amphibiens et d'invertébrés.

Finalement, la région du Marais Poitevin est caractérisée par une ressource en eau très importante et nécessitant une gestion cohérente. L'agriculture, activité très importante et très présente dans la région est l'un des enjeux les plus cruciaux en rapport avec l'eau. Ce secteur est très développé dans cette région dans différents types de cultures. La culture principale est celle du maïs. Le maïs est une culture d'été qui demande une grande quantité d'eau d'irrigation. L'irrigation, en été, représente donc une part très importante de l'agriculture dans le Marais Poitevin. Cette région est également très touchée par les sécheresses en période estivale. Ainsi, les agriculteurs usent depuis des décennies de nouvelles techniques afin de préserver leurs cultures

d'été. Plusieurs systèmes de pompages ont été exploités. Ces systèmes consistent à pomper l'eau dans les nappes phréatiques l'été afin de pouvoir constamment fournir de l'eau aux cultures. Mais ce système a provoqué la baisse du niveau piézométrique, alertant les scientifiques. Aujourd'hui, il est question d'un nouveau système : les méga bassines. On passe d'une ressource d'eau souterraine à une ressource superficielle.

## 2.2. Définition et caractéristiques des méga bassines

Les méga-bassines, également appelées réserves de substitution, représentent de grandes constructions dédiées au stockage superficiel de vastes volumes d'eau douce. Ces structures sont principalement utilisées pour l'agriculture afin d'assurer l'approvisionnement en eau durant les périodes de sécheresse ou de faibles précipitations saisonnières.

Ces réserves de substitution pompent l'eau des nappes en hiver afin de limiter les sécheresses en période d'étiage. Le pompage en hiver permet de limiter les crues et inondations dues aux fortes précipitations de cette période. Ces réserves de substitution font l'objet de grands débats entre les agriculteurs et les scientifiques mais aussi les habitants de la région. Les méga bassines ont un impact très controversé et le but de cette recherche est de caractériser l'impact hydrologique. Cet impact est variable en fonction de la géologie, de la topographie, les pratiques de gestion de l'eau et les précipitations.

Les méga-bassines peuvent contenir une grande quantité d'eau allant de centaines de milliers à des millions de mètres cubes d'eau. Elles sont construites en creusant des réservoirs de grande taille ou en bâtissant des digues autour d'une zone délimitée pour créer une réserve d'eau. Les bords des méga-bassines sont généralement renforcés avec des matériaux artificiels tels que des revêtements ou encore des géotextiles afin d'éviter les fuites d'eau. Les méga-bassines sont construites pour pomper de l'eau pendant les saisons pluvieuses ou lorsque les ressources en eau sont abondantes. Selon les réglementations locales, les réserves de substitution peuvent être alimentées par dérivation des cours d'eau naturels, de rivières ou de nappes phréatiques. Elles servent ensuite de réservoirs pour les périodes sèches, fournissant de l'eau aux agriculteurs pour l'irrigation des cultures ou l'abreuvement des bêtes. Les systèmes de pompage et de canalisation permettent de transférer l'eau depuis les méga-bassines vers les différentes cultures ou d'autres zones nécessitant de l'eau. L'objectif principal des méga-bassines est de fournir une source d'eau stable et fiable pour l'agriculture, dans une région où les sécheresses sont de plus en plus fréquentes et où les précipitations sont de plus en plus imprévisibles. Leur objectif est de permettre aux agriculteurs de mieux planifier leurs cultures et de réduire le risque de perte de récoltes dû au manque d'eau (Aubertin et al., 2023).

Les méga-bassines sont le sujet de nombreux débats quant à leur impact sur l'environnement et les écosystèmes de la région. L'extraction d'eau pour remplir ces ouvrages peut avoir des conséquences sur les cours d'eau, les nappes phréatiques et les zones humides environnantes, affectant les réseaux hydrologiques, la biodiversité

et les écosystèmes en général. Le détournement de ressources en eau pour les mégabassines peut entraîner des conflits d'usage entre l'agriculture, l'industrie, les besoins domestiques et la préservation de l'environnement. La construction et l'utilisation de mégabassines sont réglementées par des lois et des réglementations ayant pour but d'équilibrer les besoins agricoles et les préoccupations environnementales. La CACG<sup>1</sup> est l'un des plus grands acteurs et porteurs du projet des mégabassines. En effet, cet organisme vend l'eau aux irrigants. Aussi, la coop de l'eau 79 est l'un des acteurs les plus importants. Cette coopérative est l'auteur du projet de 16 bassines. Plusieurs ASA participent également à ces projets comme l'ASA des roches, l'ASA de Benet ou encore l'ASA d'Aunis. Charpentier Travaux est le principal constructeur des mégabassines. Le syndicat le plus impliqué dans le projet des mégabassines est la FNSEA<sup>2</sup>. Il s'agit d'un syndicat agricole dont Joël Limouzin est membre du bureau, il est également le président de la chambre d'agriculture de la Vendée. Ce syndicat est très bénéficiaire du système des réserves de substitution.



Figure 4 : Carte non exhaustive des acteurs concernés par le projet des mega bassines. Source : Les soulèvements de la Terre.

Les projets de mega bassines sont également régis par des lois locales ou régionales. Ces lois sont proclamées par des SAGE<sup>3</sup> ou SDAGE<sup>4</sup>. Dans la région du Marais Poitevin, il existe trois SAGE : le SAGE du Lay, le SAGE Vendée et le SAGE Sèvre Niortaise. Le Marais Poitevin fait partie du SDAGE Loire-Bretagne.

<sup>1</sup> CACG : Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne  
<sup>2</sup> FNSEA : Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles  
<sup>3</sup> SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau  
<sup>4</sup> SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

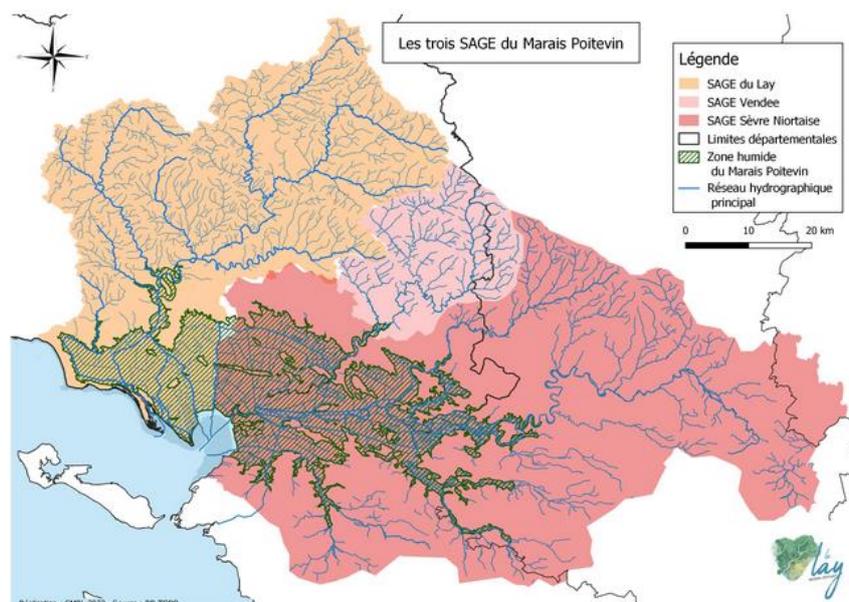


Figure 5 : Carte des différents SAGE présents dans le Marais Poitevin.  
Source : SAGE SNMP

Enfin, il existe des collectifs contre ces projets notamment le collectif Bassines Non Merci, porté par Julien Le Guet, batelier qui a vu les niveaux des cours d'eau qu'il emprunte se réduire depuis la présence de méga bassines. Le collectif écologique et politique, les Soulèvement de la Terre est également contre ce projet. Aussi, la Confédération paysanne se montre opposée à cette politique d'irrigation.

### 2.3. Revue de littérature sur l'impact des méga bassines sur les ressources en eau et les écosystèmes

Le sujet des méga bassines est un sujet très traité par les médias français notamment au moment des mobilisations dans le Marais Poitevin. Les revues scientifiques en parlent aussi beaucoup même s'il ne s'agit pas du sujet le plus connu à ce jour. Pourtant, des recherches et articles sont réalisés sur ce sujet au combien important dans le développement de l'agriculture et le respect de l'environnement en France. Des organismes comme le BRGM ont réalisé des rapports et des simulations concernant l'impact des réserves de substitution sur les quantités d'eau dans les nappes phréatiques et les périodes d'étiage. « Simulation de l'impact des projets de réserves de substitution du secteur du Lay avec le modèle hydrodynamique du Jurassique » Ce rapport estime que les réserves de substitution auraient un impact positif par rapport à la quantité d'eau dans les nappes phréatiques car on prélèverait moins dans les cours d'eau l'été, ce qui provoquerait une augmentation de 6% des débits été et diminuerait les débits de 1% en période hivernale ce qui pourrait éviter les phénomènes d'inondations. Des analyses ont également été faites par des scientifiques tels que Douez et al., en 2020. Olivier Douez travaille au BRGM et est le concepteur du modèle du Jurassique. Cet article aborde l'histoire de l'irrigation et de la gestion de l'eau dans le Sud Vendée, en soulignant les défis rencontrés et les

solutions mises en œuvre : Dans les années 1980, l'irrigation s'est développée dans la région grâce à des aides financières, dues aux politiques agricoles communes, favorisant la culture du maïs et stimulant l'économie agricole (Journal Basta !, 2023). Malgré cela, l'augmentation de la demande en eau a entraîné une extrême baisse des niveaux des nappes souterraines, aggravée par la sécheresse de 1990-1991, conduisant à une intrusion saline dans les nappes du marais. Cette intrusion saline est due à une dépression au niveau des nappes. Cette dépression est la conséquence d'un pompage d'irrigation en basses eaux ce qui a généré une inversion des flux et ainsi provoqué l'entrée du biseau salé. En 1992, les acteurs de la gestion de l'eau ont commencé à mettre en place une gestion collective de la ressource, comprenant des protocoles de restriction des prélèvements pendant les périodes critiques. Cependant, ces restrictions se sont avérées inefficaces à long terme. Suite à la sécheresse de 2003, des accords-cadres ont été généralisés pour anticiper les situations de crise. Des objectifs de gestion quantitative ont été définis, visant à garantir des niveaux d'eau suffisants pour les écosystèmes et les usages humains. Des modèles ont été développés pour mieux comprendre le fonctionnement des nappes. Pour éviter une baisse excessive des prélèvements, des projets de réserves de substitution ont été initiés. Le programme d'aménagement comprend la construction de 25 réserves, avec un volume total de stockage de 11 millions de m<sup>3</sup>. Ces réserves ont contribué à soulager les nappes, enregistrant une remontée des niveaux piézométriques pendant les périodes sèches. En résumé, le texte de Douez et al. de 2020, met en avant les défis liés à la gestion de l'eau dans le Sud Vendée et les efforts déployés pour trouver des solutions durables, notamment à travers la gestion collective, la planification stratégique et la création de réserves de substitution.

Les méga-bassines sont souvent considérées comme modifiant le fonctionnement du milieu écologique aquatique (Institut National de Recherche en Science et Technologie pour l'Environnement et l'Agriculture, 2016)

Le Marais Poitevin est dans une situation particulière car on pompe dans les nappes libres, c'est-à-dire dans les premières dizaines de mètres, ce qui correspond à une zone très réactive avec les eaux de surface et en connexion hydraulique avec ces dernières (Louis Land). Joël Limouzin a appuyé ce rapport lors de l'émission la Terre au carré sur France Inter en 2022, en affirmant que le pompage ne se fait pas en profondeur c'est-à-dire dans les nappes captives et notamment la nappe de Beauce.

Mais le sujet des réserves de substitution ne concerne pas uniquement le marais poitevin et l'agriculture. En effet, on trouve également des ouvrages de retenues collinaires dans la région des Alpes. Les retenues collinaires sont des constructions captant les eaux de pluies et de ruissellement et ayant peu de relation avec les nappes. Ces retenues suscitent également de l'indignation dans le débat public car elles empêcheraient les eaux de pluie de remplir les eaux souterraines et ainsi alimenter le sol en eau. Ces ouvrages sont destinés à stocker l'eau des précipitations afin de les utiliser en hiver dans le but de créer de la neige artificielle pour les pistes de ski lors des hivers qui se voient de plus en plus chaud et de moins en moins neigeux (Journal Montagnes, 2022)

Au-delà des frontières, les méga bassines existent aussi. En effet, en Espagne, « potager de l'Europe », l'agriculture y est très présente et le pays se voit faire face à une sécheresse grandissante. Face à ces défis climatiques le pays est entré depuis plus de 40 ans dans une politique agricole d'irrigation en mettant en place des barrages, des retenues collinaires mais aussi des réserves de substitution. Au Chili, on peut également observer la présence de méga bassines. Le Chili utilise des réserves de substitution depuis 1985. La situation de pénurie d'eau à Petorca, au Chili, est alarmante, ayant des conséquences dévastatrices. Malgré le potentiel hydrique important du Chili, le pays souffre de stress hydrique en raison d'une gestion inadéquate des ressources en eau, notamment dans le secteur agricole. (Esnaut, 2022). Depuis la dictature de Pinochet, l'eau au Chili est privatisée, et l'agriculture en est le plus grand consommateur. Les grands projets d'irrigation, tels que les retenues d'eau et les barrages, ont été privilégiés pour soutenir le modèle agro exportateur du pays. Cependant, ces projets ont intensifié les problèmes en déconnectant l'eau de son cycle naturel, en favorisant l'évaporation et en affectant les nappes phréatiques. Des voix critiques remettent en question l'efficacité de ces infrastructures et proposent des solutions alternatives, telles qu'une meilleure gestion des sols pour capter l'eau. Cependant, ces changements structurels nécessitent des investissements dans la recherche et un changement dans la gestion de l'eau. En réponse à la crise, les autorités chiliennes se tournent vers les usines de dessalement pour augmenter l'approvisionnement en eau. Cependant, cette solution est coûteuse et elle ne résout pas les problèmes de gestion des ressources en eau au Chili. La crise de l'eau au Chili est un exemple de défis complexes auxquels sont confrontés de nombreux pays face à la sécheresse et au stress hydrique.

Mais le Chili n'est pas le seul pays d'Amérique latine à privatisé l'eau et des contestations face à cette privatisation de l'eau ont lieu. Ces contestations ont fini par marcher car en 2007 la multinationale de Suez s'est retirée du marché par manque de rentabilité et au vu des contestations. Mais, dans certains pays comme l'Argentine, le Chili ou la Colombie, des entreprises locales ont repris certains contrats. Le principal investisseur international notable est le fonds de pension canadien Ontario Teachers Pension Plan (OTPP), qui possède une part très importante du marché de l'eau au Chili. Mais les conflits sur la privatisation persistent, des litiges sont en cours impliquant des multinationales demandant des compensations financières. En Uruguay, un référendum a rendu la privatisation de l'eau illégale. A Buenos Aires, les services de l'eau ont été renationalisés et ainsi rendus publiques. Au Venezuela, le développement des services d'eau a été financé par l'État via des organisations communautaires à Caracas et dans les zones périurbaines (Lobina et al., 2007).

Au cours des années 1990, la privatisation de l'eau a été vivement encouragée dans les pays dits du Sud. Cette initiative s'inscrivait dans le cadre des réformes néolibérales promues par les institutions financières multilatérales. Les services publics ont souvent été jugés peu efficaces pour étendre l'accès aux services d'eau et d'assainissement, en plus d'être perçus comme corrompus. Malgré son importance théorique, la participation du secteur privé dans l'eau et l'assainissement reste limitée. Seuls quelques 5 % de la population mondiale bénéficient de services privés. Durant les années 1990, cette participation a surtout augmenté en Afrique, en Asie et en

Amérique latine, mais elle s'est concentrée dans les pays avec des économies et des populations plus grandes et des niveaux d'urbanisation plus élevés. Il existe plusieurs modèles de participation du secteur privé. On trouve les contrats de service, les contrats de gestion, les contrats de bail et d'affermage, les contrats de concession, les contrats Build-Own Transfer (BOT), et les modèles de cession. Ce dernier modèle fut adopté dans peu de cas, comme en Angleterre et au Pays de Galle (cession totale) et au Chili (cession partielle).

L'Amérique latine est devenue un terrain arable pour la privatisation dans le secteur de l'eau, avec un nombre important de contrats attribués dans de nombreux pays de la région depuis le début des années 1990. En effet, la région compte de nombreuses villes avec une population élevée et une classe moyenne développée, ce qui a attiré les entreprises privées. En outre, les finances publiques précaires et les mauvaises conditions dans de nombreux services publics d'eau ont justifié le recours à des solutions privées. Enfin, les politiques néolibérales ont été largement adoptées dans la région, en partie sous l'impulsion des institutions financières internationales. Le marché est dominé par des entreprises internationales telles que Suez et Veolia, mais il existe également une présence notable d'acteurs locaux, des entreprises souvent en partenariat avec des multinationales. Aussi, la région a expérimenté des modèles innovants tels que les coentreprises et les coopératives. Malgré cela, l'Amérique latine a rencontré des difficultés concernant plusieurs contrats privés. La crise financière en Argentine en 2001 a eu des répercussions importantes sur les contrats d'eau en cours dans le pays. De plus, certains grands contrats ont été résiliés prématurément en raison de mauvaises performances, comme dans les cas de la province de Buenos Aires et de Tucumán en Argentine, Cochabamba en Bolivie et Trinité-et-Tobago.

La résiliation la plus considérable fut celle de la concession de Cochabamba en 1999, largement due à des augmentations tarifaires massives et à l'imposition de clauses d'exclusivité sur les ressources en eau, ce qui a déclenché des manifestations et finalement conduit à la résiliation du contrat. Ces événements ont mis en lumière les défis et les controverses entourant la privatisation dans le secteur de l'eau en Amérique latine.

Au XIXe siècle, l'eau est devenue un enjeu majeur dans les villes en voie d'industrialisation en Europe et en Amérique du Nord. À cette période, les premiers services d'eau étaient privés, mais principalement pour les groupes sociaux aisés. Cependant, les gouvernements ont progressivement pris en charge l'installation et la gestion des systèmes d'eau et d'assainissement. Au XXe siècle, ces efforts sont devenus institutionnalisés dans de nombreux pays, avec une gestion presque totalement publique des réseaux d'eau et d'assainissement. Mais, cette démarche n'a pas été aussi démonstrative dans les régions en développement, où les progrès étaient nettement plus lents. Dans les années 1980, le concept de participation du secteur privé a refait surface, soutenu par l'idéologie néolibérale émergente qui prônait un plus grand rôle du marché et une réduction de l'intervention de l'état. (Budds et al., 2003)

La privatisation de l'eau est un phénomène mondial touchant des pays aussi variés que l'Angleterre, la Chine, l'Argentine, l'Inde, les Philippines et l'Afrique du Sud, et

impliquant des institutions internationales telles que les Nations Unies et la Banque mondiale. Bien que les contextes, les technologies et les stratégies de privatisation diffèrent d'un pays à l'autre, les débats autour de cette privatisation se polarisent de manière similaire.

Les partisans de la privatisation estiment que les gouvernements sont souvent corrompus, irresponsables et sont financièrement contraints, incapables d'étendre et de moderniser les services d'eau de manière sereine et économique. Ils soutiennent que le secteur privé doit être un acteur central de fourniture d'eau.

Les opposants affirment que les entreprises privées ne s'intéressent qu'au profit, ce qui entraîne des tarifs inabordables pour les populations pauvres et des coupures de service pour ceux qui ne peuvent pas payer.

Ils soutiennent que les entreprises privées utilisent la corruption pour obtenir des contrats, ou soumettent des offres initiales faibles pour, par la suite, augmenter les tarifs une fois en place. De plus, certaines communautés à faibles revenus peuvent être exclues des services. Le débat sur la privatisation de l'eau est important, car l'eau est nécessaire à la vie. Les questions de propriété et de gestion des services d'eau, ainsi que des décisions concernant les tarifs et les investissements, sont centrales pour la consommation des populations. Avec plus d'un milliard de personnes dans le monde sans accès à l'eau potable, plus de 2 milliards sans accès à l'assainissement et environ 2 millions de décès par an dus à des maladies liées à l'eau, le débat sur la privatisation de l'eau est d'une très grande importance (McDonald et al., 2005)

Le livre de McDonald et al. de 2005 examine ce sujet dans le contexte de l'Afrique australe, en offrant une perspective critique sur la privatisation de l'eau.

La privatisation implique la vente totale d'actifs de l'État (comme au Royaume-Uni dans les années 1980), mais la plupart des initiatives suivent le modèle français de partenariats public-privé (PPP), où l'État conserve la propriété mais délègue l'exploitation et la planification des services à des opérateurs privés.

Les PPP et la commercialisation doivent être considérés comme des formes de privatisation car ils transforment la gestion des services d'eau de « bien public » à « profit privé ». La commercialisation implique la gestion des services d'eau comme des entreprises, indépendamment de la participation du secteur privé. En Afrique australe, de nombreux gouvernements sont confrontés à une crise financière ce qui explique l'attrance pour l'investissement privé. De plus, les exigences structurelles des marchés financiers locaux et internationaux incitent à la privatisation des biens afin d'améliorer l'efficacité des services de ces biens. Ainsi, la privatisation de l'eau est le reflet des principes capitalistes très présents dans les services.

En somme, la privatisation de l'eau en Afrique australe est une question complexe liée aux facteurs économiques, politiques et sociaux. Malgré certains avantages en termes d'efficacité et de finances cela implique des différences d'accessibilité et d'équité (McDonald et al., 2005).

Finalement, la question des réserves de substitution est très controversée et concerne plus de lieux qu'on ne pourrait y penser. Le risque de sécheresse augmente dans plusieurs pays et l'agriculture est très touchée. La sécheresse peut être observée sous trois formes distinctes. La sécheresse climatique et météorologique s'articule autour des volumes d'eau, de transpiration et d'évaporation. C'est une approche par entrée d'eau et concerne ainsi le lien entre l'atmosphère et les bassins versants. Elle désigne un arrêt prolongé des précipitations. Au bout d'un certain temps, l'air devient asséchant et cet air sec aspire l'eau de la canopée afin de se recharger en humidité et favoriser la transpiration. On observe donc une sécheresse atmosphérique. Les plantes vont donc compenser en prenant de l'eau de la réserve du sol ce qui engendre une sécheresse pédologique. S'il y a une sécheresse pédologique, les plantes meurent et ainsi on observe une sécheresse biologique et agronomique. La sécheresse agronomique concerne les plantes et la biologie en général. Face à cette sécheresse agronomique, la solution est d'irriguer. En irriguant, on puise dans les sous-sols et les rivières ce qui vide les réserves. Une fois les réserves sèches et les nappes vides on observe ce que l'on appelle une sécheresse potamologique<sup>5</sup> ou hydrographique. Ceci a pour conséquences les périodes d'étiages et les assecs.

La sécheresse représente un aléa. La rareté liée aux sécheresses désigne une offre en eau qui se trouve faible par rapport aux besoins. Ainsi, il y a un risque de pénurie car il y a une inadéquation entre cette offre rare et une forte demande. Le problème ici est celui de la temporalité car le maïs a besoin d'eau en période d'été tandis que le blé par exemple a besoin d'eau au printemps et est donc plus compatible avec le climat. L'aléa sécheresse augmente avec le changement climatique mais a toujours existé. Dans les années 1980, l'hydrologue norvégienne Falkenmark<sup>6</sup> a développé un indice de stress hydrique qui calculait la quantité d'eau disponible en m<sup>3</sup> par personne et par an. Cet indice s'est révélé limité par rapport aux échelles spatiales. Au début des années 2000, le water poverty index, indice de pauvreté en eau, calculé avec la quantité d'eau bleue, c'est-à-dire l'eau des sous-sols et des rivières, en une année par personne dans un pays a posé des questions environnementales, de capacité technique des états à utiliser cette ressource et à la distribuer à la population et aussi de savoir si cette eau est à destination de l'industrie agricole ou domestique. Selon Falkenmark, certains pays « riches en eau » se retrouvaient pauvres avec ce nouvel indice. L'indice de Falkenmark fait apparaître l'insularité, le climat et la densité tandis que l'indice de pauvreté en eau ressemble plus à un IDH dans lequel on observe moins l'insularité et plus la pauvreté.

On observe deux grandes catégories de situation. Tout d'abord, on trouve des pays industrialisés au climat souvent tempéré où l'on a de l'eau mais pollué par le développement industriel. En France par exemple, la plupart des nappes phréatiques sont de mauvaise qualité et sont laissés à l'agriculture. En outre, on observe des pays arides faisant face à des crises alimentaires et démographiques c'est-à-dire une demande alimentaire exponentielle qui nécessite l'irrigation par la production

---

<sup>5</sup> Potamologie : Science qui étudie les cours d'eau.

<sup>6</sup> Cf Figure 53 en annexe

nationale. La faiblesse pluviométrique de ces pays va ainsi être compensée par l'irrigation. Ceci pose le problème de comment irriguer quand les stocks sont limités.

Face à cette problématique, les politiques s'adaptent et font de l'eau une ressource économique et ainsi mondialise une gouvernance des prix des marchés agricoles. A l'échelle des états, on observe un recours massif à l'irrigation. Cette politique d'irrigation est très développée en Espagne, aux Etats-Unis ou encore en Afrique du Sud.

Afin de subvenir aux besoins agricoles, les irrigants se voient contraints de développer de nouvelles techniques d'irrigation afin de subvenir au mieux aux besoins. Les travaux déjà réalisés sur le sujet montrent à quel point celui-ci fait débats entre les opposants, les agriculteurs utilisant ces réserves et les agriculteurs plus petits qui n'ont pas les moyens de privatiser des réserves et ainsi font les frais de la sécheresse et de l'eau pompée dans les nappes par les méga-bassines.

L'objectif de cette étude est ainsi de caractériser un impact des réserves de substitution sur les réseaux hydrologiques du Marais Poitevin en étudiant les variations hydrauliques de ces derniers mais aussi l'importance de l'agriculture et de l'irrigation dans cette région. Plusieurs hypothèses sont examinées pendant ce travail. L'hypothèse principale suppose une diminution des quantités d'eau dans les nappes phréatiques et une augmentation des périodes d'étiage dues à la substitution. La deuxième hypothèse affirme au contraire un impact positif des méga-bassines sur les ressources en eau comme avancé par les utilisateurs de ces réserves. Enfin, la troisième hypothèse suppose qu'une augmentation des ressources en eau peut résulter des seules politiques locales de gestion de l'eau, sans impliquer les réserves de substitution.

### 3. Cheminement méthodologique

#### 3.1 Collecte des données : cartographie des méga-bassines, relevés hydrologiques

Pour réaliser cette étude nous avons tout d'abord choisi le sujet de l'irrigation en France. Nous avons dû resserrer cette recherche à l'échelle du Marais Poitevin qui représente l'une des régions les plus importantes en termes d'agriculture et de politique d'irrigation. De plus, le conflit autour des méga bassines nous a poussée à choisir cette région qui représente un sujet d'actualité très intéressant. Ainsi, nous avons notre zone d'étude.

Dans le cadre de cette recherche dans le Marais Poitevin, nous avons dû faire des choix cohérents afin d'avoir des résultats les plus intéressants possibles. Tout d'abord nous avons collecté des données hydrologiques. Les données de débits ont été collectées sur le site « Hydroportail », anciennement « Banque Hydro », en l/s. Les données de piézométrie ont été collectées sur le site « Ades » en mNGF. Des données cartographiques ont également été collectées. Nous avons rassemblé les coordonnées géographiques des stations hydrologiques sur le site de l'Hydroportail mais aussi sur le site du SIEMP. Les coordonnées géographiques des piézomètres ont également été récupérées sur le site d'Ades et du SIEMP à nouveau.

Le collectif Bassines Non-Merci a également publié les coordonnées géographiques des principales méga bassines connues ainsi que leur statut d'activité. Nous les avons réunies. Bassines Non-Merci est un collectif citoyen opposé à la construction et à l'utilisation des méga-bassines. Ce collectif regroupe différents acteurs dont des agriculteurs, des scientifiques et des citoyens. Nous avons également observé sur les différents sites d'images satellites des méga bassines existantes, non recensées par le collectif BNM, dont nous avons relevé les coordonnées géographiques et ajouté au shapefile des bassines.

Les données du site Agreste ont aussi été rassemblées. Nous avons extrait les données agricoles par communes pour le recensement de l'année 2020. Puis, nous avons extrait les données agricoles pour les cantons de 2010.

Nous avons aussi téléchargé les données de maïs trouvé dans la base d'occupation du sol OSO diffusé par Theia. Il s'agissait de données agricoles par parcelles. Nous avons donc fait une addition sur Qgis de chaque parcelle par commune afin d'en avoir le total.

Enfin, nous avons collecté les données géologiques et lithologiques de la zone d'étude sur le site Infoterre du BRGM.

Après avoir collecté toutes ces données, nous les avons utilisés afin de faire des cartographies sur les logiciels SIG comme QGIS ou ArcGIS. Les cartographies réalisées représentent la répartition des méga bassines par rapport aux données d'irrigation, aux différentes formations géologiques, au cours d'eau ou encore au type de culture. Le but de cette cartographie était d'analyser dans quels types zones se trouvaient principalement les méga bassines. Finalement nous avons réalisé une dizaine de cartes.

### 3.2. Méthodes d'analyse : modélisation hydrologique, études statistiques et analyse de données géospatiales.

Ces données ont servi afin de faire des graphiques de chroniques piézométriques ou de débit grâce au logiciel Rstudio. Nous avons sélectionné cinq piézomètres assez anciens ayant des données datant d'avant les années 2000 et proches des méga bassines. Puis nous avons sélectionné trois piézomètres ayant également des données datant d'avant les années 2000 mais éloignés des méga bassines. Ces choix ont été réalisés dans le but d'observer s'il existait une différence dans les chroniques des piézomètres plus ou moins proches des méga bassines. Les piézomètres choisis étaient, pour ceux proches des réserves de substitution, Aiffres 1, le Bourdet, Petit Magnil, Luçon et le Langon. Les trois autres piézomètres sont ceux de Sauzé-Vaussais, Saint Gelais et Salles sur mer. Nous avons rédigé un script permettant de réaliser différents types de graphiques ainsi que des calculs de ruptures. Les tests de rupture utilisés étaient « Pettitt test » et le « Standart Normal Homogeneity test (SNH) ». Chaque test nous donnait une date de rupture accompagnée d'une plus-value. Nous estimions le test et son résultat intéressants si la plus-value était inférieure ou égale à 0,05.

```

# amplitude
testx <- yampli$x
testtt <- ymin$Group.1
# 1. Pettitt's test => 2004
Test <- trend::pettitt.test(x = testx)
print(Test$p.value)
print(testtt[Test$estimate])
thed <- testtt[Test$estimate]
lines(c(thed,thed),yrange, col="blue",lwd=2, lty=2)
# 5. Standard Normal Homogeneity => 2004
Test <- trend::snh.test(x = testx,m=10)
print(Test$p.value)
print(testtt[Test$estimate])
# meme résultat pour le Bourdet

# standard dev
testx <- ystd$x
testtt <- ystd$Group.1
# 1. Pettitt's test => 2004
Test <- trend::pettitt.test(x = testx)
print(Test$p.value)
print(testtt[Test$estimate])
thed <- testtt[Test$estimate]
lines(c(thed,thed),yrange, col="red",lwd=1, lty=1)
# 5. Standard Normal Homogeneity => 2004
Test <- trend::snh.test(x = testx,m=10)
print(Test$p.value)
print(testtt[Test$estimate])
# meme résultat pour le Bourdet, mais moins bonne p.value

```

Jeully, 2024

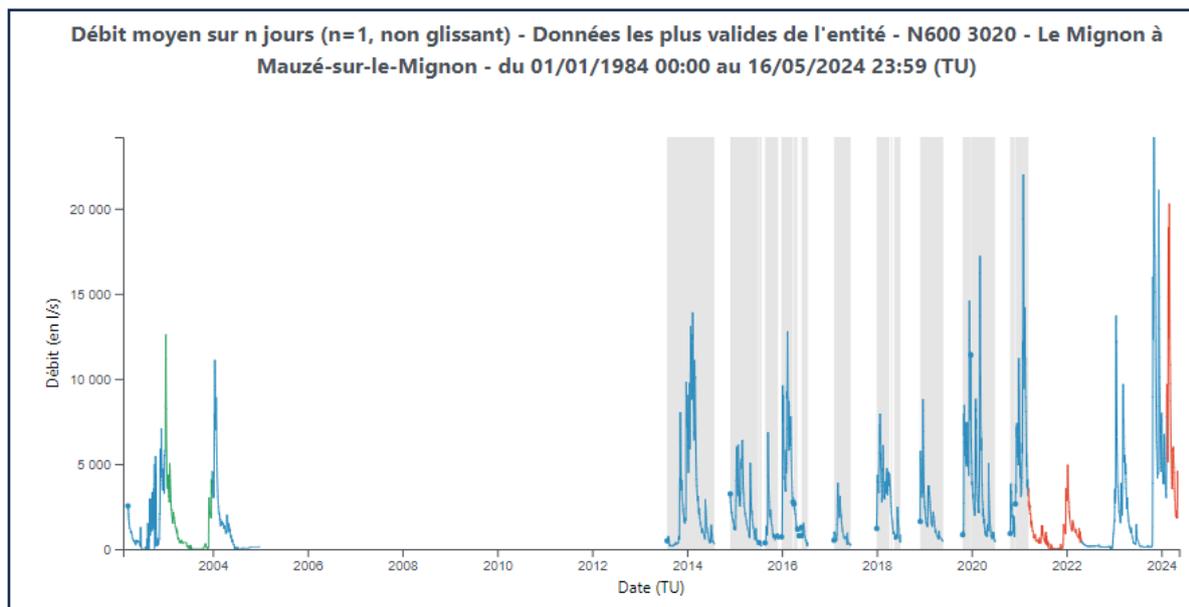
Figure 6 : Extrait du script R ayant servi à réaliser les tests de ruptures pour les amplitudes et les écarts types.

A la sortie de ce script nous obtenions la série chronologique journalière de chaque piézomètre et station hydrologique étudié, la série chronologique mensuelle, les minimums annuels, les maximums annuels, les moyennes annuelles, les écarts types et amplitudes annuels. Pour certaines stations hydrologiques ces tests étaient faussés en raison d'artefacts dans les données hydroportail.

Les données Agreste ont servi à construire des cartes permettant d'étudier la présence de l'agriculture dans la région.

### 3.3. Limites de la méthode

Nous avons rencontré certaines difficultés pour les données hydrologiques. En effet, le site Hydroportail ne possède pas de données pour toutes les stations qu'il liste et pour beaucoup il manque une grande quantité de données. Par exemple, pour la station du Clain à Poitiers qui date de 1911, nous n'avons accès à des données depuis seulement 1968. Aussi pour certaines stations intéressantes comme le Mignon à Mauzé sur le Mignon, le Mignon étant un cours d'eau très important dans l'étude de l'impact des méga bassines, nous observons des données non continues avec beaucoup d'artefacts.



## Légende

### Statuts des données

- Données pré-validées
- Données validées
- Données brutes

### Zones de doutes

- Périodes dont les valeurs sont douteuses

*Figure 7 : Capture d'écran du site Hydroportail montrant les trous dans les données, exemple de la station du Mignon*

Ce manque de données a rendu difficile l'objectif méthodologique que nous avons défini au préalable. Nous avons donc réorienté nos choix de stations d'étude sur celles qui contenaient le plus de données validées et qui à distance acceptable des méga bassines existantes.

De plus nous avons également observé certaines limites à l'utilisation du recensement agricole par Agreste. L'objectif était d'observer la différence entre 2010 et 2020 en hectares en termes d'irrigation. Les données Agreste étaient en % de SAU, nous les avons transformés en ha. Les données par communes en 2010 n'étant pas disponibles ni celles des cantons en 2020 nous avons dû faire une agrégation sur ArcGIS Pro afin d'obtenir les données des communes en 2020 en cantons. De plus, les cantons ayant changé entre 2010 et 2020 nous avons dû superposer la couche des communes de 2020 avec celles des cantons de 2010. Après avoir réalisé cette agrégation, nous avons fait une fusion qui consistait à additionner les données des communes d'un même canton afin d'obtenir la valeur par cantons. Le problème fut le suivant : comme on observait une très grande part de communes en 2020 en secret statistique, au moment de faire la somme pour passer en cantons, cela nous donnait soit une donnée erronée car nous n'avions pas pris en compte le secret statistique, soit un canton totalement en secret statistique si l'on veut le prendre en compte. Face à cette difficulté

nous avons donc choisi de faire l'agrégation dans l'autre sens. En effet, en 2010 le secret statistique est presque inexistant face aux données de 2020. Ainsi nous avons transformé la donnée des cantons de 2010 en pourcentage, que nous avons attribué à chaque commune. Chaque commune avait ainsi le même pourcentage pour un seul cantons. Puis nous avons convertit en hectares par rapport à la surface de la commune. Nous obtenions ainsi des valeurs différentes. Bien sûr il est important de prendre en compte la marge d'erreur que cela implique. Nous avons, par ailleurs réalisé une carte de présence du secret statistique. Enfin nous avons pu réaliser une carte de différence d'irrigation entre 2020 et 2010 dans le Marais Poitevin.

## 4. Résultats

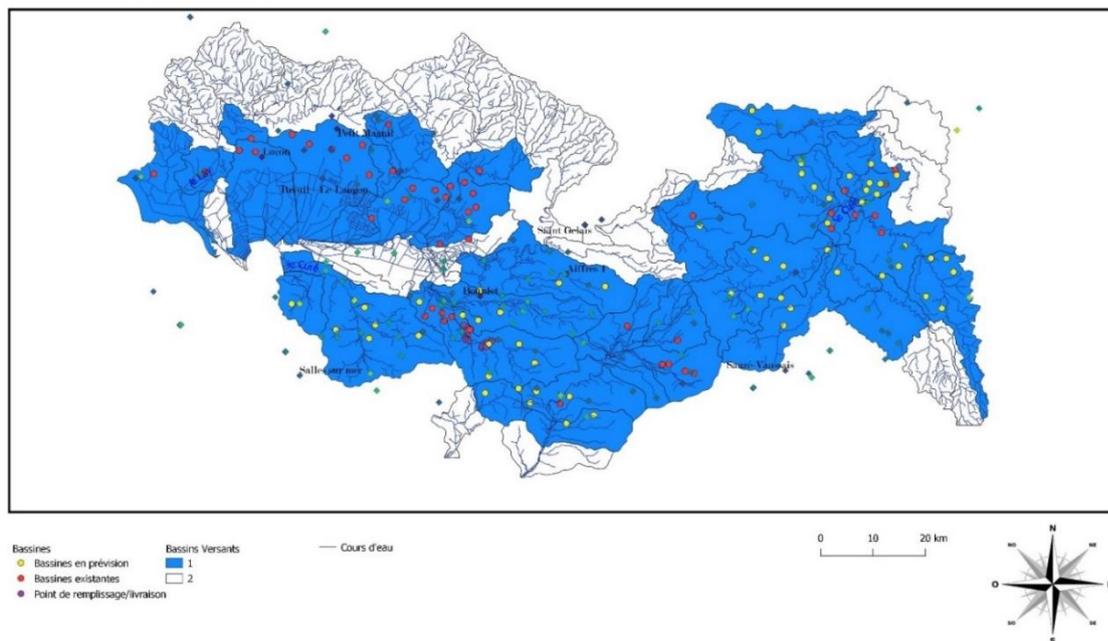
### 4.1. Influence des méga-bassines sur la quantité d'eau dans les nappes phréatiques

Nous allons maintenant observer les résultats de cette étude. Tout d'abord, nous avons réalisé comme dit précédemment, une analyse des régimes hydrologiques de la zone d'étude. Nous avons choisi d'étudier différents piézomètres et différentes stations hydrologiques.

Code	Nom	Date de début	Maille Safran	Type	Distan	Test de séries journalières		Test amplitude		STD		Moyenne		Max		Min													
						SNH	Pettitt	SNH	Pettitt	SNH	Pettitt	SNH	Pettitt	SNH	Pettitt	SNH	Pettitt												
BSS001NKUB	Luçon	10/10/1985	n=35 ; p=70	Libre	1,58	0	2023	1,37E-18	1997	0,1	2004	0,27	2004/2006	0,2	2006	0,29	2006	0,5	1997	0,35	1998	1	1987	1	1990	0	2013	0,07	2013
BSS001PFCH	Breuil - Le Langon	30/06/1992	n=37 ; p=69	Libre	2,92	0	2011	5,07E-44	2011	0,1	2006	0,1	2006	0,4	1998	0,47	2006 ou 201	0,6	2011	0,38	2011	0,7	2018	0,54	2011	0,5	2012	0,28	2011 ou 2012
BSS001NMQC	Petit Magnil - St Etier	30/09/1985	n=37 ; p=71	Capitif	4,06	0	2023	0,000	2003	0,3	1989	0,56	1992	0,8	1987	1	1989	0,9	1997	1	1997	1	2004	1	2004	0,8	1988	1	1997
BSS001QHYH	Le Bourdet	24/06/1985	n=40 ; p=67	Libre	6,68	0	2006	5,84E-17	2012	0	2004	0,01	2004	0	2004	0,008	2004	0,2	2005	0,18	2005	0,6	2022	1	2004	0	2004	0,01	2004
BSS001PHJU	Aiffres 1	06/06/1989	n=42 ; p=67	Capitif	15,34	0	1998	0	1998	0	1998	0	2000 ou 200	0	1998	7E-04	2004	0	1998	0,001	1998	0	1997	0,001	1998	0	1998	0	1998
BSS001QTKG	Sauzé - Vaussais	09/08/1990	n=47 ; p=65	Libre	17,49	0	2023	2,32E-25	1993	1	2022	0,94	2004 ou 201	0,6	2022	0,74	2017	0,7	1993	0,94	2011	0,6	2017	0,94	2017	0,6	1991	1	2011
BSS001PGUQ	Saint-Gelais	02/10/1989	n=42 ; p=68	Capitif	20,72	0	1990	2,67E-39	2011	0	1991	0,01	2003	0	1991	0,05	2003	0,7	1990	0,7	2011	1	2004	0,9	2012	0	1990	0,34	2006
BSS001QGTB	Salles sur mer	22/04/1993	n=36 ; p=65	Libre	26,52	0	1995	1,17E-33	2001	0	2006	0	2006	0,007	2006	0	1995	0,33	2000	0	1996	0,06	2000	0,3	2006	0,2	2006		

Jeuilly, 2024

*Tableau 1 : Piézomètre étudiés avec la distance en km à la bassine active la plus proche ainsi que les tests Pettitt et SNH pour chaque variable avec leur plus-value.*



*Jeully, 2024*

*Figure 9 : Répartition des piézomètres et des réserves de substitution selon les bassins versants et les cours d'eau de la zone d'étude dans le Marais Poitevin.*

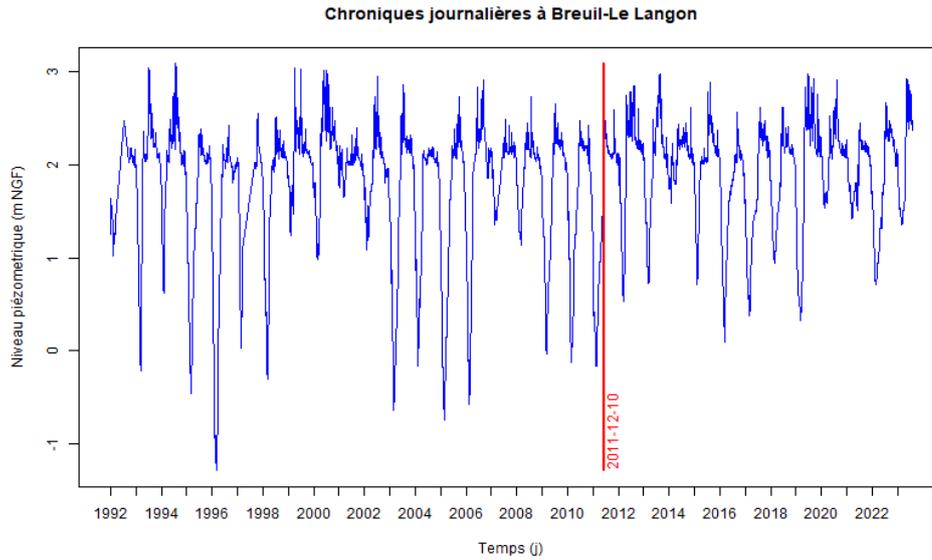
Sur la Figure 9, nous pouvons voir les méga bassines recensé par le collectif bassines non merci ainsi que leur statut d'activité. Nous observons également les piézomètres de la zone dont huit, portant leur nom, correspondants aux piézomètres que nous avons étudiés. On observe ainsi, que les piézomètres étudiés sont relativement anciens et proches des méga bassines excepté Saint Gelais, Sauzé-Vaussais et Salles sur mer qui ont été choisi exprès afin de caractériser ou non une différence selon la distance des méga bassines. Grâce au script R que nous avons écrit au préalable, nous avons pu observer chaque piézomètre choisi et les variations du niveau piézométrique selon différentes variables. Nous avons réalisé des graphiques concernant les amplitudes annuelles et écarts types annuels, les minimums annuels et les chroniques journalières.

Tout d'abord, pour la station de Breuil – Le Langon, on observe, grâce aux chroniques journalières, principalement des niveaux de nappes très bas n'allant pas au-delà de trois m NGF. On observe plusieurs ruptures entre 1992 et 2023. La première s'observe à partir de 1998 jusqu'en 2003. En effet, l'année 1998 montre un rehaussement du niveau des nappes au-dessus du niveau zéro jusqu'en 2003 où ce niveau chute en dessous du niveau de la mer. Une autre rupture est observable à partir de 2007 jusqu'en 2009. Enfin la rupture la plus importante dans le temps et relevée par les tests de rupture effectués sur R se trouve fin 2011. En effet, à partir de cette date, on observe que les valeurs les plus faibles par an ont augmenté par rapport aux années précédentes. Cette observation se caractérise également grâce au graphique concernant les minimums annuels de la station. On observe une tendance à l'augmentation de ces valeurs minimales. On peut facilement apercevoir les périodes

de sécheresse sur ce graphique. Ainsi, on observe des minimums très bas pour l'année 1996 et l'année 2005 qui représentent des années de grande sécheresse. Enfin, les amplitudes aussi sont de plus en plus faibles. L'amplitude annuelle représente la différence entre les maximums et minimums annuels.

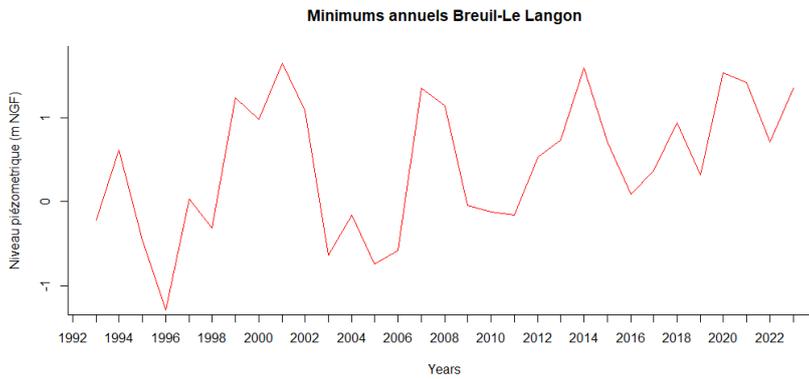
Pour le piézomètre du Bourdet, les tests observent une rupture sur l'année 2006. En effet, à partir de cette année on observe aussi une augmentation des niveaux d'eau souterraine. Les valeurs les plus basses sont généralement au-dessus de 10mNGF tandis que pour les années précédentes cela descendait quasiment à 8mNGF voire au-dessous. L'augmentation des minimums est très visible sur le graphique des minimums annuels. Cette augmentation est extrêmement significative de 2016 à nos jours. Observons maintenant les résultats concernant le piézomètre de Sauzé-Vaussais. Celui-ci se situe à 17,49 km d'une méga bassine en activité. Ce piézomètre enregistre des valeurs de quantité d'eau dans les nappes dépassant les 125mNGF et n'allant pas au-dessous des 110mNGF. Ses minimums annuels varient entre 118mNGF et 110mNGF. Le piézomètre de Salles sur mer est le plus éloigné d'une méga bassine ; il se situe à 26,52 km d'une réserve de substitution en activité. Pourtant, nous observons que les niveaux d'eau prélevés par ce piézomètre sont très bas et varient entre -2mNGF et 4mNGF. Salles sur mer se situe presque à l'embouchure de la zone étudiée. Cette commune est donc en aval des cours d'eau et témoigne donc du manque d'eau provenant des cours d'eau en amont.

En outre, le piézomètre de Aiffres démontre une forte tendance à l'augmentation du niveau d'eau dans les nappes. En effet, on observe une rupture en 1998 passant d'une période où les minimums se situaient en moyenne entre -5mNGF et -10mNGF à des minimums variants entre 10mNGF et 15mNGF. Cette augmentation est caractérisée par une pente ayant un coefficient de 0,66. La station de Aiffres se situe à 15,34 km de la bassine active la plus proche. Enfin, le piézomètre de Luçon, le plus proche d'une réserve de substitution, 1,58 km, observe également une tendance d'augmentation des minimums d'une pente de 0,03.



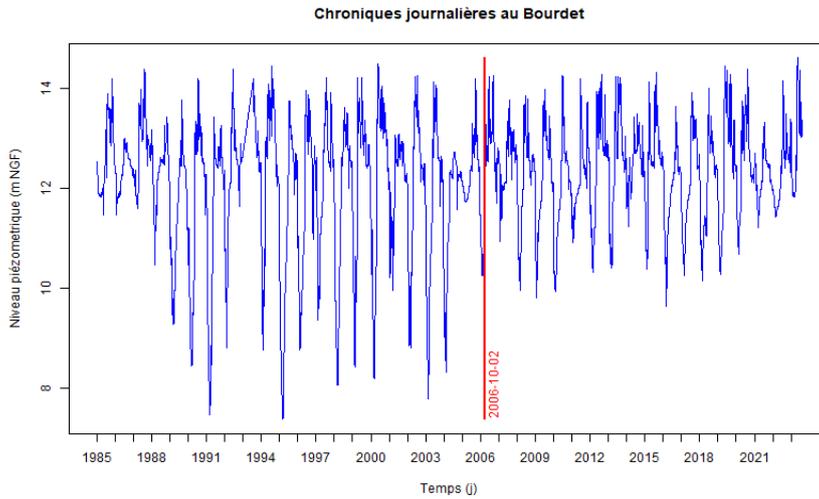
Jeully, 2024

Figure 10 : Chroniques journalières du niveau piézométrique (m NGF) à Breuil – Le Langon de 1992 à 2023.



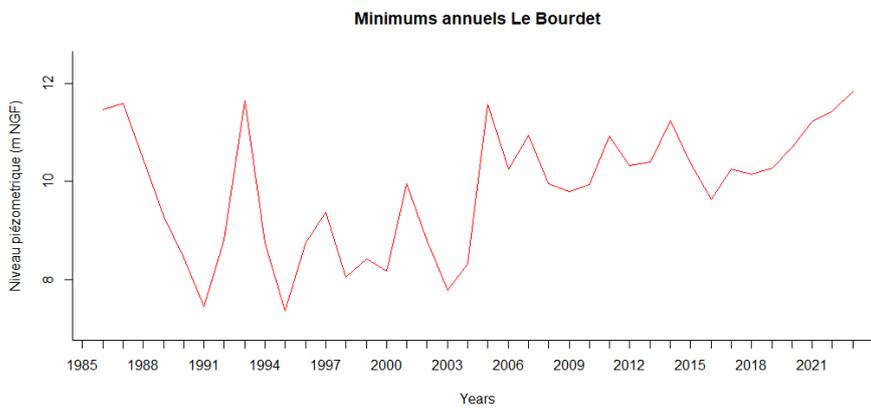
Jeully, 2024

Figure 11 : Minimums annuels du niveau piézométrique (m NGF) à Breuil - Le Langon de 1992 à 2023.



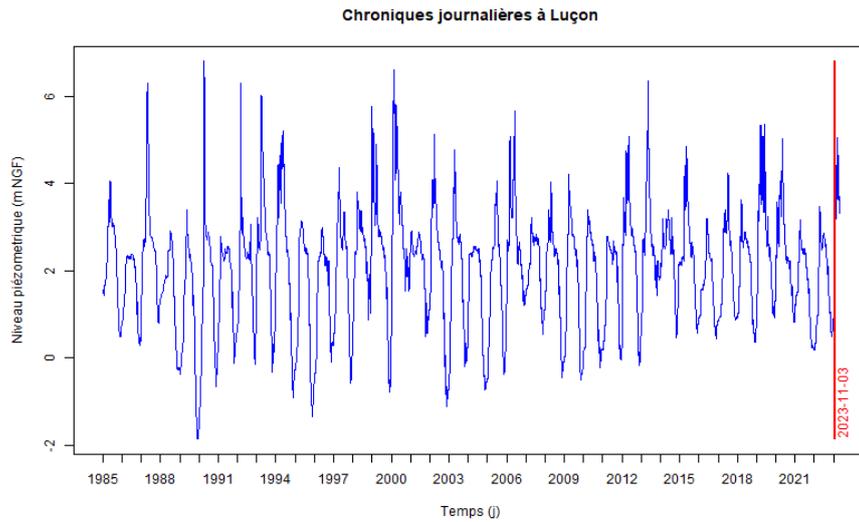
Jeully, 2024

Figure 12 : Chroniques journalières du niveau piézométrique (m NGF) au Bourdet de 1985 à 2023.



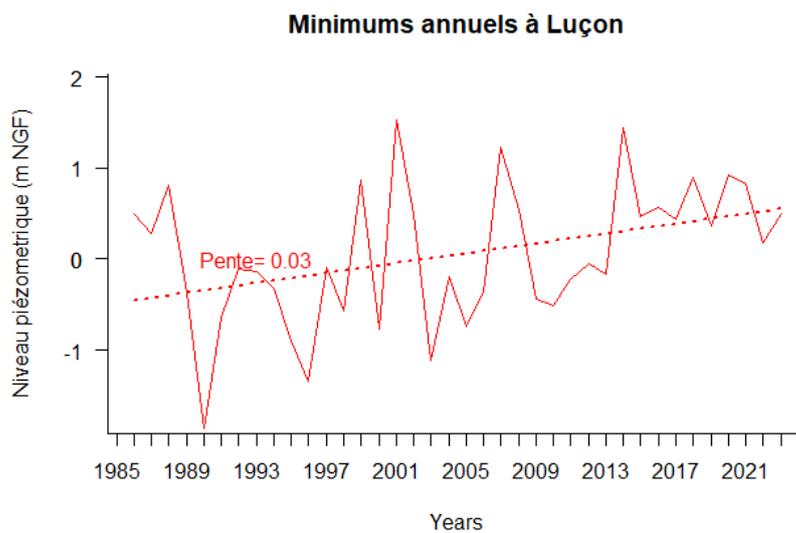
Jeully, 2024

Figure 13 : Minimums annuels du niveau piézométrique (m NGF) au Bourdet de 1985 à 2023.



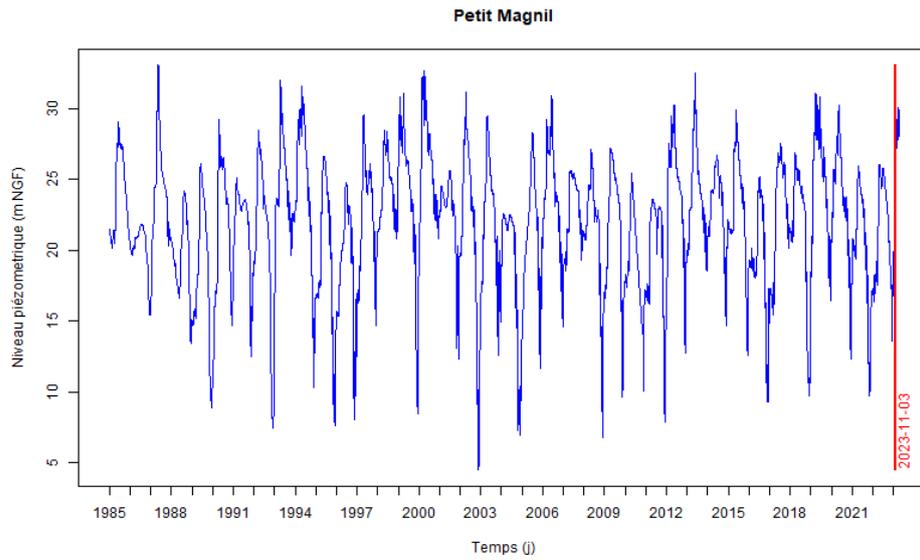
Jeully, 2024

Figure 14 : Chroniques journalières du niveau piézométrique (m NGF) à Luçon de 1985 à 2023.



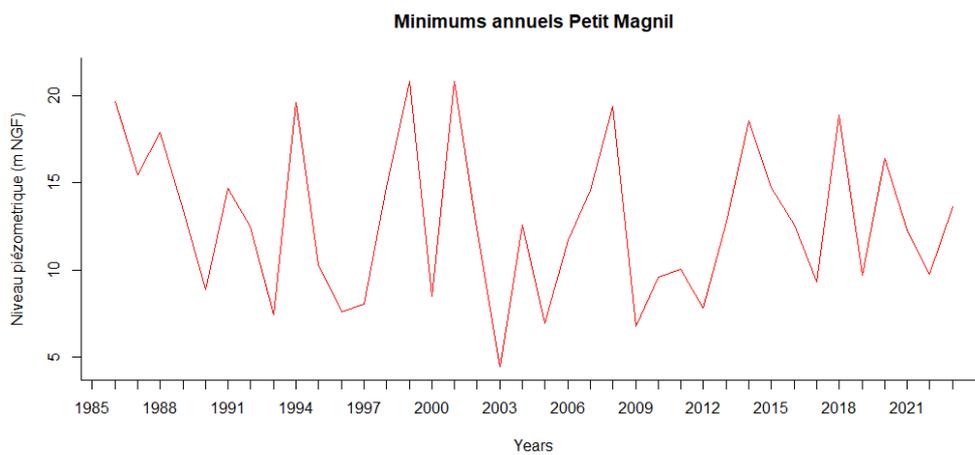
Jeully, 2024

Figure 15 : Minimums annuels du niveau piézométrique (m NGF) à Luçon de 1985 à 2023.



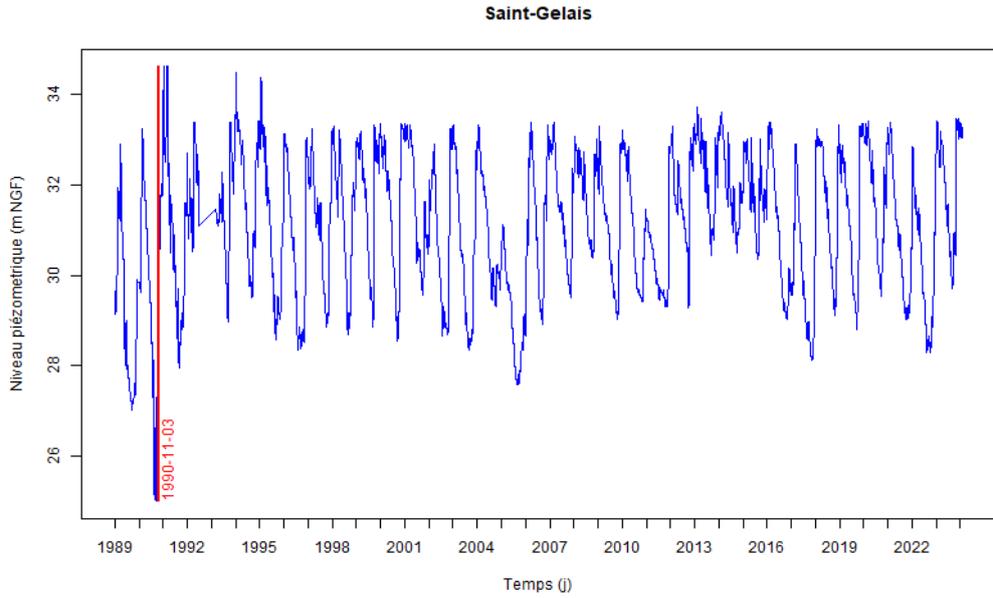
Jeully, 2024

Figure 16 : Chroniques journalières du niveau piézométrique (m NGF) à Petit Magnil de 1985 à 2023.



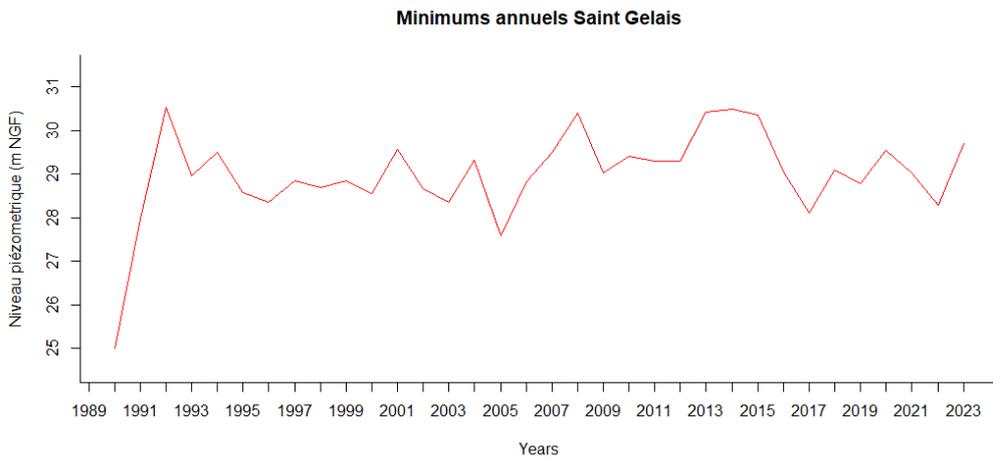
Jeully, 2024

Figure 17 : Minimums annuels du niveau piézométrique (m NGF) à Petit Magnil de 1985 à 2023



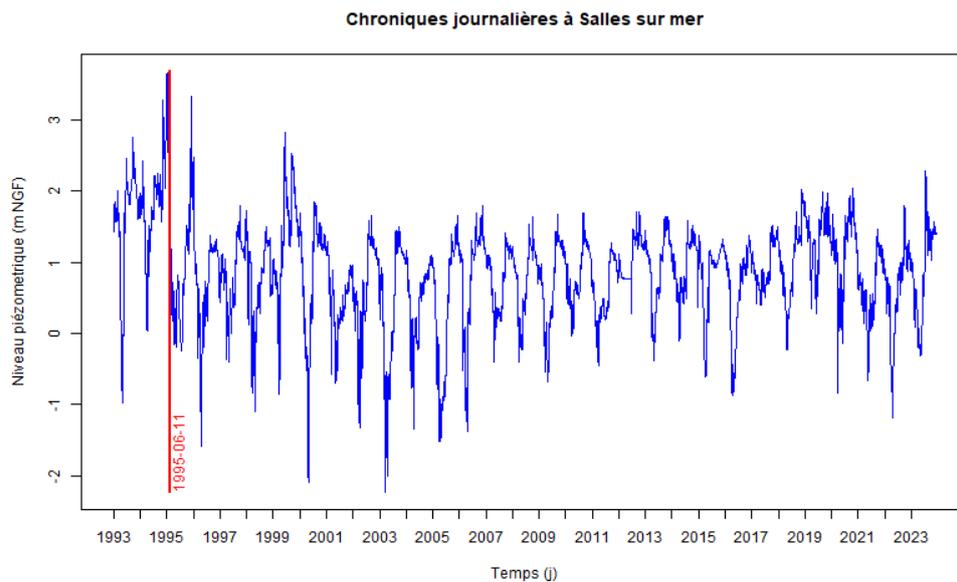
Jeully, 2024

Figure 18 : Chroniques journalières du niveau piézométrique (m NGF) à Saint Gelais de 1989 à 2023.



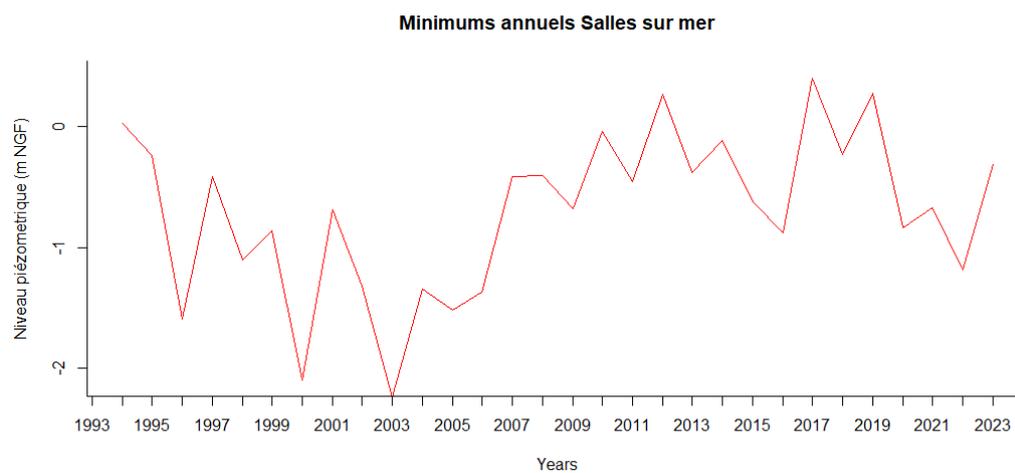
Jeully, 2024

Figure 19 : Minimums annuels du niveau piézométrique (m NGF) à Saint Gelais de 1989 à 2023.



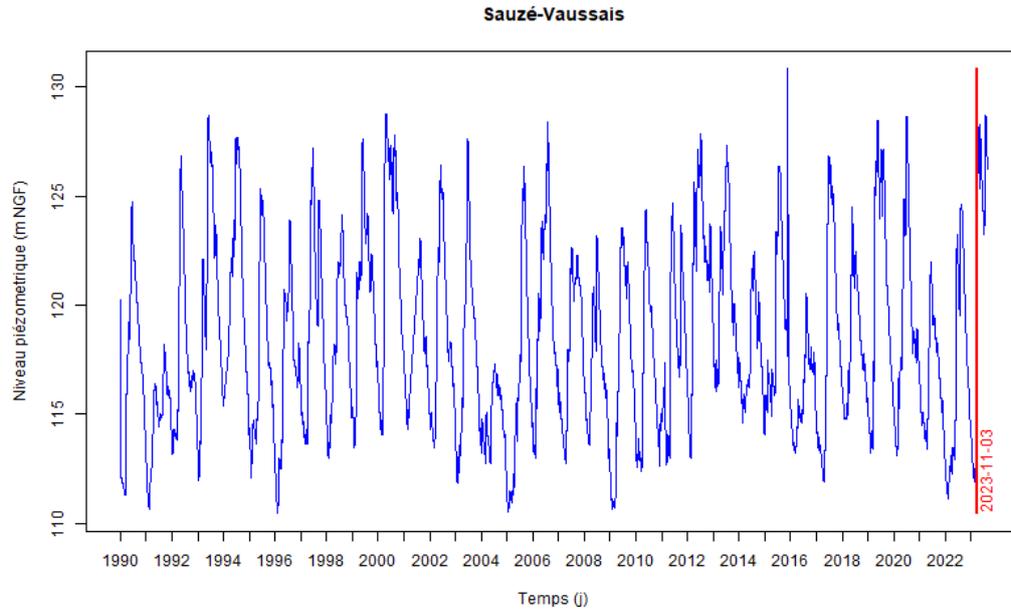
*Jeully, 2024*

**Figure 20 : Chroniques journalières du niveau piézométrique (m NGF) à Salles sur mer de 1993 à 2023.**



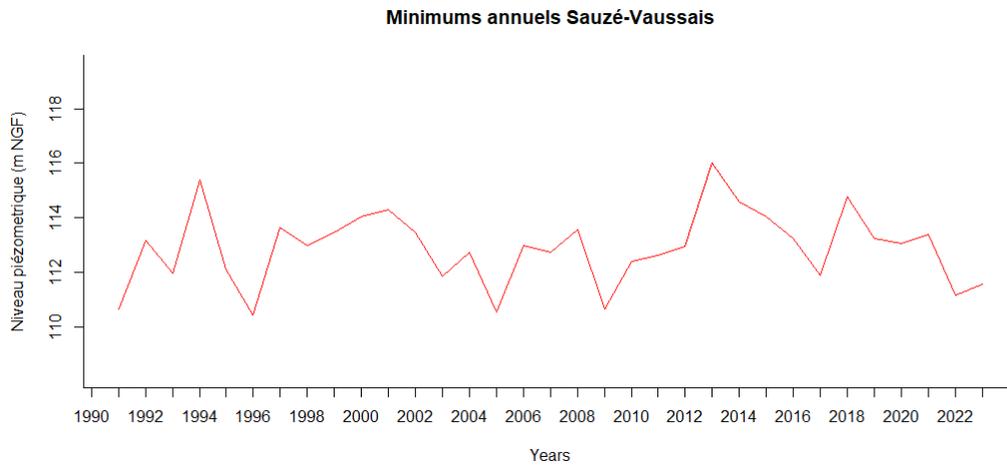
*Jeully, 2024*

**Figure 21 : Minimums annuels du niveau piézométrique (m NGF) à Salles sur mer de 1993 à 2023.**



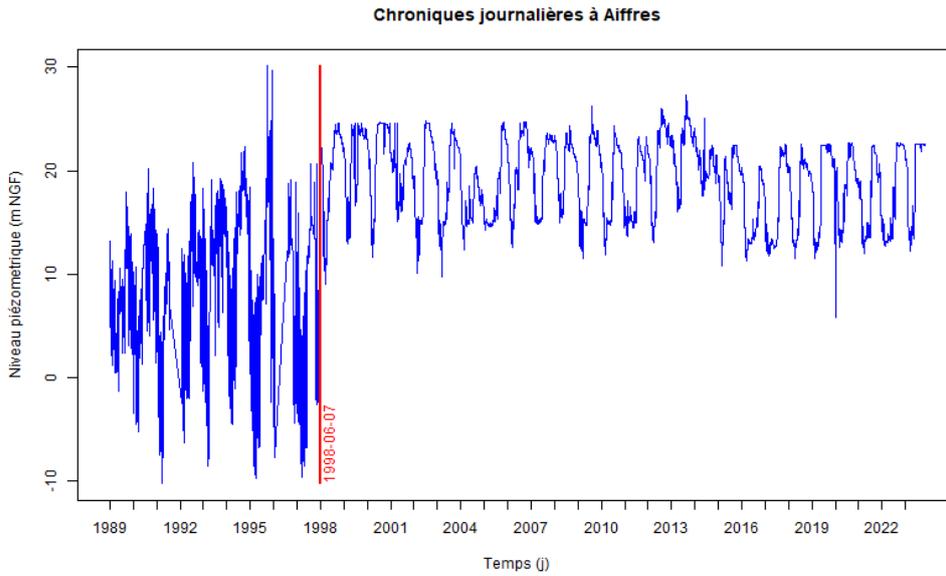
*Jeully, 2024*

**Figure 22 : Chroniques journalières du niveau piézométrique (m NGF) à Sauzé Vaussais de 1990 à 2023.**



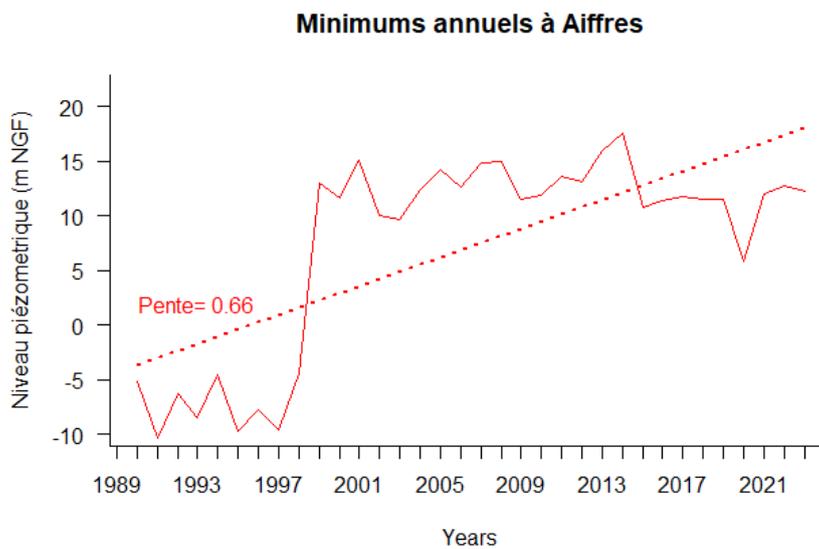
*Jeully, 2024*

**Figure 23 : Minimums annuels du niveau piézométrique (m NGF) à Sauzé Vaussais de 1990 à 2023.**



Jeully, 2024

Figure 24 : Chroniques journalières du niveau piézométrique (mNGF) de Aiffres de 1989 à 2023, avec la date de rupture identifiée.



Jeully, 2024

Figure 25 : Minimums annuels du niveau piézométrique (m NGF) de Aiffres de 1989 à 2023.

## 4.2. Influence des méga-bassines sur les débits

Code	Nom	Tests de ruptures sur les séries journalières																Tests de rupture sur les séries mensuelles																			
		Test de séries journalières				Test amplitude				STD				Moyenne				Max		Min		Moyenne		Max		Min											
		P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture	P	r	Rupture			
N5222010H	La Sauge (Les mottes)	0	01/11/2023	0,00	01/10/1938	0,3	2001	0,7	2001	0,3	2001	1	2001	0,3	2001	1	1939/201	0,6	2001	0,7	2001	0,7	1934	0	1939	0,8	2001	1	1935	1	2001	1	2004	0,8	1933	0,1	1938
L232161001	La Chain à Vimeux	0	28/10/2023	0,00	#####	1	2004	1	2001	0,6	2022	1	2001	0,3	2001	1	2001	0,3	2004	1	2001	0	2011	0	2005	0,8	2001	1	2001	0,3	2022	0,3	2004	0,1	2005	0	2006
N530161001	L'Autise	0	27/10/2023	0,00	25/10/1992	0	1995	0,4	1995	0,7	2022	0,8	2011	0,6	2022	0,8	2011	0,1	1995	0,4	1995	0,5	2015	0,1	2015	0,1	2022	0,8	2011	0,9	2022	0,9	2001	0,3	2005	0,2	2015
N530161010	Le Lay à Marceuil sur Lay Dizeais	0	28/10/2023	0,00	03/11/1997	0,3	2004	0,7	2004	1	2001	1	2001	3	1933	1	2011	0,5	2004	0,7	2004	0	2006	0	1939	0,8	1933	1	1939/202	1	2004	0,8	2004	0,1	1938	0	1938
R616461001	La trécaze	0	27/10/2023	0,00	13/10/2012	0,6	2000	0,3	2000	0	2022	0,6	2000	0,3	2022	1	2011	0,6	2000	0,3	2000	0,2	2003	0	2003	0,3	2022	1	2000	0,2	2022	1	2000/02	0,3	2003	0	2003
N401061001	La Sierre Montais à Azay Le Rivé	0	01/10/2023	0,00	01/07/1968	0,3	1975	0,7	1975	0	1975	0,7	1975	0,7	2022	1	1976	0,3	1975	0,8	1975	0,1	1968	0,1	1968	0,6	2022	1	1976	0,3	1975	0,8	1975	0,2	1968	0,1	1968
L293391001	La Drie à Voudeux	0	01/10/2023	0,00	21/10/2012	0,5	2004	0,3	2004	0,4	2001	0,3	2001	0,4	2001	1	2001	0,1	2004	0,3	2004	0,7	2012	0,5	2012	0,7	2001	0,9	2001	0,9	2001	0,3	2004	1	2014	1	2012
L231501001	La Clouère à Château Larcher	0	01/10/2023	0,00	01/10/1992	0,2	2016	0,6	2017	0	2022	0,6	2017	0,6	2022	1	2012	0,2	2018	0,7	2017	0,5	1935	0,3	1938	0,8	2022	1	2012	0	2016	0,7	2017	0,8	1933	0,3	1938
L234161002	La Chain à Pontiers	0	28/10/2023	0,00	18/05/2015	0,6	2022	0,5	2018	0,6	2022	1	2019	0	2014	0,2	2014	0,3	2022	0,5	2018	0	2014	0,2	2015	0,3	2014	0,2	2014	0,3	2014	1	2018	0	2014	0,2	2015

Jeully, 2024

Figure 26 : Tableau représentant chaque station de débit étudiée avec les tests Pettitt et SNH pour chaque variable avec leur plus-value.

Observons à présent, les chroniques de débits et les variations réalisées avec le même script R comprenant certaines modifications. Ces graphiques peuvent nous permettre d'observer les périodes d'étiage des cours d'eau et ainsi voir leurs durées respectives. A l'instar des piézomètres nous avons réalisé trois types de graphiques : les amplitudes et écarts types annuels, les chroniques journalières et les minimums annuels représentés avec une courbe de tendance et le coefficient directeur de la pente. Pour commencer, nous avons choisi d'étudier une station hydrologique en amont des bassines : l'Autise à Saint Hilaire des Loges. En observant les chroniques journalières de cette partie du cours d'eau, on observe des débits pouvant aller jusqu'à 50 000 litres par seconde. La date de rupture enregistrée par les tests se situe en 2023 et donc n'est pas très exploitable étant donné que c'est très récent. Il s'agit donc d'un artefact de la méthode de détection avec une rupture obtenu classiquement en extrémité de série chronologique si aucune rupture forte n'est détectée par ailleurs. En revanche, on peut observer pour l'année 2005, de très faibles débits ne dépassant pas les 10 000 litres par seconde. Ces données correspondent à la sécheresse qu'a connu la région du Marais Poitevin cette année-là. On remarque que les périodes d'étiages sont relativement longues. Par exemple, pour l'année 2017, la période d'étiage a commencé en mai et fini en décembre. L'étiage désigne une période de l'année durant laquelle les niveaux d'eau sont très bas. La durée de cette période varie en fonction des variations climatiques observées locales mais également en fonction de facteurs anthropiques comme l'agriculture et le pompage dans le cas du Marais Poitevin. L'étymologie de ce mot recensé dans le Littré (1972) désigne que cela pourrait renvoyer au terme latin « aestas » signifiant l'été. Ainsi, l'étiage serait le niveau d'eau des rivières en été. « Les étiages sont dus à des sécheresses prolongées. Les cours d'eau, en l'absence de pluie, étant uniquement alimentés par les eaux souterraines, un appauvrissement des nappes [...] contribue aussi à la faiblesse des débits. » (Dachary, 1996) Ainsi, les étiages sont des phénomènes hydrologiques ayant des durées variables et caractérisés par un déficit hydrologique.

A l'instar de l'Autise, le cours d'eau de la Clouère à Château Larcher, enregistre des débits très faibles pour l'année 2005 et en moyenne plus faibles sur les autres années. En effet, les débits observés ne sont généralement pas au-dessus de 30 000 litres par seconde. Ces derniers augmentent depuis 2019 atteignant des valeurs allant jusqu'à presque 60 000 litres par seconde en 2020 et 70 000 l/s en 2023. Les tests de rupture

ont également enregistré l'année 2023. Les minimums annuels de cette station enregistrent une forte hausse avec un coefficient de 5,59. Le minimum annuel en 1992 était en dessous de 100 l/s tandis qu'en 2012 il atteint presque les 1000 l/s. La station de la Clouère à Château Larcher se trouve en aval de trois réserves de substitution actives dont une mise en service en 2012, celle de Nouaillé Maupertuis. En outre, la station de la Dive du sud à Voulon est un peu plus au sud que celle de la Clouère. Cette dernière enregistre des débits maximums de 25 000 l/s. Les minimums annuels ont augmenté très faiblement depuis 1996, avec une pente ayant un coefficient directeur de 0,72. On observe cependant pour cette station, des artéfacts comme évoqués dans la méthodologie. En effet, il manque des données pour les années 1998 à 2000 et 2005 à 2007.

La station de la Smagne à Sainte Pexine (les mottes) est une station en amont de toute réserve de substitution. Cette dernière enregistre des débits ne dépassant pas les 40 000 l/s entre 1989 et 2023. On observe beaucoup de périodes où les valeurs sont en dessous de 20 000 l/s comme par exemple entre 2004 et 2007, 2010 et 2012, en 2015 ou encore en 2022. Ainsi on observe une baisse des maximums annuels pour cette station. En effet, on note que le coefficient de la courbe de tendance des maximums annuels pour la station hydrologique de la Smagne est de -127,28. Les minimums également constatent une baisse mais très légère puisque le coefficient de la courbe est de -0,3. On observe cependant un pic en 1994 avec un minimum annuel atteignant les 400 l/s et en 2001 et 2015 atteignant les 100 l/s, contrairement aux autres années dont les minimums annuels ne dépassent quasiment pas les 60 l/s.

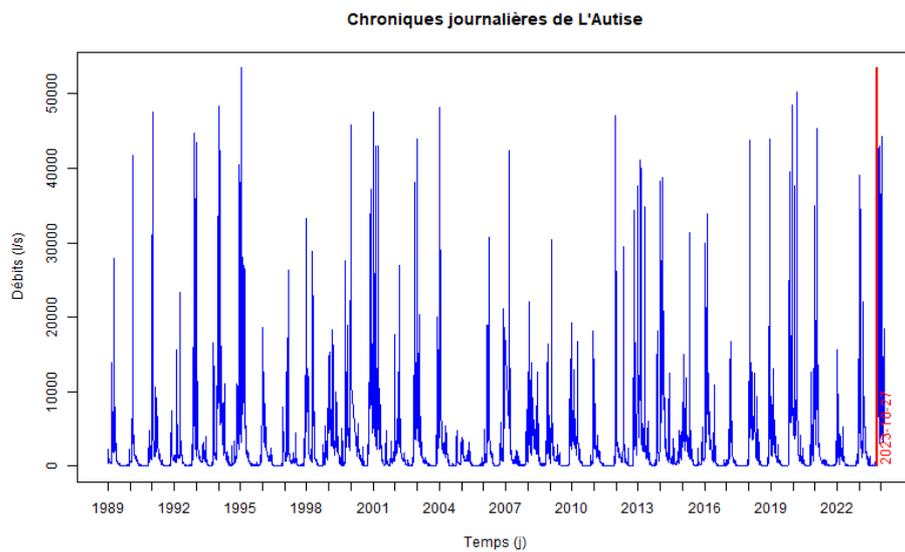
La Trézence à Puyrolland est une station au sud du Marais Poitevin et donc en aval des réserves de substitution existantes. Cette station retient des données n'excédant pas les 15 000 l/s excepté en 2023. Les débits sont ainsi plus faibles que dans les stations étudiées précédemment. Néanmoins on remarque un manque de donnée pour les années 1997, 1998, 2001, 2002 et de 2004 à 2008. Cependant, les minimums annuels de la Trézence à Puyrolland, notent une légère augmentation.

La station du Clain à Vivonne est en aval de certains méga bassines en activité. Cette station enregistre des valeurs de débits très hautes par rapport aux autres stations étudiées ci-dessus. En effet, ces dernières peuvent atteindre 150 000 l/s pour certaines années comme l'année 2000, 2007 ou encore l'année 2023. Les minimums annuels de cette station ont fortement augmenté depuis 1989 puisqu'ils enregistrent une courbe de tendance ayant pour coefficient directeur 44,26.

Le Lay à Mareuil sur Lay est un cours d'eau en amont de toute réserve de substitution. Ce cours d'eau enregistre des débits pouvant dépasser les 200 000 l/s pour certaines années. On observe sur les chroniques journalières que l'année 2001 enregistre la plus grande valeur avec pas loin de 250 000 l/s. On observe également une augmentation des minimums annuels avec une courbe de tendance ayant pour coefficient directeur 4,11. On observe sur le graphique des chroniques mensuelles, une rupture en 2006. Effectivement, on observe des minimums plus élevés que précédemment à partir de cette date. Cette hausse peut être confirmée en observant le graphique des minimums annuels.

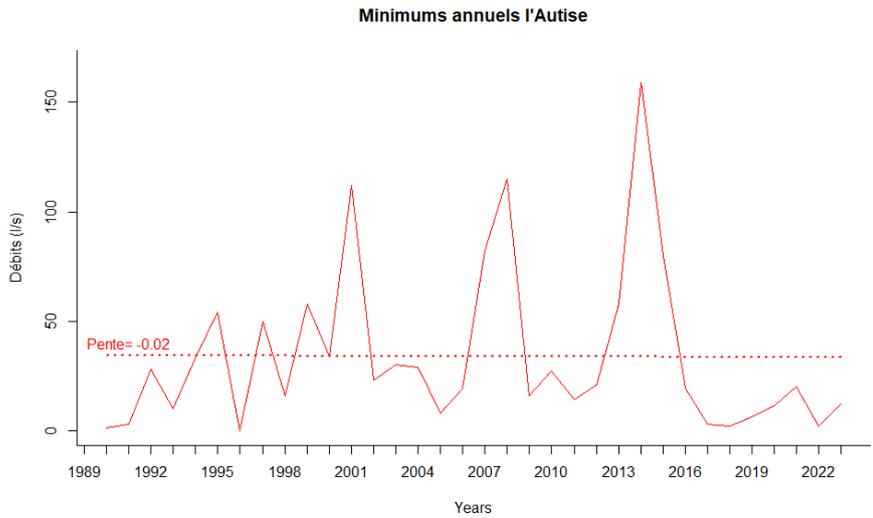
Enfin, la Sèvre Niortaise à Azay le Brûlé enregistre des valeurs allant jusqu'à maximum 70 000 l/s. Les minimums annuels de la station suivent une tendance à l'augmentation depuis 1989, avec un coefficient de courbe de tendance de 15,9. La station d'Azay le brûlé se trouve à l'ouest d'une réserve de substitution celle de Pamproux.

Face à ces observations, nous remarquons que la zone d'étude qu'est le Marais Poitevin, manque crucialement d'eau à certaines périodes que ce soit concernant les eaux souterraines ou les eaux de surface. Certaines stations enregistrent plus de quantité d'eau que d'autres mais la tendance générale va quand même vers un manque d'eau important.



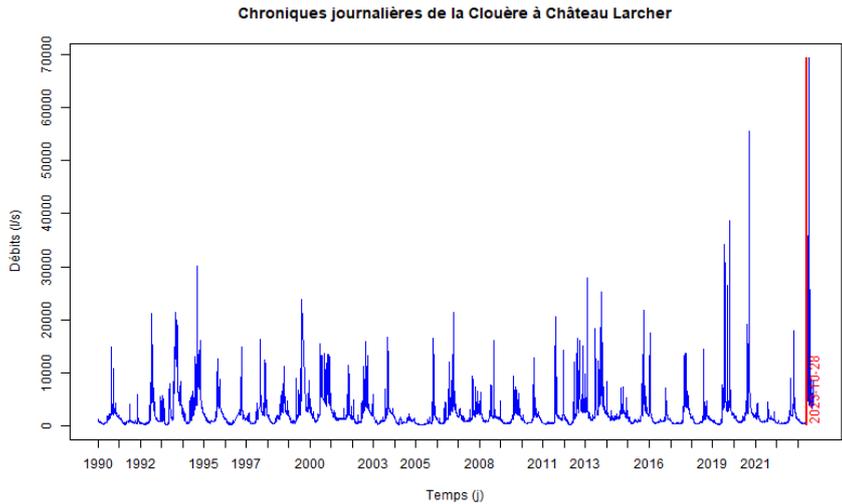
*Jeully, 2024*

*Figure 27 : Chroniques journalières des débits (l/s) de l'Autise de 1989 à 2023.*



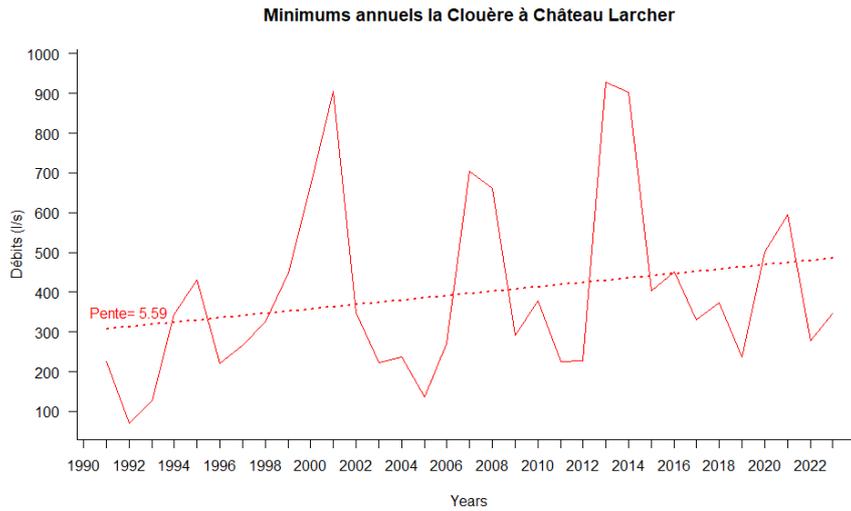
Jeully, 2024

Figure 28 : Minimums annuels des débits (l/s) de l'Autise de 1989 à 2023.



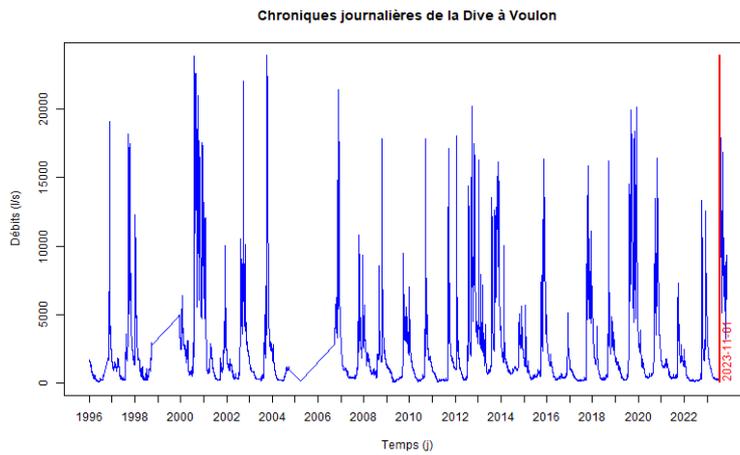
Jeully, 2024

Figure 29 : Chroniques journalières des débits (l/s) de la Clouère à Château Larcher de 1990 à 2023.



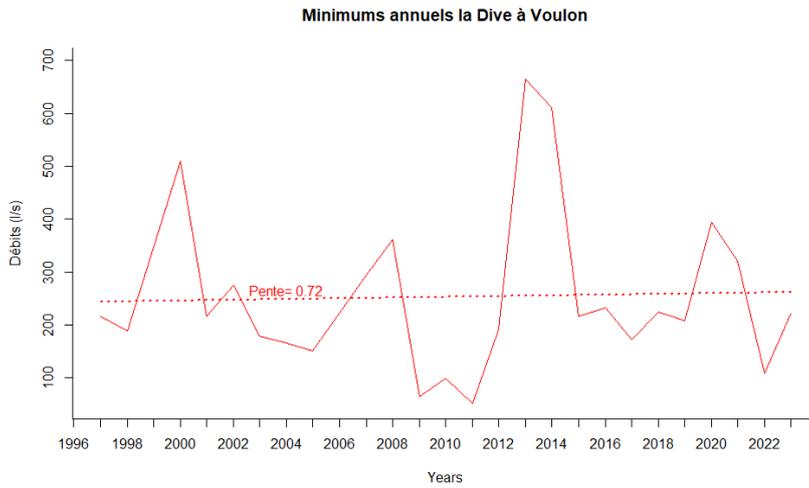
Jeully, 2024

Figure 30 : Minimums annuels des débits (l/s) de la Clouère à Château Larcher de 1990 à 2023.



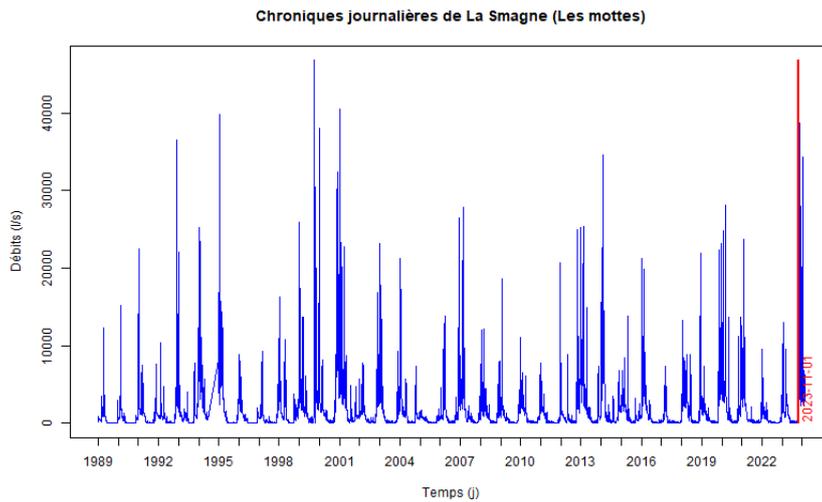
Jeully, 2024

Figure 31 : Chroniques journalières des débits (l/s) de la Dive à Voulon de 1996 à 2023.



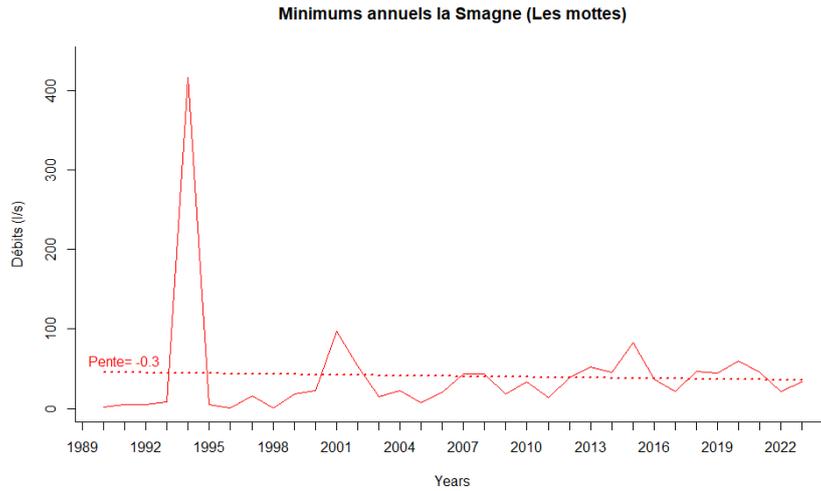
Jeully, 2024

Figure 32 : Minimums annuels des débits (l/s) de la Dive à Voulon de 1996 à 2023.



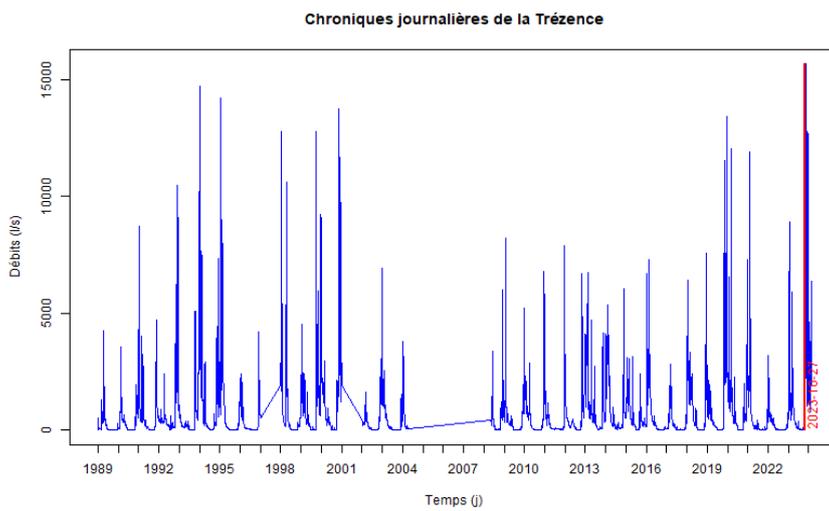
Jeully, 2024

Figure 33 : Chroniques journalières des débits (l/s) de la Smagne (Les mottes) de 1989 à 2023.



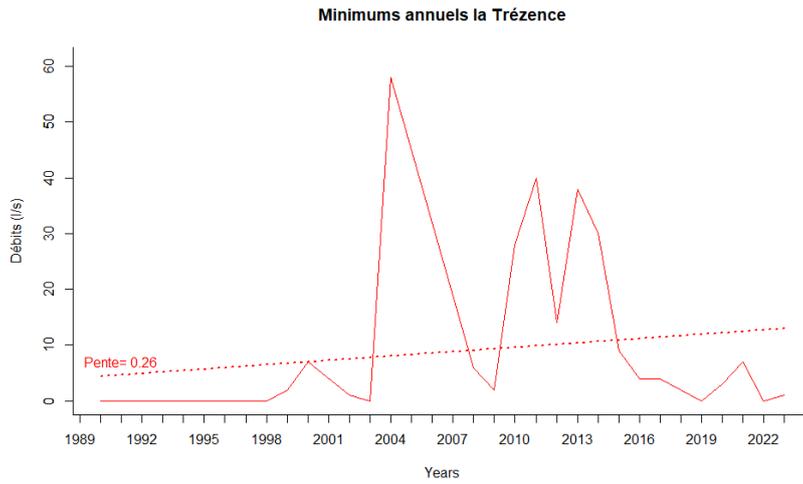
Jeilly, 2024

Figure 34 : Minimums annuels des débits (l/s) de la Smagne (Les mottes) de 1989 à 2023.



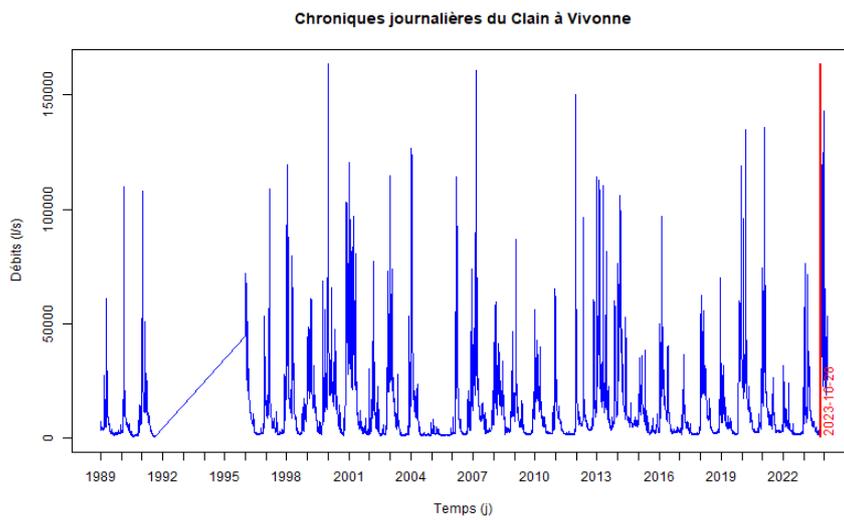
Jeilly, 2024

Figure 35 : Chroniques journalières des débits (l/s) de la Trézence de 1989 à 2023.



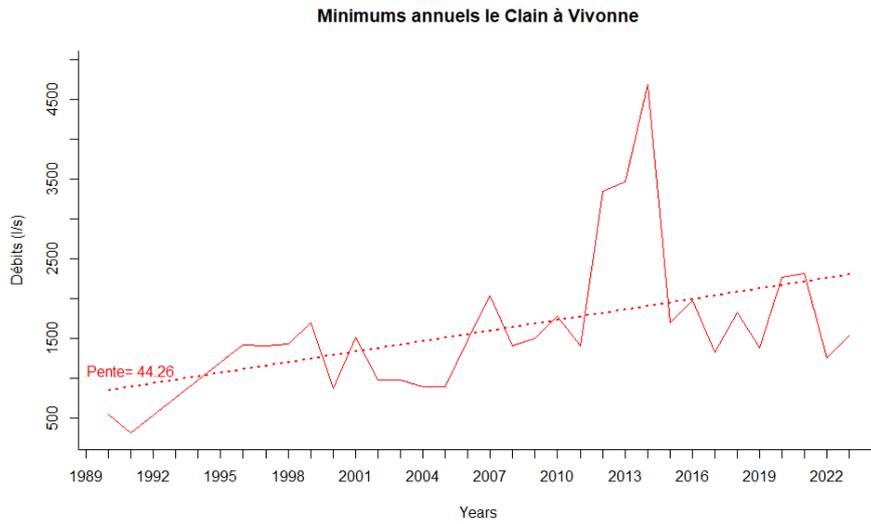
Jeully, 2024

Figure 36 : Minimums annuels des débits (l/s) de Trézence de 1989 à 2023.



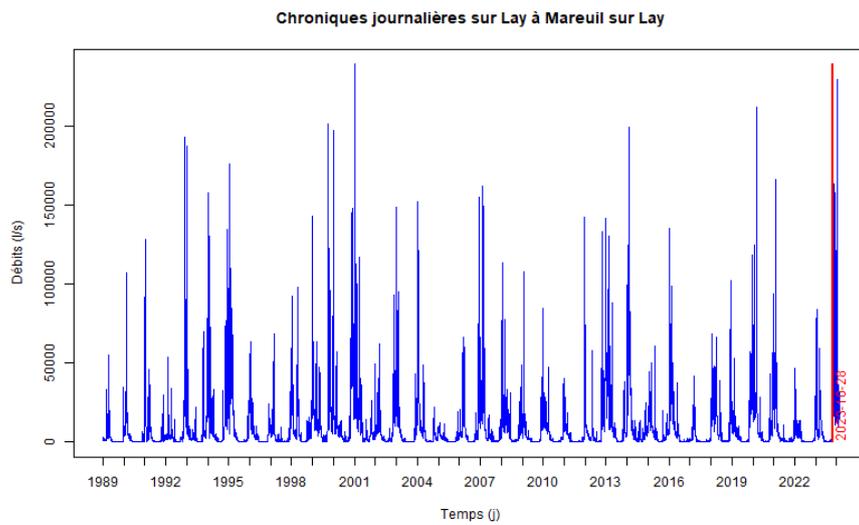
Jeully, 2024

Figure 37 : Chroniques journalières des débits (l/s) du Clain à Vivonne de 1989 à 2023.



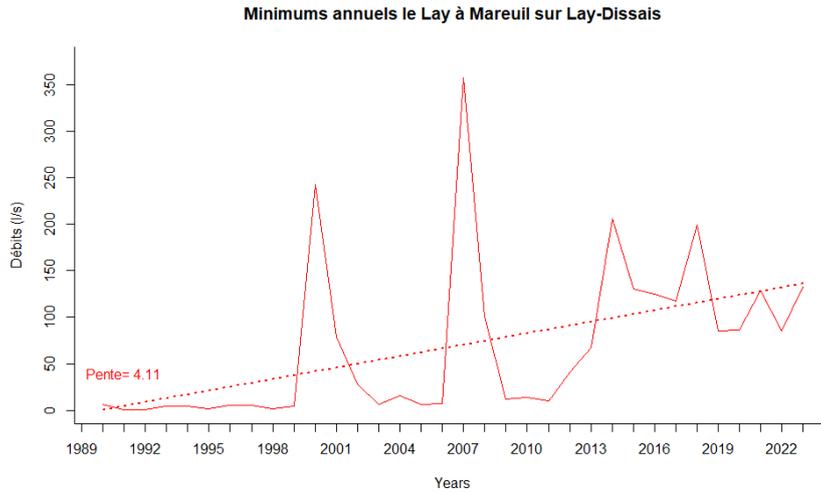
Jeully, 2024

Figure 38 : Minimums annuels des débits (l/s) du Clain à Vivonne de 1989 à 2023.



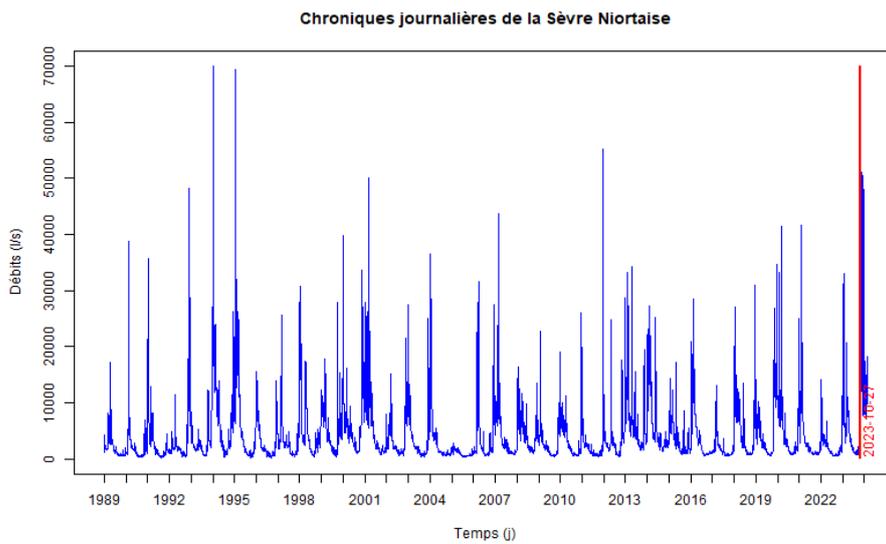
Jeully, 2024

Figure 39 : Chroniques journalières des débits (l/s) du Lay à Mareuil sur Lay – Dissais de 1989 à 2023.



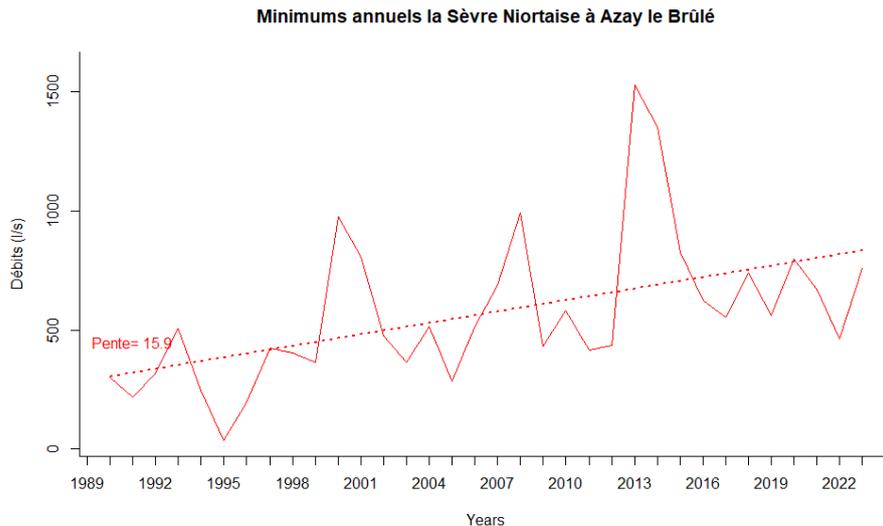
Jeully, 2024

Figure 40 : Minimums annuels des débits (l/s) du Lay à Mareuil sur Lay – Dissais de 1989 à 2023.



Jeully, 2024

Figure 41 : Chroniques journalières des débits (l/s) de la Sèvre Niortaise à Azay le Brûlé de 1989 à 2023.



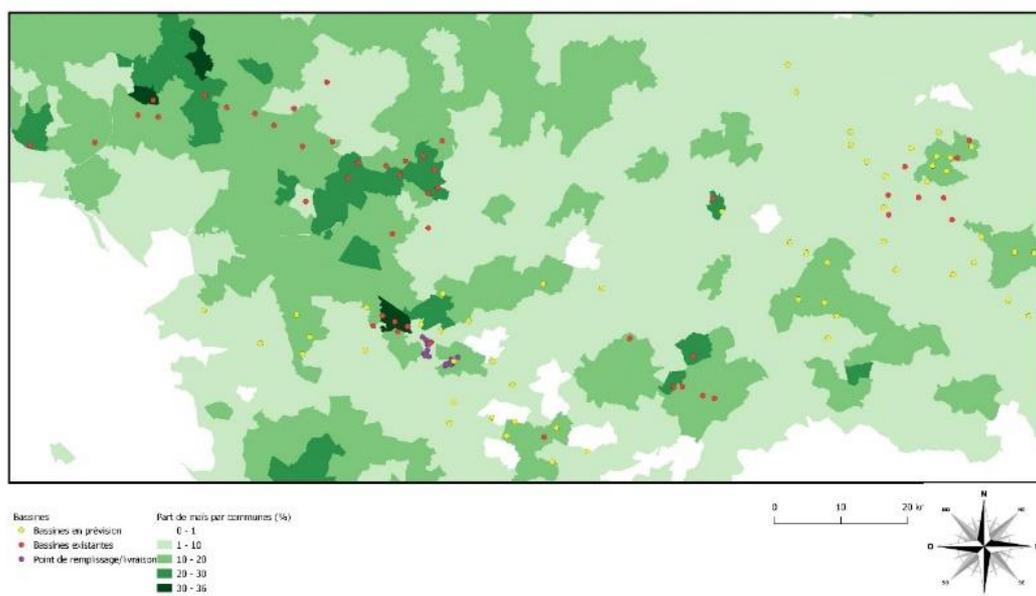
Jeully, 2024

**Figure 42 : Minimums annuels des débits (l/s) de la Sèvre Niortaise à Azay le Brûlé de 1989 à 2023.**

#### 4.3. Relation entre la présence de méga-bassines et la répartition agricole.

Nous allons à présent observer les cartes que nous avons réalisé avec les données agricoles fournies par le site Agreste et le site Theia. Les cartes que nous avons choisi de créer ont pour objectif de définir précisément les emplacements des réserves de substitution et les milieux dans lesquels elles sont implantées. La première carte réalisée est celle concernant la part de maïs, en pourcentages, cultivée selon les communes en 2020. On observe sur cette carte que la majorité des bassines existantes se trouvent dans des communes ayant une part importante de culture de maïs. En effet, on observe que la majorité de ces bassines se trouvent dans des communes où la part de maïs représente entre 20 et 36% de la commune. Les données fournies par Théia étaient à l'origine représentés en parcelles de maïs. Nous avons ainsi dû effectuer un calcul afin de représenter le pourcentage de la surface de la commune occupée par le maïs. Ainsi, la commune de Cramchaban (17), adjacente à Mauzé sur le mignon possède trois méga bassines et utilise plus de 30% de sa surface pour la culture du maïs. Ces bassines ont été recensées illégales par le collectif bassines non merci et ont été désarmées. Cependant, on observe que les bassines en prévisions sont prévues dans des zones cultivant moins de maïs.

Répartition des réserves de substitution selon la part de maïs par communes (%) en 2020 dans le Marais Poitevin.

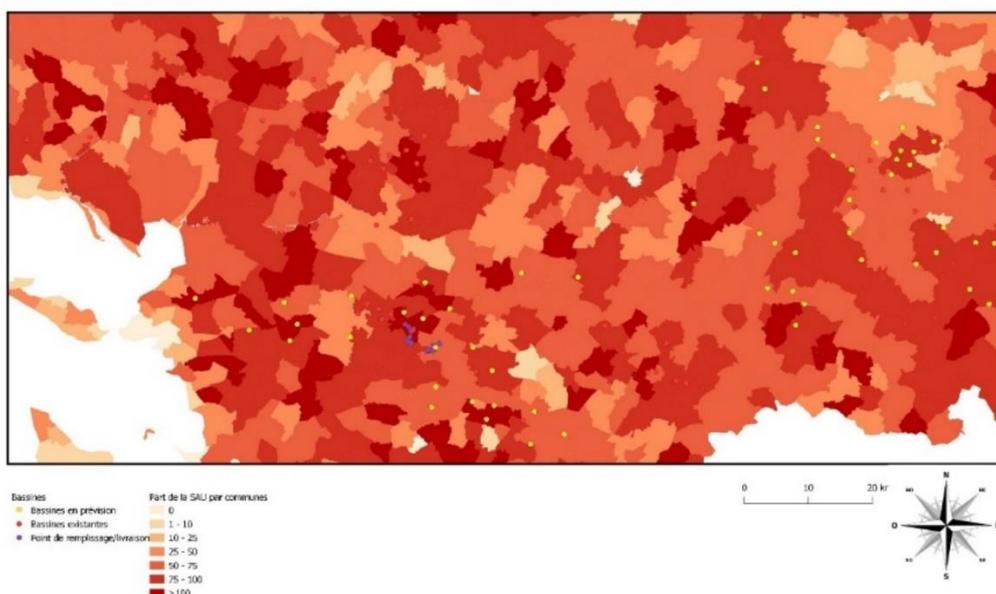


Jeully, 2024

Figure 43 : Répartition des réserves de substitution selon la part de maïs par communes en % en 2020 dans le Marais Poitevin.

Ensuite, nous avons utilisé les données extraites sur Agreste. Tout d'abord nous avons réalisé une carte représentant la part de la SAU (%) par communes en 2020. La Surface Agricole Utile, représente la surface totale des terrains utilisée pour les activités agricoles. Cet indicateur est essentiel pour comprendre la répartition des terres et leur utilisation dans un contexte agricole. Tout d'abord on remarque que pour certaines communes la part de la SAU dépasse les 100%. Ce résultat est dû au fait que certaines communes possèdent des surfaces agricoles situés dans d'autres communes. Ainsi il est possible que la SAU soit supérieure à 100% de la surface de la commune en question. On observe que les réserves de substitution existantes se trouvent dans des communes ayant une part de SAU supérieure à 50%. Cette carte démontre aussi que l'agriculture occupe une place très importante dans la région du Marais Poitevin. En effet, la plupart des communes possèdent une part de SAU supérieure à 25% de la commune. La commune de Mauzé sur le Mignon a une part de SAU supérieur à 100%. Cette commune semble au cœur du sujet des réserves de substitution.

Répartition des réserves de substitution selon la part de la SAU par communes (%) en 2020 dans le Marais Poitevin.

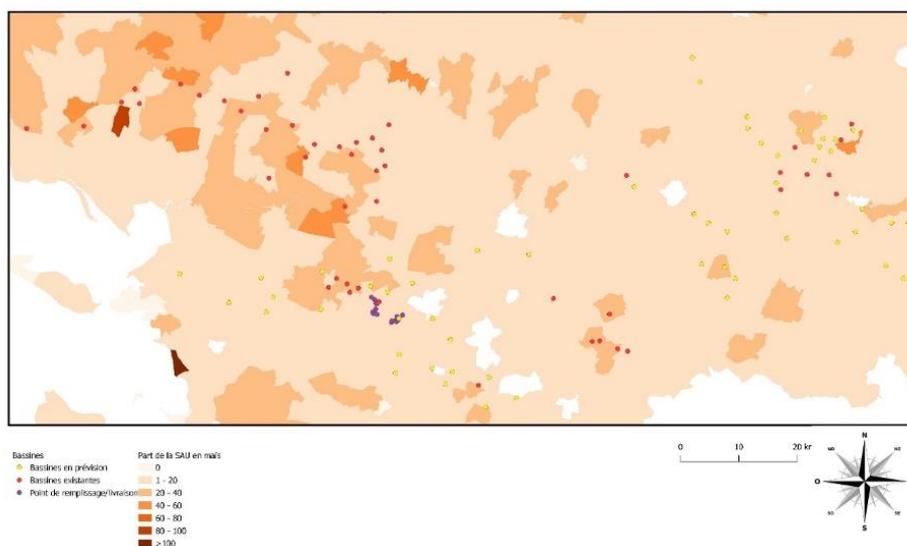


Jeully, 2024

Figure 44 : Répartition des réserves de substitution selon la part de la SAU par communes en % en 2020 dans le Marais Poitevin.

En outre, nous avons réalisé une carte représentant la part de la SAU en maïs en 2020. Ainsi nous avons calculé par rapport à la surface de la SAU par commune la place que prend la culture de maïs. On observe que 40% à 60% de la SAU de la commune de Cramchaban sont utilisés pour du maïs. Cette carte montre encore une fois que la production de maïs dans le Marais Poitevin possède une place importante dans son agriculture.

Répartition des réserves de substitution selon la part de la SAU en maïs (%) en 2020 dans le Marais Poitevin.

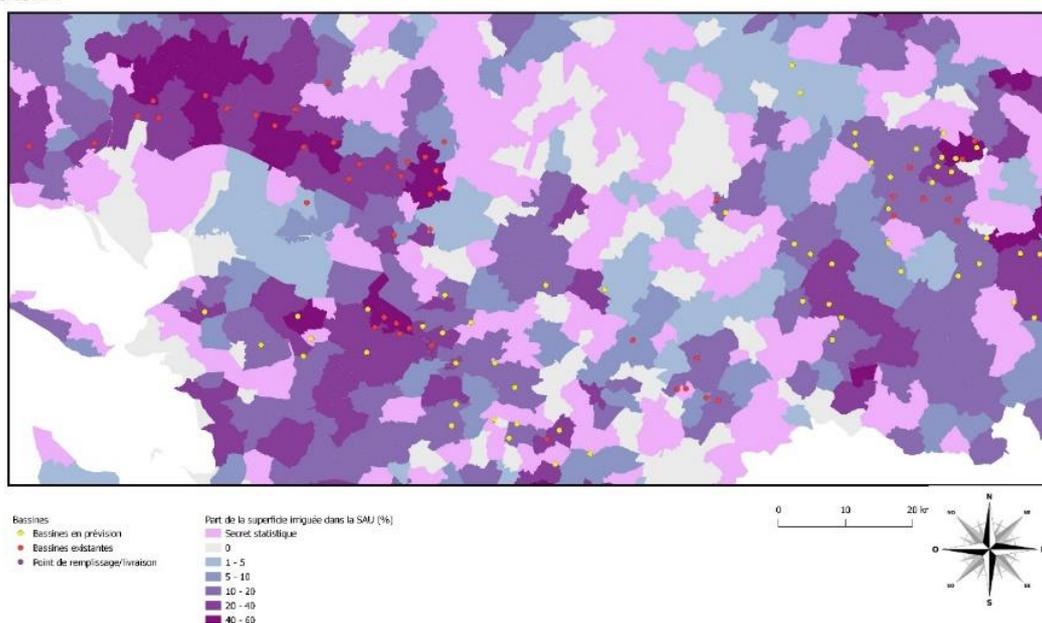


Jeully, 2024

Figure 45 : Répartition des réserves de substitution selon la part de la SAU en maïs en % en 2020 dans le Marais Poitevin.

Nous allons à présent observer la carte représentant la part de la superficie irriguée (%) dans la SAU en 2020. On observe sur cette carte une donnée que nous n'avions pas vu sur les cartes précédentes : la donnée du secret statistique. En effet, pour certaines communes la part de la superficie irriguée dans la SAU est placée sous secret statistique. On ne connaît donc pas la valeur de cette superficie. En revanche, nous pouvons voir que les réserves de substitution sont situées dans les communes les plus irriguées de la région. La commune de Cramchaban, pour garder le même exemple, a une superficie irriguée de 40% à 60%. Il en va de même pour les communes sud-vendéennes, comme Luçon, où les méga bassines sont très présentes.

Répartition des réserves de substitution selon la part de la superficie irriguée dans la SAU (%) en 2020 dans le Marais Poitevin.



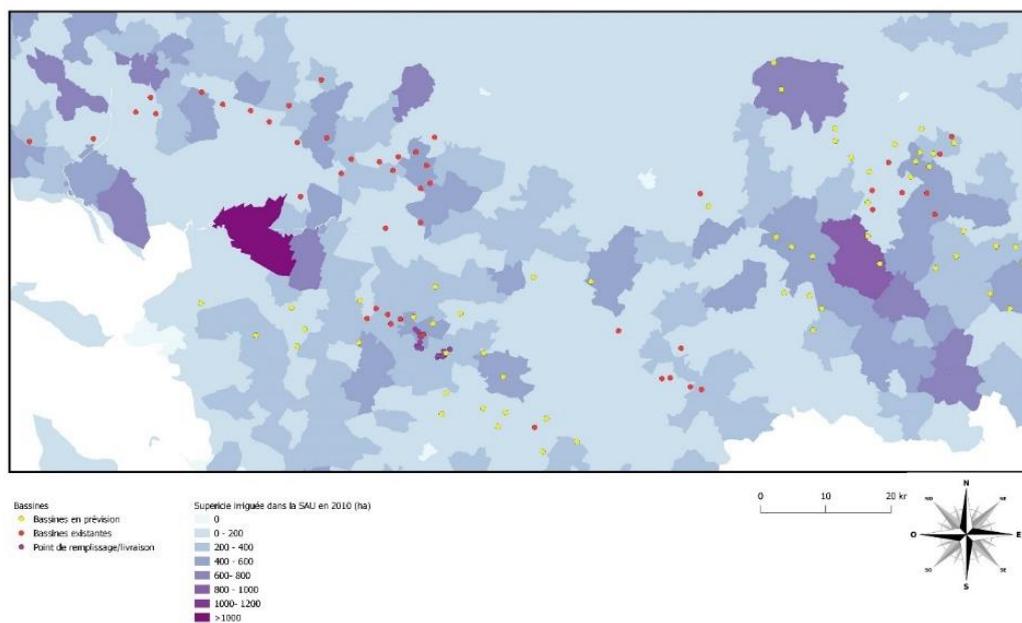
Jeully, 2024

Figure 46 : Répartition des réserves de substitution selon la part de la superficie irriguée dans la SAU en % par communes en 2020 dans le Marais Poitevin.

Nous avons par la suite voulu comparer ces représentations cartographiques de 2020 avec des représentations cartographiques de 2010. Les données Agreste de 2010 ne concernaient que les cantons. Nous avons dû effectuer des calculs<sup>7</sup> afin d'obtenir la carte de la Figure 47 :

<sup>7</sup> Cf Partie 3 : Méthodologie

Répartition des réserves de substitution selon la part de superficie irriguée dans la SAU (ha) en 2010 dans le Marais Poitevin.



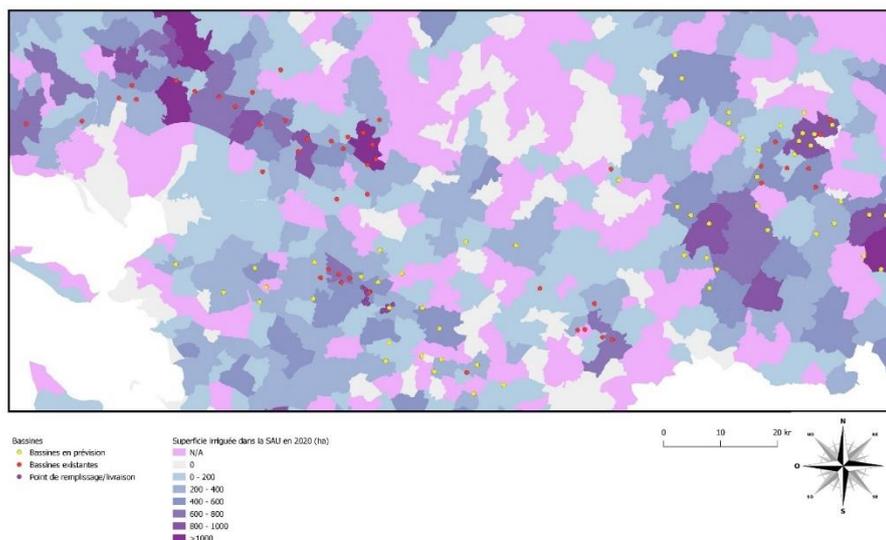
Jeuilly, 2024

*Figure 47 : Répartition des réserves de substitution selon la part de la superficie irriguée dans la SAU en hectares par communes en 2010 dans le Marais Poitevin.*

Cette carte représente la superficie irriguée en hectares dans la SAU en 2010. On observe tout d'abord la grande différence avec 2020 qui est celle du secret statistique. En effet, dans les données de 2010 il n'existe pas de secret statistique. Deuxièmement, la plupart des communes concernées, aujourd'hui, par la présence de réserves de substitution, étaient des communes connaissant une forte irrigation en 2010. La commune de Cramchaban irriguait plus de 200 hectares de sa SAU. Mauzé sur le Mignon irriguait plus de 400 hectares de sa SAU.

Nous avons ainsi réalisé la même carte avec les données de 2020.

Répartition des réserves de substitution selon la superficie irriguée dans la SAU (ha) en 2020 dans le Marais Poitevin.



Jeully, 2024

*Figure 48 : Répartition des réserves de substitution selon la part de la superficie irriguée dans la SAU en hectares par communes en 2020 dans le Marais Poitevin.*

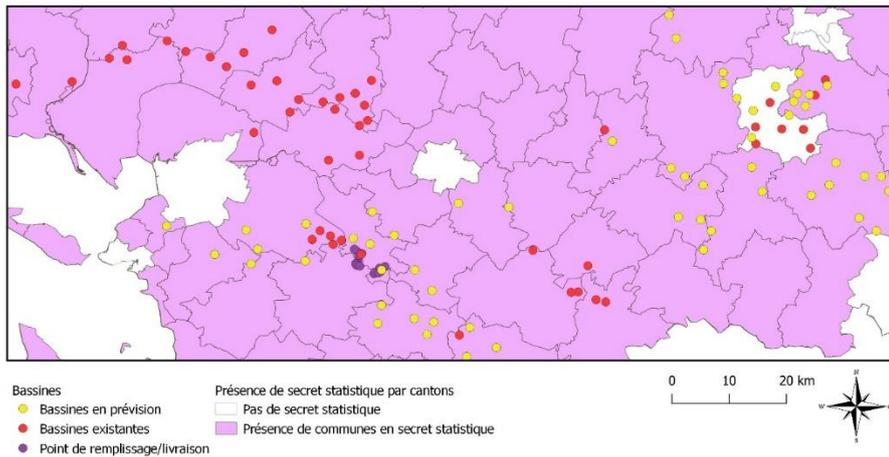
On observe sur cette carte la présence importante de secret statistique dans une grande majorité de communes. En France 9644 communes ont été recensé en secret statistique en termes de part d'irrigation dans la SAU en 2020 (Agreste, 2020).

On observe également une tendance à l'augmentation, pour les communes possédant des données. En effet, la commune de Cramchaban qui irriguait entre 200 et 400 hectares de sa SAU en 2010, irrigue en 2020 entre 400 et 600 hectares de sa SAU. Regardons les communes d'Aslonnes (86010) et de Roches-Prémarie-Andillé (86209). On observe que ces communes irriguaient entre 200 et 400 hectares de leur SAU respective en 2010 et qu'en 2020 elles irriguaient entre 800 et 1000 hectares de leurs SAU respectives. Cette différence témoigne d'une forte tendance à l'irrigation dans la région. Par ailleurs, la commune de Rom (79230) observe la même augmentation. En effet, en 2010 cette commune irriguait entre 200 et 400 hectares de sa SAU. En 2020 elle en irriguait plus de 800.

Cependant, lorsque l'on compare les deux cartes on observe une anomalie. En effet, sur la carte représentant la superficie irriguée en hectares de la SAU en 2010, toutes les communes possèdent une donnée supérieure à 0. Or en 2020 certaines communes recensent 0 hectares irrigués de la SAU. Cette anomalie est dû au calcul que nous avons réalisé afin d'obtenir les données pour les communes de 2010. En effet, puisque nous sommes partis des données cantonales qui étaient supérieures à 0 et que nous avons réparties entre chaque commune des cantons et ensuite divisé par la surface respective. Ainsi il n'était pas possible de savoir s'il existait des communes n'ayant aucune surface irriguée dans leur SAU. Cette anomalie confirme donc ce qui a été évoqué dans la partie méthodologie. Néanmoins, ces communes

ayant recensé 0 hectares d'irrigation en 2020 ne possèdent pas de réserves de substitution en leur lieu. Par exemple, la commune d'Usseau (86230) a été cartographiée comme irriguant entre 0 et 200 hectares de sa SAU en 2010 alors qu'en 2020 on constate que cette commune n'irrigue pas. On ne peut pas vraiment vérifier si cette commune n'irriguait pas du tout également en 2010 mais c'est l'hypothèse que nous avançons.

Présence de secret statistique dans les cantons en 2020.



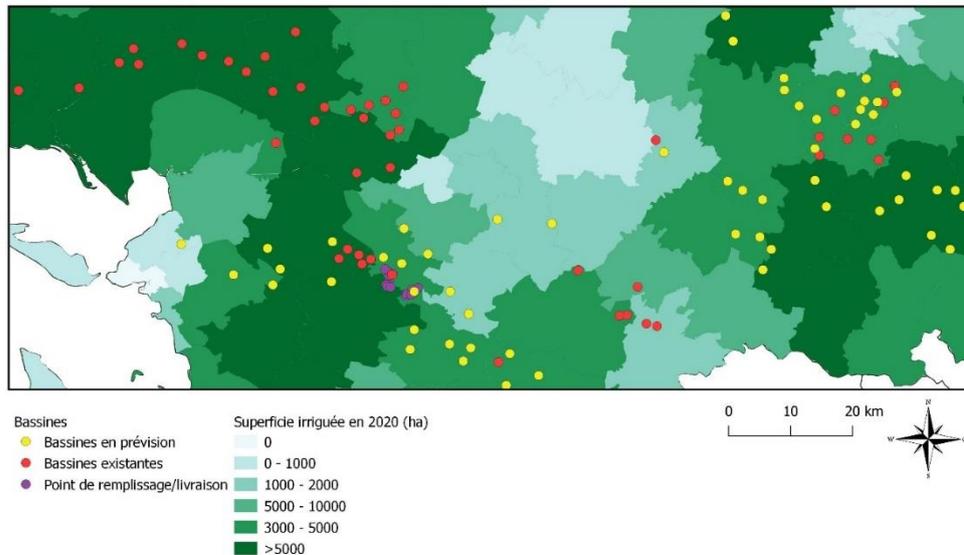
*Jeully, 2024*

**Figure 49 : Carte représentant la présence de secret statistique par cantons en 2020 dans le Marais Poitevin.**

Ci-dessus nous pouvons observer la carte de présence de secret statistique par cantons en 2020. Quasiment tous les cantons sont représentés en secret statistique car au moins une commune dans chaque canton est recensé en secret statistique en 2020. C'est pourquoi nous avons décidé de finalement passer les cantons en communes pour le recensement de 2010 même si cela pouvait créer des anomalies.

Nous avons quand même fait une carte des cantons de 2020 en additionnant les valeurs de chaque communes par cantons sans prendre en compte le secret statistique. Cette carte représente ainsi la la superficie minimale irriguée par cantons en 2020 sans prendre en compte la présence de secret statistique.

Superficie minimale irriguée (ha) par cantons en 2020, sans prendre en compte le secret statistique(N/A)



Jeully, 2024

*Figure 50 : Carte représentant la répartition des réserves de substitution selon la superficie minimale irriguée (ha) par cantons en 2020 sans prendre en compte le secret statistique.*

## 5. Discussion des résultats

### 5.1. La présence de réserves de substitution n'influence pas réellement les débits des cours d'eau ni les quantités d'eau dans les nappes phréatiques.

Nous avons donc observé les données cartographiques et hydrologiques que nous estimions utiles à notre recherche. Nous avons constaté que nos résultats apportent un aspect important quant à l'étude des réserves de substitution. En effet, les cartes réalisées témoignent de l'importance de l'agriculture dans le Marais Poitevin et de la présence considérable de la culture du maïs dans cette région. Ainsi nous pouvons comprendre l'essentiel besoin d'eau dans l'agriculture dans cette région. Néanmoins, le sujet des méga bassines est extrêmement contesté car il ne profite pas à tous les agriculteurs mais seulement à ceux qui détiennent une réserve de substitution. Ainsi, l'eau pompée par les méga bassines ne dessert pas toutes les parcelles agricoles de tous les agriculteurs. On constate tout de même que la répartition des réserves de substitution est concentrée dans les zones de fortes parts de maïs cultivé. Nous remarquons que plus il y a de maïs cultivé dans la SAU plus la part d'irrigation dans la SAU l'est aussi. Nous pouvons donc penser qu'il y a une corrélation entre ces deux éléments. Néanmoins l'hypothèse principale était d'observer un impact des méga bassines sur les réseaux hydrologiques c'est-à-dire sur les quantités d'eau dans les nappes phréatiques ou sur les débits des cours d'eau. Nous avons observé certaines stations hydrologiques et certains piézomètres. Nous n'avons pas observé de réel changement concernant les débits des cours d'eau qui pour certains sont très bas mais

ne fluctuent pas vraiment au cours du temps. Nous distinguons donc une absence d'impact significatif depuis la mise en place des méga bassines existantes. Assurément les débits des cours d'eau observent des variations à certaines périodes notamment en période de sécheresse, comme par exemple en 2005, mais nous n'observons pas de différence significative entre la période avant les années 2000 et la période après la mise en place des réserves de substitution qui se situe à partir des années 2010. En outre, en observant les résultats sur les données piézométriques, nous avons remarqué un changement significatif notamment sur le piézomètre de Aiffres. En effet, on observe en 1998, une rupture très forte du modèle. Cette rupture se caractérise par la hausse des quantités d'eau dans la nappe phréatique passant d'en dessous du niveau de la mer à au dessus. Seulement, en 1998, il n'y avait pas encore de réserve de substitution dans la région. A l'origine de cette hausse : les politiques locales de gestion de l'eau.

Nos analyses hydrologiques ont démontré que les fluctuations des niveaux d'eau dans les méga bassines sont principalement influencées par les précipitations et les besoins d'irrigation agricole plutôt que par des interactions directes avec les nappes phréatiques ou les cours d'eau voisins. De plus, les méga bassines sont généralement alimentées par des pompages hivernaux, quand les ressources en eau sont plus abondantes, réduisant ainsi les pompages sur les réseaux hydrologiques en période estivale.

Il existe, en effet, des dispositifs de mesures prises au niveau des méga bassines, telles que l'installation de monitoring hydrique et de systèmes de gestion ayant pour objectif de contrôler les prélèvements, ce qui a permis de minimiser leur impact potentiel. En outre, les études de cas locales montrent que les niveaux des nappes phréatiques et des cours d'eau n'ont pas connu de variations anormales attribuables à l'utilisation des méga bassines.

## 5.2. Mais les législations locales et nationales permettent une pérennité des niveaux d'eau.

Bien que les méga bassines n'aient pas d'impact significatif direct sur les réseaux hydrologiques, il est important de reconnaître l'importance des législations mises en place depuis 1998, notamment le classement du Marais Poitevin en ZRE.

Le classement en ZRE a instauré des règles strictes concernant les prélèvements d'eau et a renforcé les mesures de protection des ressources hydriques. Ce cadre législatif a joué un rôle central dans la régulation des usages de l'eau, assurant ainsi une gestion durable et équilibrée des ressources. Les principales dispositions incluent une limitation des prélèvements. Les prélèvements d'eau sont réglementés par des autorisations spécifiques, limitant les volumes d'eau pouvant être prélevés, surtout en période de pénurie. Les prélèvements sont planifiés et surveillés de manière rigoureuse pour garantir une utilisation de l'eau durable, en tenant compte des variations climatiques. De plus, des concertations entre les acteurs de cette gestion (agriculteurs, gestionnaires de l'eau, collectivités locales) sont encouragées par la législation. Ces concertations facilitent la gestion intégrée des ressources hydriques.

Des programmes spécifiques ont été mis en place pour la conservation et la restauration des zones humides, contribuant à maintenir l'équilibre écologique du Marais Poitevin.

En conclusion, les méga bassines, lorsqu'elles sont gérées selon les réglementations en vigueur, n'ont pas d'impact significatif sur les réseaux hydrologiques du Marais Poitevin. Cependant, il est impératif de maintenir et de renforcer les mesures législatives et réglementaires mises en place depuis 1998. Le classement de la zone en ZRE a prouvé son efficacité en garantissant une gestion durable et équilibrée des ressources en eau. La combinaison de technologies de monitoring, de réglementations strictes et d'une concertation entre les parties prenantes est essentielle pour assurer la pérennité des ressources hydriques et la préservation de l'écosystème unique du Marais Poitevin.

La gestion de l'eau dans le Marais Poitevin, une des plus grandes zones humides d'Europe, est régie par une série de législations et de régulations visant à préserver son écosystème unique tout en répondant aux besoins agricoles et humains. Depuis 1998, plusieurs dispositifs législatifs ont été mis en place pour assurer une gestion durable et équilibrée des ressources en eau. Cette section détaille ces législations et leurs implications.

Le classement du Marais Poitevin en ZRE implique plusieurs obligations et restrictions spécifiques. Les utilisateurs de l'eau doivent obtenir une autorisation de prélèvement, qui spécifie les volumes d'eau pouvant être prélevés, particulièrement en période de sécheresse. Cette mesure permet de contrôler et de limiter l'impact des prélèvements sur les ressources hydriques. Des plafonds de prélèvements sont définis pour chaque utilisateur, tenant compte des besoins écologiques et de la disponibilité des ressources. Cela assure une répartition équitable et durable de l'eau. Les prélèvements sont soumis à un contrôle rigoureux et à un suivi continu. Les gestionnaires de l'eau effectuent des relevés réguliers pour s'assurer que les prélèvements respectent les quotas autorisés.

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) de l'Union Européenne, adoptée en 2000, a été transposée dans le droit français et joue un rôle essentiel dans la gestion de l'eau du Marais Poitevin. La DCE vise à atteindre un bon état écologique et chimique des masses d'eau d'ici 2015 (objectif partiellement prolongé jusqu'en 2027 pour certaines masses d'eau). Les principales dispositions incluent que chaque bassin versant doit élaborer un plan de gestion de l'eau, appelé Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), et des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) au niveau local. Ces plans définissent les objectifs de qualité de l'eau et les mesures nécessaires pour les atteindre. La DCE insiste sur la participation des citoyens et des acteurs locaux dans la gestion de l'eau, favorisant la transparence et la concertation. Des programmes de surveillance de l'état des eaux sont mis en place pour évaluer les progrès vers les objectifs de la DCE. Ces données sont utilisées pour ajuster les stratégies de gestion. En outre, la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) établie en 2006 renforce le cadre législatif existant en introduisant des mesures supplémentaires pour la gestion durable de l'eau. La LEMA impose des régulations strictes sur les usages de l'eau, incluant des restrictions en période de

pénurie et des incitations à l'économie d'eau. Face aux crises cette institution prévoit des plans de gestion des crises pour faire face aux épisodes de sécheresse ou aux inondations, garantissant ainsi une réponse rapide et efficace aux situations d'urgence. La LEMA agit également face aux pollutions diffuses, en particulier celles provenant de l'agriculture, par la mise en place de bonnes pratiques agricoles et des mesures incitatives pour réduire les intrants polluants.

Au-delà des réglementations nationales et européennes, des initiatives locales spécifiques ont été mises en œuvre pour gérer les ressources hydriques du Marais Poitevin. Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du Marais Poitevin constitue un outil de planification et de concertation pour la gestion de l'eau. Il définit les priorités locales, les actions à mener, et combine les efforts des différents acteurs impliqués. Des contrats territoriaux de gestion de l'eau sont établis entre les agences de l'eau, les collectivités locales, et les utilisateurs de l'eau pour financer et mettre en œuvre des actions concrètes de préservation et de gestion durable.

Mais il existe également des réglementations spécifiques à l'agriculture. L'agriculture, étant un des principaux consommateurs d'eau dans le Marais Poitevin, est soumise à des réglementations spécifiques pour équilibrer les besoins agricoles et la préservation des ressources. Ainsi, les agriculteurs doivent adhérer à des plans de gestion de l'irrigation qui optimisent l'utilisation de l'eau et minimisent les impacts sur les nappes phréatiques et les cours d'eau. Aussi, des bonnes pratiques agricoles, telles que l'utilisation de techniques d'irrigation plus efficaces et la mise en place de cultures moins consommatrices d'eau, sont encouragées par des incitations financières et des programmes de formation. En effet, en 1998, le Marais Poitevin passe en Zone de Répartition des Eaux (ZRE). Comme dit précédemment la région du Marais Poitevin est composée de trois SAGE différents. Le SAGE, Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau est un dispositif ayant pour objectif une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Il est la déclinaison plus locale, assilié à un bassin versant, du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau, SDAGE. Le SAGE est composé par les acteurs de l'eau du territoire. Ces acteurs sont réunis dans une assemblée : la commission locale de l'eau (CLE). La CLE est constituée des collectivités territoriales, des usagers de l'eau (agriculteurs, associations,...) et l'Etat et ses établissements publics. Le SAGE établit un PAGD, Plan d'Aménagement et de Gestion Durable. Ce document fixe les objectifs de gestion de l'eau. La région du Marais Poitevin possède trois SAGE différents. Le SAGE Vendée, le SAGE du bassin du Lay et le SAGE Sèvre Niortaise Marais Poitevin.

Le bassin versant du Marais Poitevin et de la Sèvre Niortaise subit en période sèche, d'un déséquilibre significatif entre ressource en eau et les usages qui en sont faits. Il a ainsi été classé en 1998 en ZRE. La situation de ZRE nécessite une implication afin de pallier au manque d'eau en période estivale dans la région. Ainsi, le SAGE définit des seuils objectifs et de crise sur les cours d'eau, le marais et les nappes souterraines. Par la suite, il est essentiel d'innover et de développer des pratiques permettant de faire des économies en termes de quantité d'eau.

Différents indicateurs sont définis afin d'obtenir la meilleure gestion quantitative possible. Le DOE, Débit d'Objectif d'Étiage, correspond au débit moyen mensuel au-

dessus duquel il est considéré que les usages sont possibles et en équilibre avec le respect du milieu aquatique. Le Débit Seuil d'Alerte (DSA) désigne le débit moyen journalier en dessous duquel l'usage de l'eau est restreint. Le Débit de Crise (DCR) désigne le débit moyen journalier en dessous duquel l'alimentation en eau potable pour les besoins de première nécessité, les besoins agricoles et en termes de production ne sont plus garanties.

La CLE a décidé de mettre en place des Niveaux d'Objectif d'Etiage (NOE) et des Niveaux de Crise (NCR) uniquement sur la zone humide du Marais Poitevin. Cette institution a pour objectif de préserver la zone humide du marais et ses espèces mais également de garantir la continuité des usages de l'eau liés à l'agriculture et l'économie régionale.

Voici les définitions apposées par la CLE :

- **NOEd : Niveau Objectif de début d'Etiage :** Niveau d'eau à respecter jusqu'au 15 juillet. Son respect est évalué sur la base d'un niveau moyen mensuel.
- **NOEf : Niveau Objectif de fin d'Etiage :** Niveau d'eau à respecter à partir du 15 juillet. Son respect est évalué sur la base d'un niveau moyen mensuel.
- **NCR : Niveau de Crise :** en dessous duquel seuls l'alimentation en eau potable et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits. Son respect est évalué sur la base d'un niveau journalier.

En 2009, un DOE complémentaire est mis en place sur la Sèvre Niortaise en amont de Niort, sa valeur est de 0,790m<sup>3</sup>/s.

Sur la Tiffardière, le DOE mis en place est d'une valeur de 2 m<sup>3</sup>/s et le DCR de 1,2 m<sup>3</sup>/s.

Voici une carte publiée dans le PAGD de 2011 concernant les objectifs mis en place par la CLE.

Figure 5 : Disposition 5A - Débits d'objectif d'étiage (DOE) et débits de crise (DCR) définis pour la gestion quantitative des ressources

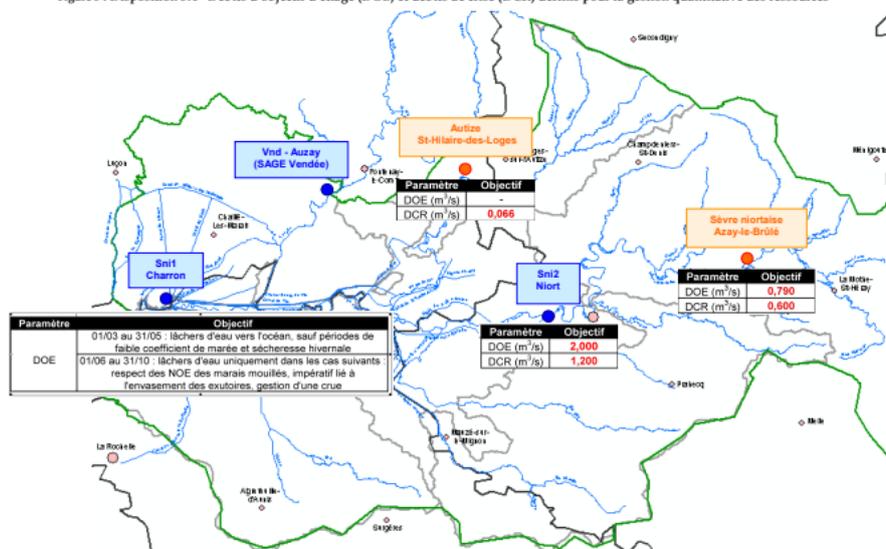


Figure 51 : répartition des DOE et DCR définis par la gestion quantitative des ressources  
Source : SAGE SNMP

On observe que différentes zones réparties dans le Marais Poitevin, possèdent des législations qui régulent les usages de l'eau grâce à des seuils et des objectifs à ne pas dépasser.

Figure 7 : Disposition 5C - Piézométries d'objectif d'étiage (POE) et piézométries de crise (PCR) définis pour la gestion quantitative des ressources

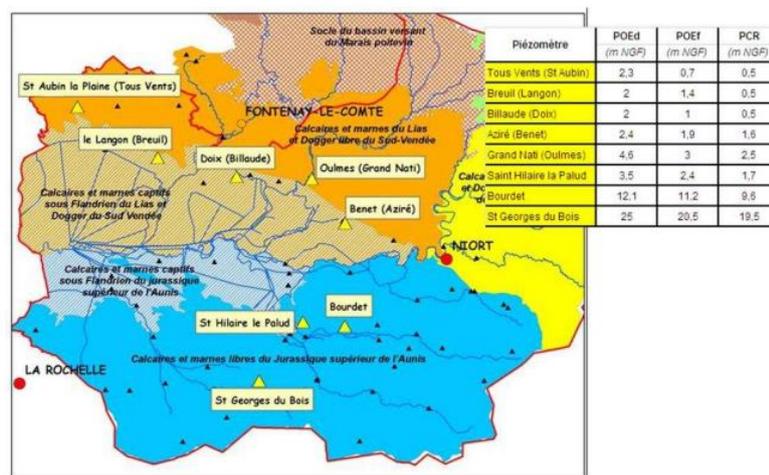


Figure 52 : Cartographie des POE et PCR définis par la gestion quantitative des ressources  
Source : SAGE SNMP

Finalement, les législations mises en place pour la gestion de l'eau dans le Marais Poitevin depuis 1998 ont constitué un cadre essentiel pour la protection et la gestion durable des ressources hydriques. Le classement en ZRE, la Directive Cadre

sur l'Eau, la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques, ainsi que les initiatives locales comme les SAGE et les contrats territoriaux, ont tous contribué à une meilleure régulation des prélèvements, à la préservation des écosystèmes et à la concertation entre les différents acteurs. Ces efforts combinés assurent non seulement la durabilité des ressources en eau, mais aussi la protection de cet écosystème unique et précieux. Ces différentes législations ont contribué à une hausse et une conservation des niveaux d'eau dans les nappes au dessus du niveau de la mer. C'est pourquoi les agriculteurs utilisant les réserves de substitution affirment que cela a un impact positif et que les niveaux d'eau dans les nappes ont augmenté. Cependant nous avons donc observé que c'est notamment dû aux lois mises en place.

### 5.3. La qualité de l'eau impactée par le pompage des méga-bassines : un argument dans la lutte contre le projet des réserves de substitution

Nous avons étudié les quantités d'eau dans la région du Marais Poitevin en fonction de l'impact ou non des méga bassines et des législations présentes dans la région. Mais un facteur déterminant en lien également avec les réserves de substitution aurait pu être étudié. Celui de la qualité de l'eau. En effet, l'eau pompée dans les nappes et stockée dans les réserves de substitution passe d'un milieu sous terrain à un milieu extérieur. Cette eau qui jusqu'alors était sous terre se retrouve exposée au soleil. Evidemment ceci a des conséquences sur la qualité de cette dernière.

Les méga bassines, ces vastes réservoirs artificiels destinés à stocker l'eau pour l'irrigation agricole, ont suscité de nombreux débats et études quant à leur impact sur la qualité de l'eau. Cet impact peut être évalué sous plusieurs angles : la concentration des nutriments, la qualité chimique et biologique de l'eau, ainsi que les effets sur les écosystèmes aquatiques.

L'un des impacts majeurs des méga bassines sur la qualité de l'eau concerne la concentration des nutriments, notamment les nitrates et les phosphates. Ces nutriments sont essentiels pour la croissance des plantes, mais en quantités excessives, ils peuvent avoir des effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques.

Les méga bassines peuvent contribuer à l'eutrophisation des eaux environnantes si des quantités excessives de nitrates et de phosphates s'accumulent dans l'eau stockée. L'eutrophisation représente un phénomène d'accumulation des nutriments dans un même milieu. Cette accumulation peut se produire en raison du ruissellement agricole, qui transporte des fertilisants et des matières organiques dans les bassines. L'eutrophisation se traduit par une prolifération importante d'algues, ce qui peut conduire à une diminution de la teneur en oxygène de l'eau, affectant ainsi la vie aquatique.

Aussi, les périodes de fortes pluies peuvent provoquer un ruissellement important depuis les bassines vers les cours d'eau et les nappes phréatiques, entraînant avec elles des nutriments en excès. Cela peut altérer la qualité de l'eau dans les bassins versants en augmentant les niveaux de nitrates et de phosphates.

En outre, la qualité chimique de l'eau dans les méga bassines peut être influencée par plusieurs facteurs, notamment les intrants agricoles, les pratiques de gestion de l'eau et les conditions environnementales. En effet, l'utilisation intensive de pesticides dans les zones agricoles environnantes peut entraîner une contamination chimique de l'eau présente dans les méga bassines. Les pesticides peuvent se retrouver dans l'eau stockée via le ruissellement et le drainage, compromettant la qualité chimique de l'eau. Ces contaminants peuvent persister dans l'environnement et affecter les organismes aquatiques.

Dans certaines régions, l'utilisation excessive de l'eau pour l'irrigation peut conduire à la salinisation des sols et de l'eau. Les méga bassines, en stockant de grandes quantités d'eau, peuvent contribuer à l'augmentation de la salinité si l'eau évaporée laisse des sels en concentration élevée. Cette salinisation peut rendre l'eau impropre à l'irrigation et affecter négativement les écosystèmes aquatiques.

Les méga bassines peuvent entraîner une perte de biodiversité en modifiant les habitats aquatiques. Les changements dans la composition chimique de l'eau, comme l'augmentation des niveaux de nutriments et des contaminants, peuvent affecter la flore et la faune aquatiques. Les espèces sensibles peuvent être éliminées, tandis que les espèces tolérantes aux polluants peuvent proliférer, perturbant ainsi l'équilibre écologique.

Aussi, l'eau stagnante dans les méga bassines peut devenir un terrain propice à la propagation de pathogènes, y compris des bactéries et des virus. Cela peut poser des risques pour la santé des écosystèmes aquatiques et, potentiellement, pour les humains et les animaux domestiques qui utilisent cette eau pour diverses activités.

Les méga bassines ont des impacts variés sur les écosystèmes aquatiques en raison des changements qu'elles apportent à la dynamique de l'eau et à la composition chimique.

En retenant une grande quantité d'eau, les méga bassines modifient les régimes hydrologiques naturels des cours d'eau et des nappes phréatiques. Cela peut entraîner une diminution des débits d'eau en aval, affectant ainsi les écosystèmes aquatiques qui dépendent de ces débits pour leur survie.

Enfin, les méga bassines peuvent également affecter les zones humides adjacentes en modifiant les niveaux d'eau et la disponibilité de l'eau douce. Les zones humides, qui jouent un rôle crucial dans la filtration de l'eau et la fourniture d'habitats pour de nombreuses espèces, peuvent être perturbées, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau et de la biodiversité.

Christian Amblard, directeur de recherche au CNRS estime que les méga bassines ont deux contre-indications. D'une part au niveau de la partie quantitative. D'après lui, l'évaporation serait extrêmement forte car si l'irrigation est nécessaire c'est qu'il fait chaud ce qui provoque une forte évaporation. Il affirme que c'est beaucoup plus que 5% à 6% d'évaporation l'été. Il dénonce la non prise en compte de cet aspect dans le rapport du BRGM. D'autre part, il affirme la perte qualitative de cette eau souterraine. Lorsque l'on expose l'eau souterraine à l'extérieur cela réchauffe la température de l'eau et développe des microorganismes dont un certain nombre de cyano bactéries

donc certaines sont toxiques et rendent parfois l'eau inutilisable. On observe donc une perte quantitative et qualitative alors que lorsque l'eau est encore dans les sols, joue un rôle d'humification important et utile.

L'impact des méga bassines sur la qualité de l'eau est complexe et pluridimensionnel. Bien qu'elles offrent des avantages considérables pour l'irrigation agricole en période de sécheresse, leur influence sur la concentration des nutriments, la qualité chimique et biologique de l'eau, et les écosystèmes aquatiques pose des défis importants. Il est crucial de mettre en place des pratiques de gestion durables et des mesures de surveillance rigoureuses pour minimiser ces impacts négatifs. La recherche continue et la collaboration entre les agriculteurs, les gestionnaires de l'eau et les scientifiques sont essentielles pour garantir que l'utilisation des méga bassines contribue à la sécurité de l'eau tout en préservant la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques.

## 6. Conclusion

Nous voulions réaliser dans ce mémoire une caractérisation de l'impact des réserves de substitution dans le Marais poitevin. Pour ce faire nous avons défini plusieurs problématiques de recherche :

- Quel est l'impact des réserves de substitution sur les systèmes hydrogéologiques dans le Marais poitevin, et comment concilier les besoins en eau des agriculteurs avec la préservation de la biodiversité et des écosystèmes aquatiques ?
- Quels sont les conflits potentiels entre les besoins en eau des agriculteurs et la préservation de l'environnement ?
- Quelles solutions pourraient permettre un équilibre entre l'utilisation des réserves de substitution et la durabilité environnementale ?

Afin de répondre au mieux à ces questions nous avons tout d'abord étudié le Marais Poitevin, son écosystème et ses complexités. Ensuite nous avons étudié le sujet très controversé des méga-bassines, ce que ces réserves représentent fondamentalement et comment ces ouvrages fonctionnent. Nous avons déjà un premier point de vue sur la complexité d'une union entre une région extrêmement biodiversifiée et de plus en plus fragile concernant l'eau et des nouveaux ouvrages tendant vers une destruction de l'écosystème. Nous avons ensuite présenté les recherches nous ayant aidé à réaliser cette étude. Ces recherches représentaient des avant propos de notre sujet contemporain. Nous avons présenté les différents acteurs des réserves de substitution, les opposants et les adhérents à ce système de pompage. Nous avons ensuite détaillé notre approche et méthodologie du sujet afin de décrire les limites encore trop présentes pour traiter ce sujet. En effet, nous avons constaté un très grand manque de données concernant les méga-bassines, l'agriculture et les données de débits. Ces lacunes n'ont pas empêché la réalisation de l'étude mais ne permettent pas de vérifier toutes les hypothèses. Néanmoins, nous avons ensuite observé nos résultats. Ces résultats nous ont permis de montrer qu'il existe une forte relation entre

les méga-bassines et l'agriculture. Cette agriculture fait l'objet d'une politique d'irrigation très forte et est donc favorable à la création de réserves de substitution telles que les méga-bassines. Mais nos résultats ont également permis de démontrer qu'il n'existe pas d'impact significatif des méga-bassines sur les ressources en eau dans le Marais poitevin. Finalement les systèmes hydrologiques du Marais poitevin observent des tendances au manque d'eau mais ces déficits semblent exister depuis avant la présence des réserves de substitution. En effet, avant les années 2000, de grandes périodes de sécheresse ont été observées et ont causé beaucoup de dégâts notamment la salinisation des sols. Par ailleurs, ces événements étaient les conséquences d'un système agricole intense dont la politique est celle de l'irrigation et du pompage. Nos résultats concernant les données agricoles prouvent ainsi que la région est très développée en termes d'agriculture et que l'irrigation y est un enjeu très fort. Nous avons pu observer grâce aux recensements de 2010 et 2020 que l'irrigation est en nette augmentation et qu'elle occupe une part importante du secteur. En effet, la culture principale est celle du maïs qui se cultive principalement en été et nécessite ainsi d'être irrigué.

Enfin, nous avons observé que les politiques locales de gestion de l'eau, notamment les SAGE, ont un rôle très important dans la ressource en eau de la région. Ces politiques régissent des seuils de pompage à ne pas dépasser et permettent ainsi une gestion de l'eau contrôlée. Sûrement que si ces politiques locales n'existaient pas on aurait pu observer un impact significatif des méga-bassines. En outre, nous sommes intéressée à l'impact qualitatif sur l'eau que pouvait avoir les méga bassines. Nous n'avons pas concentré l'étude sur cet aspect mais nous pensons que c'est un argument intéressant afin de démontrer que les méga-bassines sont néfastes à l'environnement et l'écosystème de la région du Marais Poitevin.

Finalement, il est important de savoir laisser une place à la nature dans un système capitaliste où la production prime avant le respect de l'environnement. Nous aurions pu nous demander si il existe un lien entre nos résultats et le capitalisme, facteur d'une maïsiculture intensive et l'appropriation de l'eau par les irrigants les plus importants et possédant le capital nécessaire pour construire de tels ouvrages. Les consciences changent mais le sujet des réserves de substitution dans le Marais Poitevin prouve encore que ce n'est pas évident pour tout le monde. L'eau devrait être un bien commun à tous avant d'être un objet de la production.

**Annexes :**

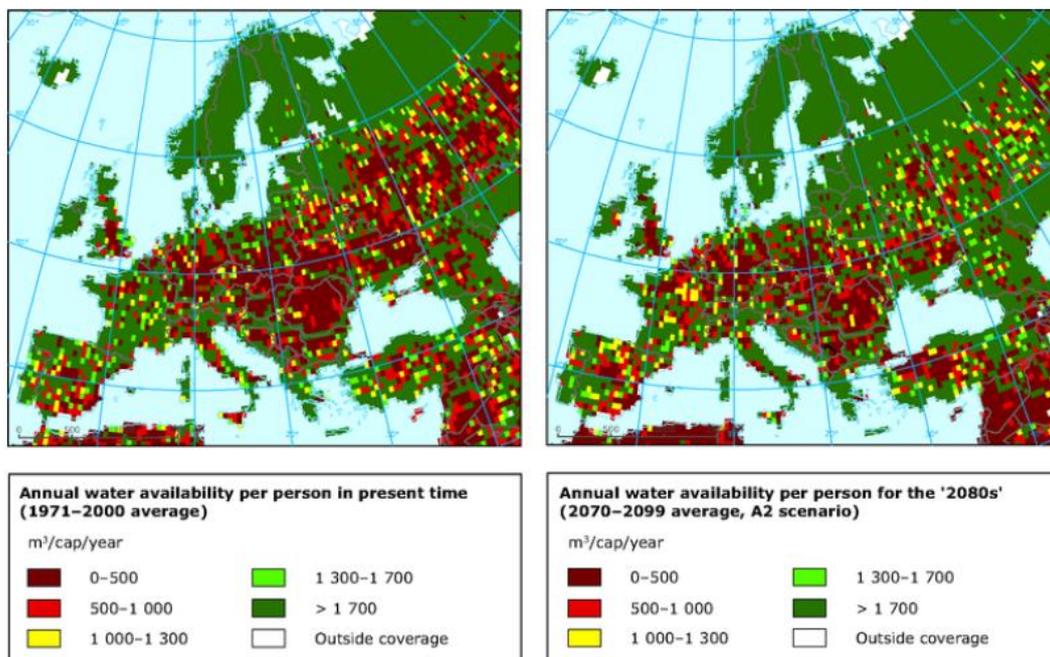
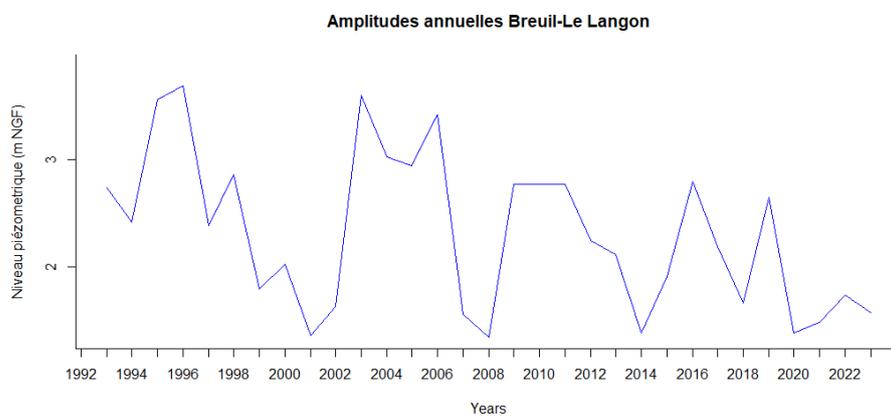


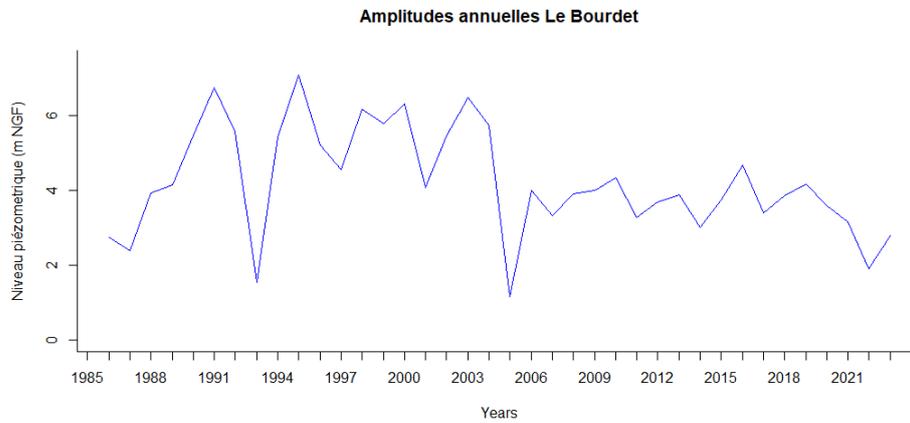
Figure 53 : Disponibilité annuelle en eau par personne selon l'indicateur Falkenmark

Source : Agence Européenne de l'Environnement, 2011.



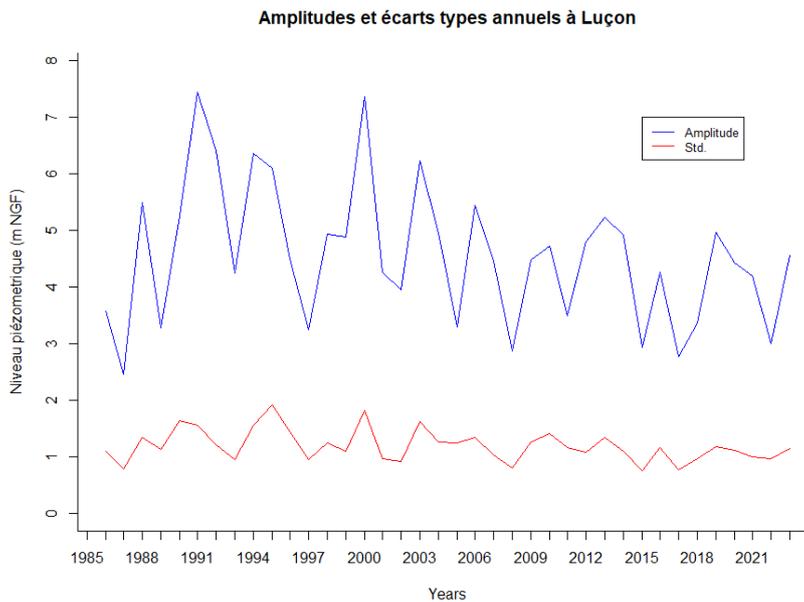
Jeully, 2024

**Figure 54 : Amplitudes annuelles du niveau piézométrique (m NGF) à Breuil – Le Langon de 1992 à 2023.**



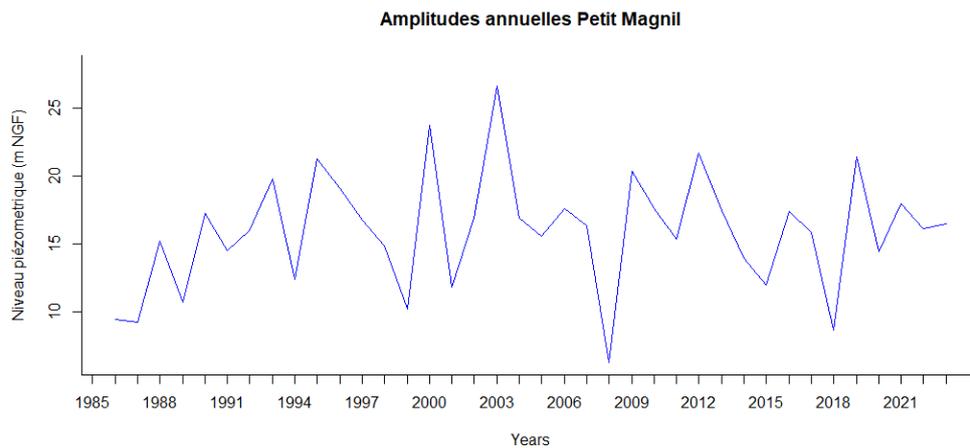
Jeully, 2024

**Figure 55 : Amplitudes annuelles du niveau piézométrique (m NGF) au Bourdet de 1985 à 2023.**



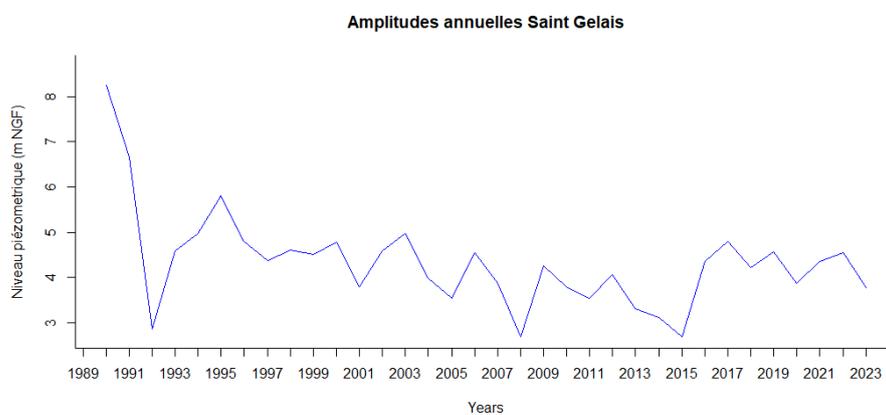
Jeully, 2024

**Figure 56 : Amplitudes et écarts types annuels du niveau piézométrique (m NGF) à Luçon de 1985 à 2023.**



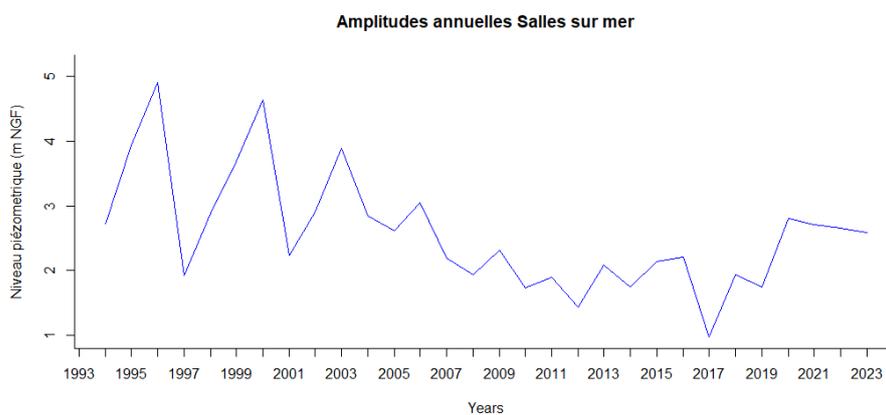
Jeilly, 2024

**Figure 57 : Amplitudes annuelles du niveau piézométrique (m NGF) à Petit Magnil de 1985 à 2023.**



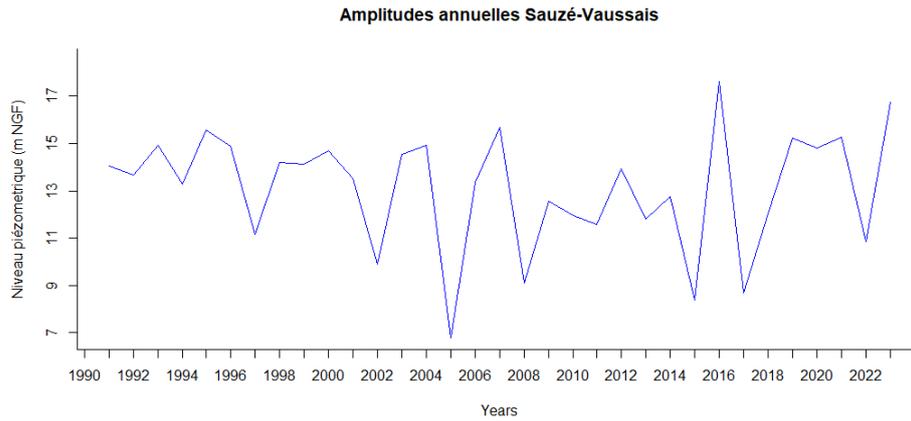
Jeilly, 2024

**Figure 58 : Amplitudes annuelles du niveau piézométrique (m NGF) à Saint Gelais de 1989 à 2023.**



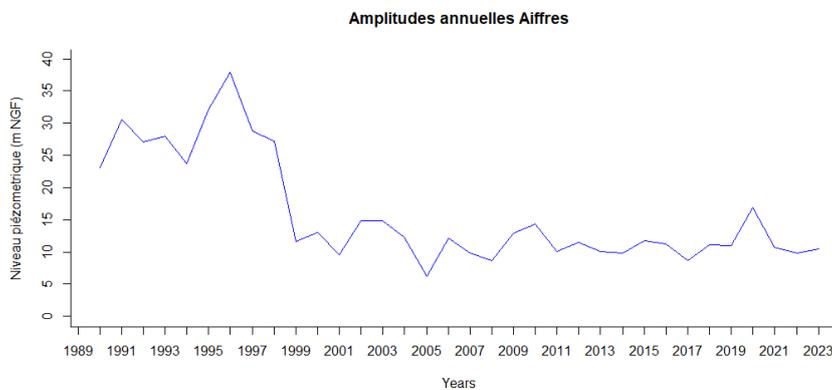
Jeilly, 2024

**Figure 59 : Amplitudes annuelles du niveau piézométrique (m NGF) à Salles sur mer de 1993 à 2023.**



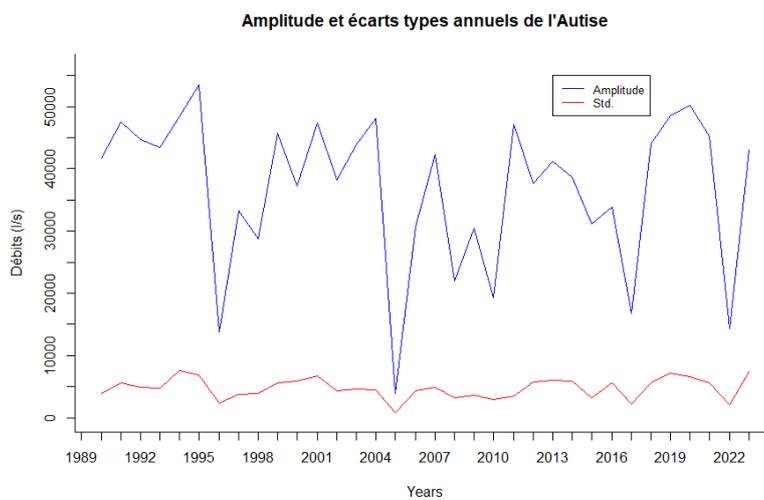
Jeully, 2024

**Figure 60 : Amplitudes annuelles du niveau piézométrique (m NGF) à Sauzé-Vaussais de 1990 à 2023.**



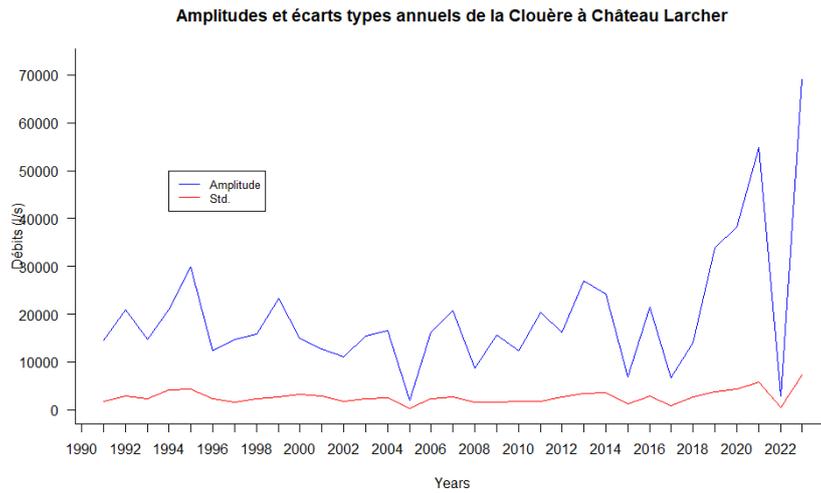
Jeully, 2024

**Figure 61 : Amplitudes annuelles du niveau piézométrique (m NGF) de Aiffres de 1989 à 2023.**



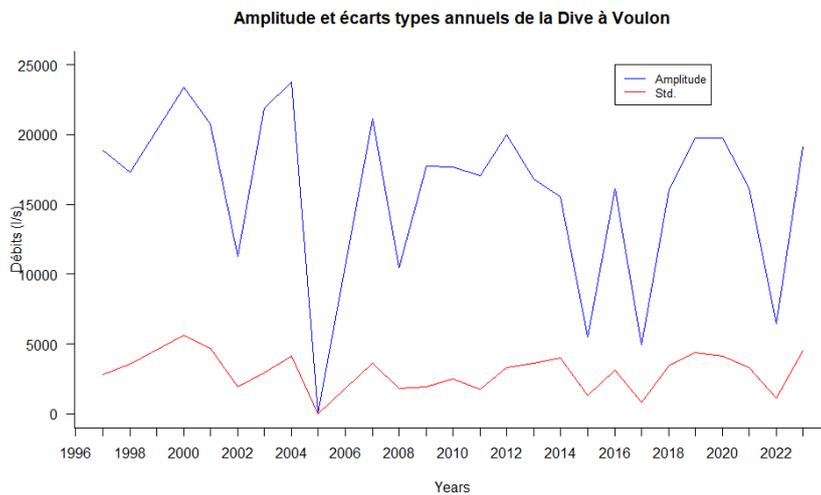
Jeully, 2024

**Figure 62 : Amplitudes et écarts types annuels des débits (l/s) de l'Autise de 1989 à 2023.**



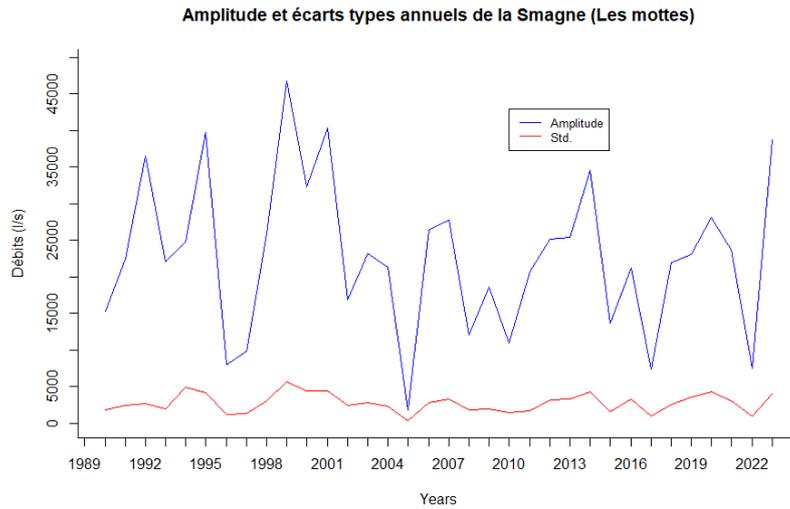
Jeully, 2024

Figure 63 : Amplitudes et écarts types des débits (l/s) de la Clouère à Château Larcher de 1990 à 2023.



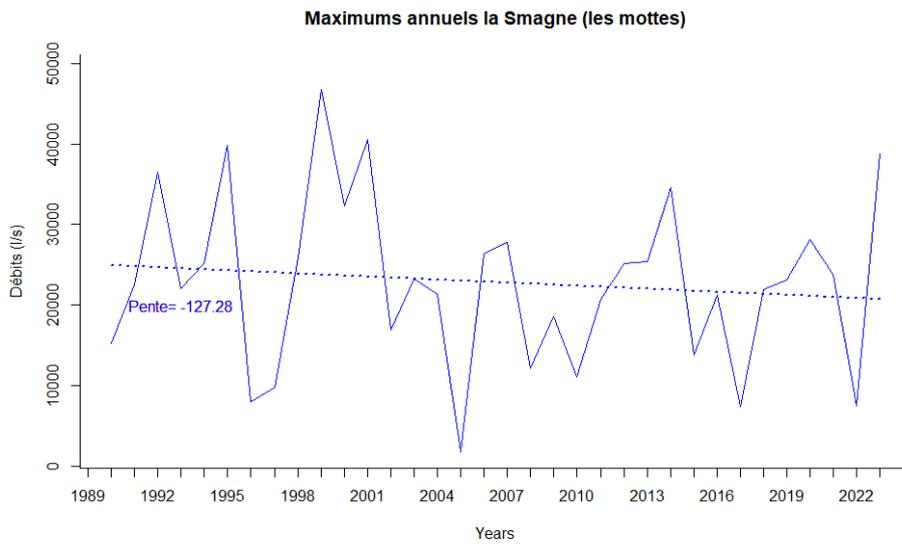
Jeully, 2024

Figure 64 : Amplitudes et écarts types annuels des débits (l/s) de la Dive à Voulon de 1996 à 2023.



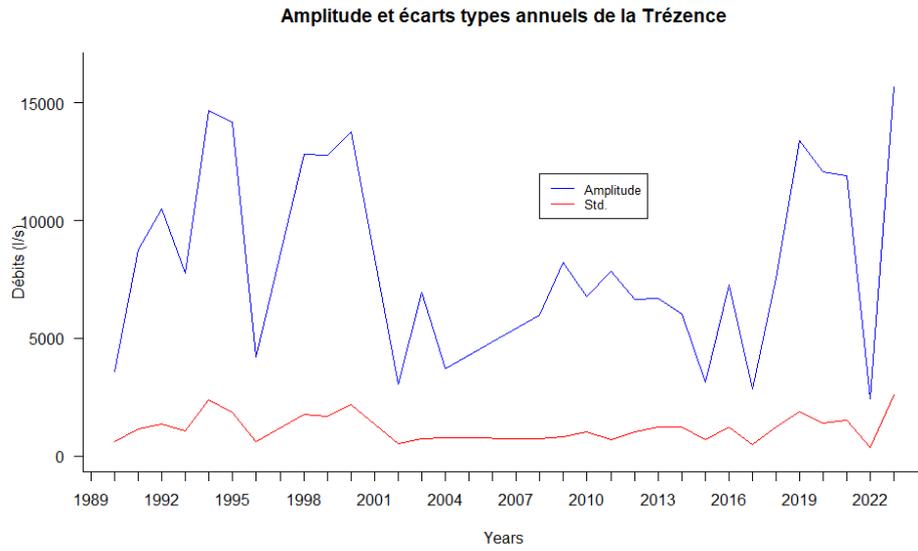
Jeully, 2024

Figure 65 : Amplitudes et écarts types annuels des débits (l/s) de la Smagne (Les mottes) de 1989 à 2023.



Jeully, 2024

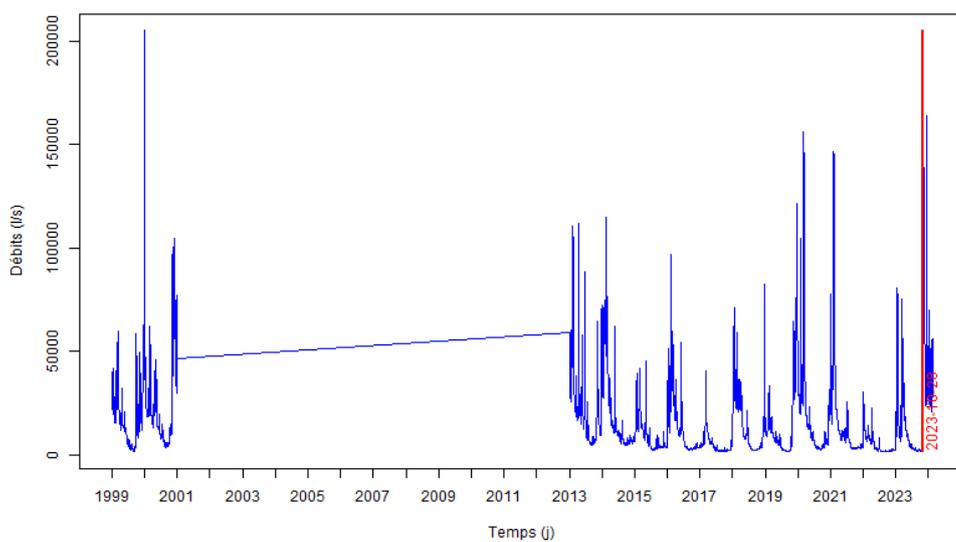
Figure 66 : Maximums annuels des débits (l/s) de la Smagne (Les mottes) de 1989 à 2023.



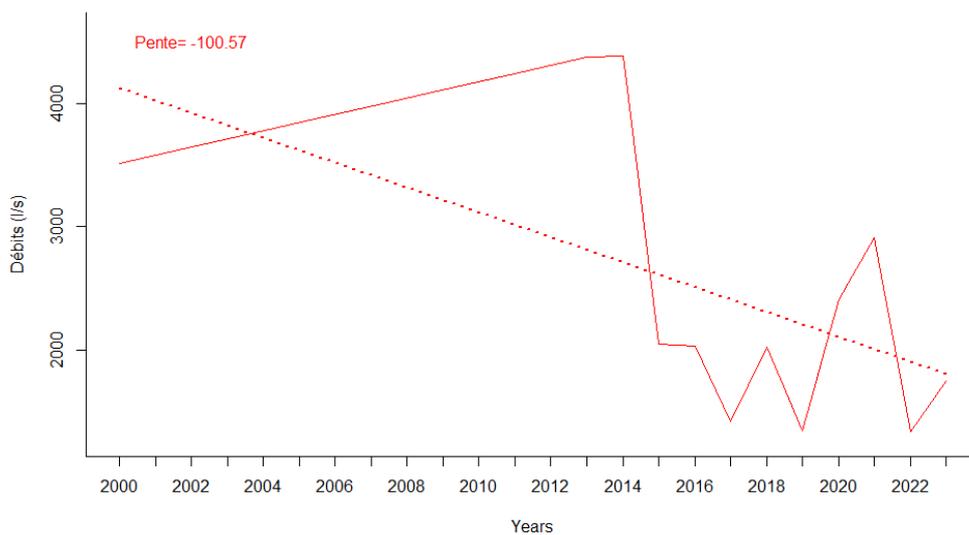
Jeully, 2024

**Figure 67 : Amplitudes et écarts types annuels des débits (l/s) de Trézence à Puyrolland de 1989 à 2023.**

Chroniques journalières du Clain à Poitiers



Minimums annuels le Clain à Poitiers



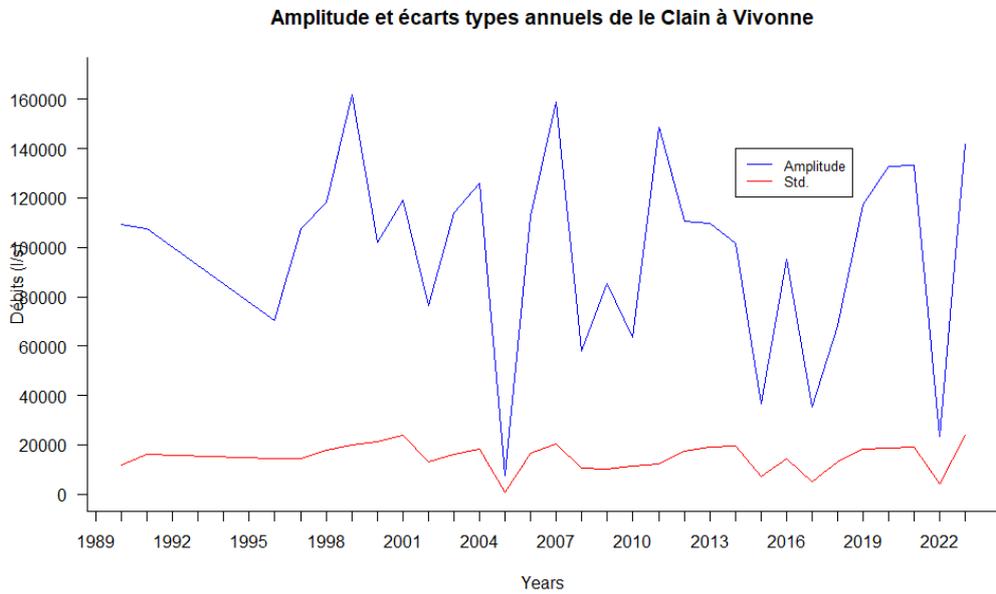
Amplitude et écarts types annuels de le Clain à Poitiers



Jeully, 2024

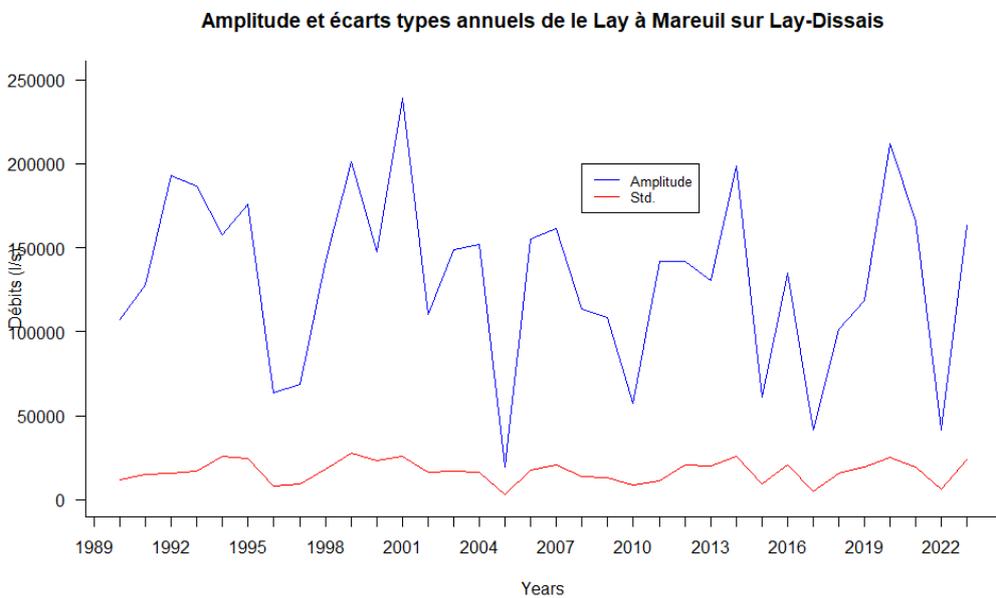
**Figure 68 : Exemple d'une station avec des artefacts dans les données : la station du Clain à Poitiers**

Cette station existe depuis 1911 et on ne trouve des données que depuis 2000 ce qui est problématique.



*Jeully, 2024*

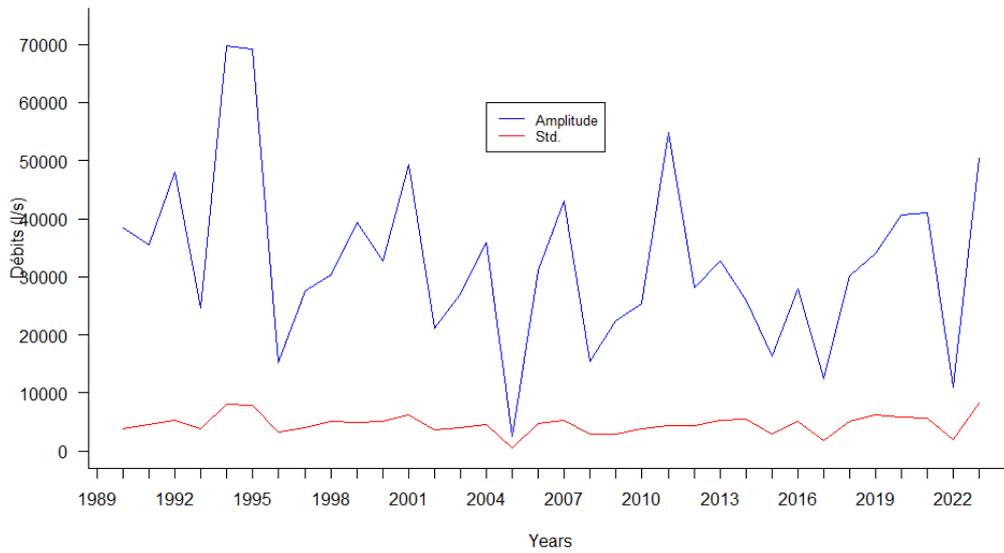
**Figure 69 : Amplitudes et écarts types annuels des débits (l/s) du Clain à Vivonne de 1989 à 2023.**



*Jeully, 2024*

**Figure 70 : Amplitudes et écarts types annuels des débits (l/s) du Lay à Mareuil sur Lay – Dissais de 1989 à 2023.**

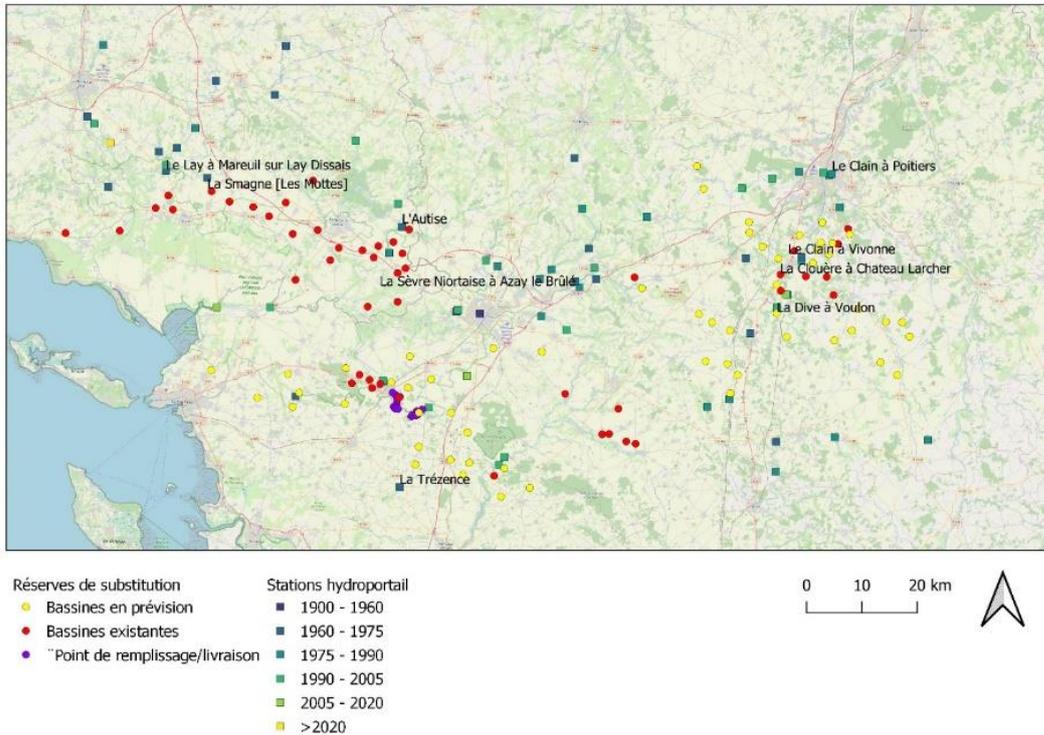
Amplitude et écarts types annuels de la Sèvre Niortaise à Azay le Brûlé



Jeully, 2024

Figure 71 : Amplitudes et écarts types annuels des débits (l/s) de la Sèvre Niortaise à Azay le Brûlé de 1989 à 2023.

Répartition des stations hydrométriques et des réserves de substitution dans le Marais Poitevin.

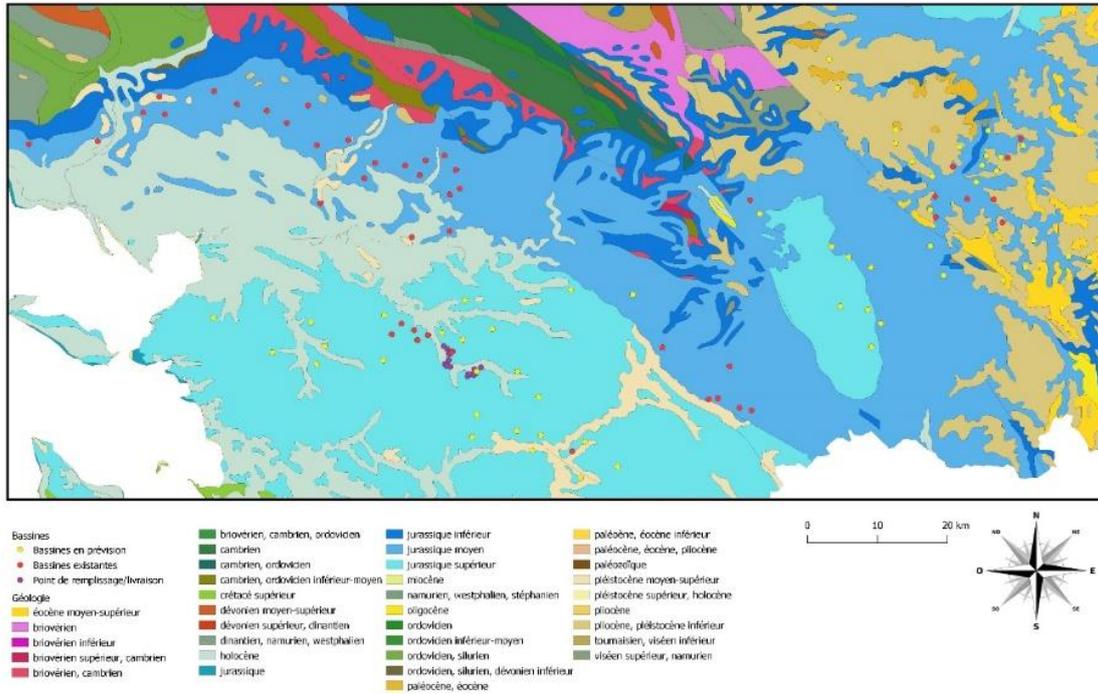


Jeully,

2024

Figure 72 : Répartition des réserves de substitution et des stations hydrologiques.

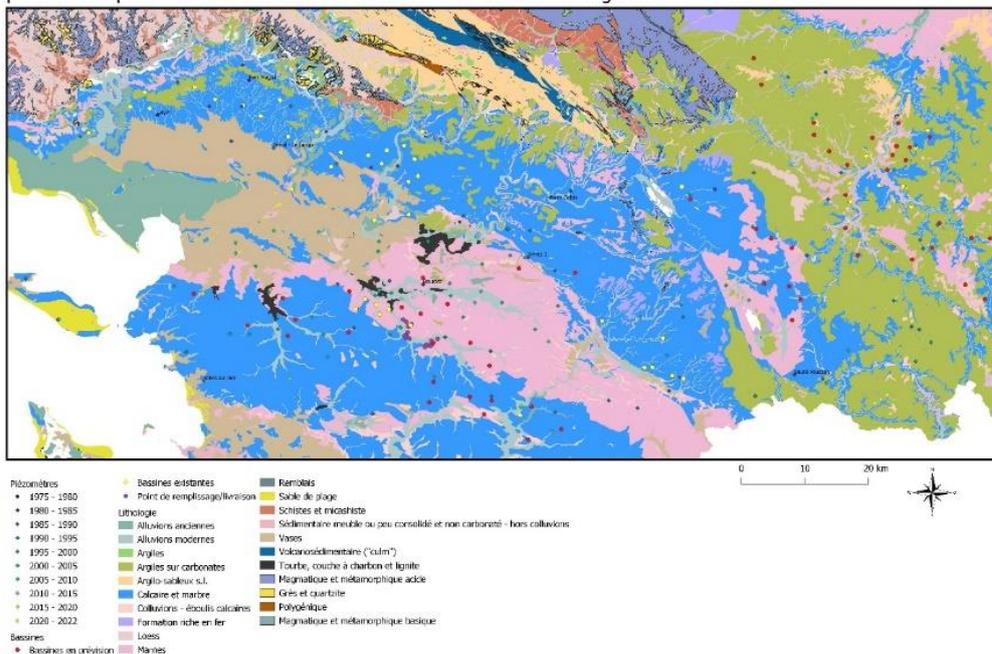
Répartition des réserves de substitution selon la géologie dans le Marais Poitevin.



Jeuilly, 2024

Figure 73 : Carte géologique du Marais Poitevin

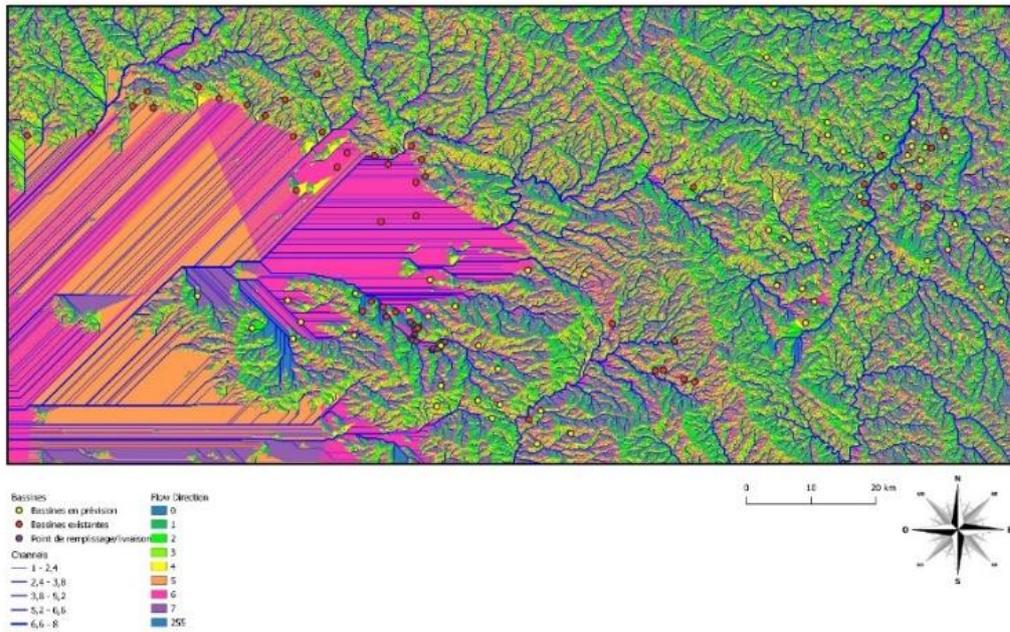
Répartition des piézomètres et des réserves de substitution selon la lithologie dans le Marais Poitevin.



Jeuilly, 2024

Figure 74 : Lithologie du Marais Poitevin

Répartition des réserves de substitution selon la carte des directions d'écoulement dans le Marais Poitevin.

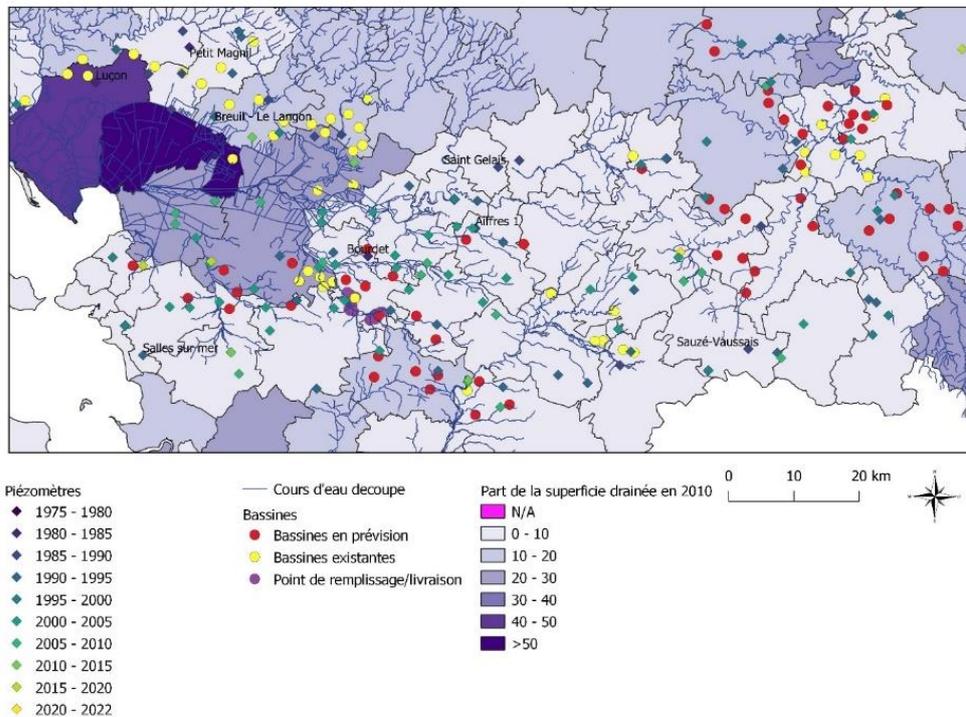


Jeully, 2024

Figure 75 : Cartographie des cours d'eau et des directions d'écoulement dans le Marais poitevin.

On observe à l'est une représentation avec des droites car la pente est très faible, le logiciel a ainsi représenté les directions d'écoulement.

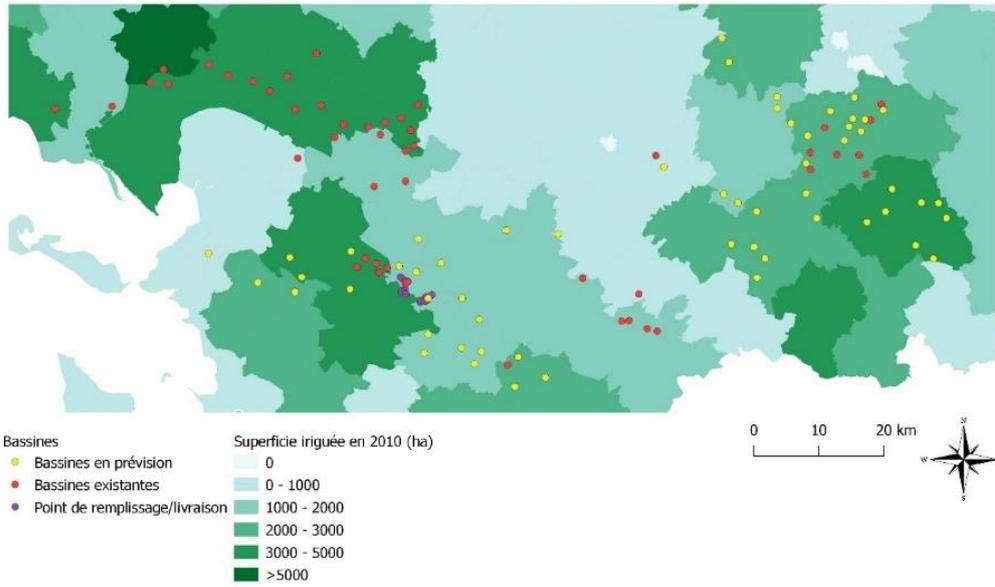
Part de la superficie drainée (%) par cantons en 2010 dans le Marais Poitevin.



Jeully, 2024

Figure 76 : Part de la superficie drainée en % par cantons en 2010.

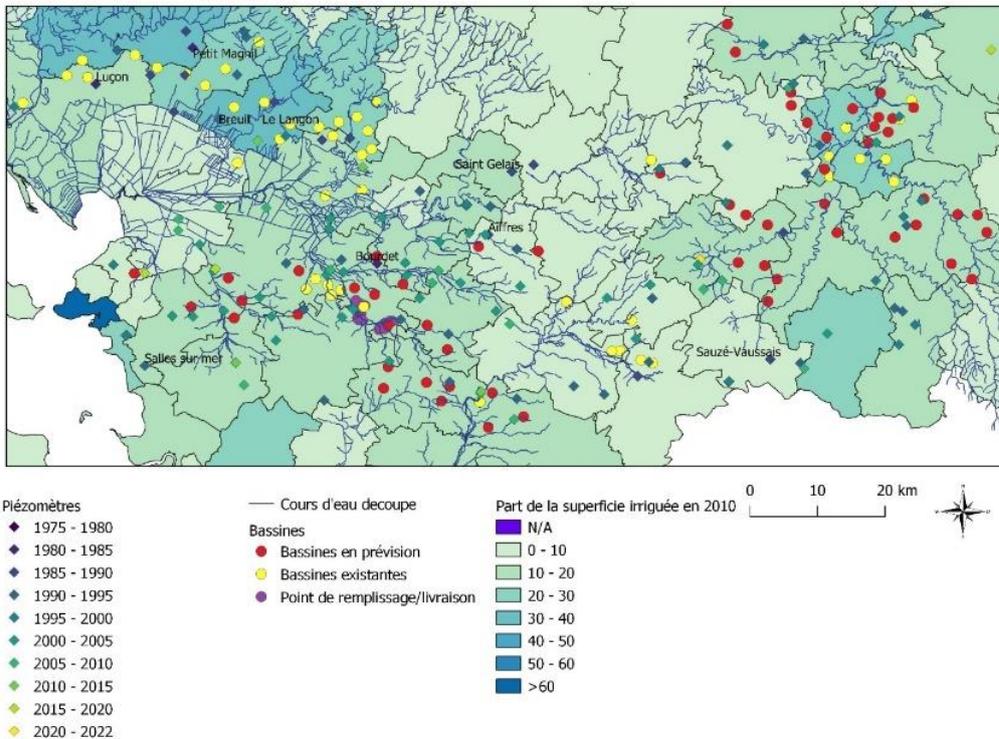
Superficie irriguée (ha) par cantons en 2010.



Jeuilly, 2024

Figure 77 : Superficie irriguée en hectares par cantons en 2010.

Part de la superficie irriguée (%) par cantons en 2010 dans le Marais Poitevin.



Jeuilly, 2024

Figure 78 : Part de la superficie irriguée en % par cantons en 2010.

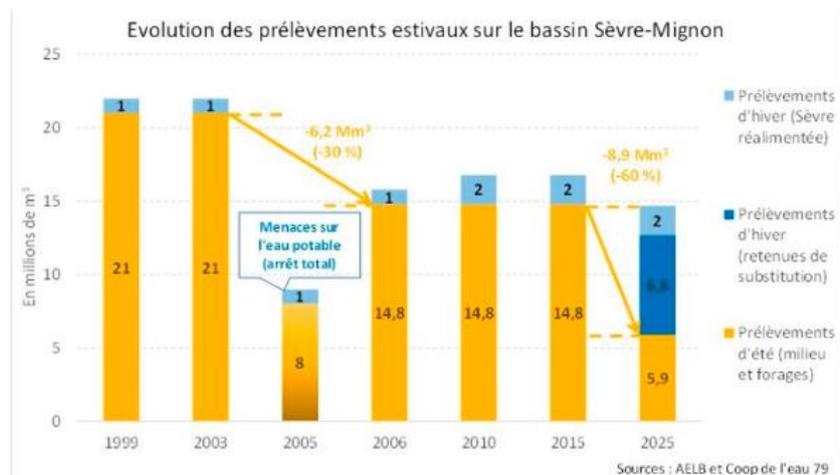
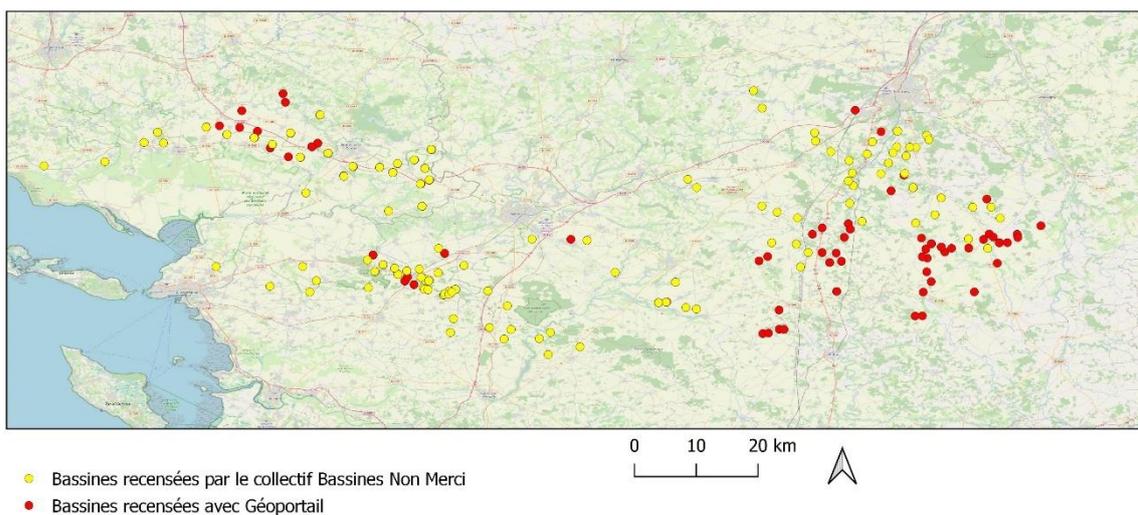


Figure 79 : Evolution des prélèvements estivaux sur le bassin Sèvre Mignon

Source : Le Betteravier Français, 2022

Représentation des bassines recensées et non recensées par le collectif Bassines Non Merci en 2024.



Jeully, 2024

Figure 80 : Représentation de quelques réserves de substitution observées sur Géoportail et non recensées.

## Bibliographie :

- Abasq L. 2022. Simulation du projet 2021 de réserves de substitution de la Coopérative de l'eau des Deux-Sèvres. Rapport final V2. BRGM/RC-71650-FR, 133 p.
- Aubertin C., Bouleau G., Bourrié G., Brulhet J., Brunet Y., Chomel Ch., Ducharne A., Gascuel Ch., Itier B., King Ch., Le Déaut J.-Y., Lemaire G., Michel F., Souchon Y., Vialle P., 2023. Les retenues de substitution : du cas de Mauzé-sur-le-Mignon (Deux-Sèvres) aux conditions générales de leur déploiement. Rapport de l'Académie d'agriculture de France, novembre 2023, 32 p. Disponible sur [academie-agriculture.fr](http://academie-agriculture.fr)
- BOLO, Philippe, et Gérard LONGUET. « Les aspects scientifiques et technologiques de la gestion quantitative de l'eau ». Rapport du sénat. Assemblée nationale, sénat, 2022.
- Budds, J. et McGranahan, G. (2003). Les débats sur la privatisation de l'eau passent-ils à côté de l'essentiel ? Expériences d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine. *Environnement et urbanisation*, 15(2), 87-114. <https://doi.org/10.1177/095624780301500222>
- CARRAUSSE Romain, « Face à la pénurie d'eau dans le Marais poitevin : dispositifs de gestion et trajectoire conflictuelle de réserves de substitution pour l'irrigation agricole », *Natures Sciences Sociétés*, 2022/3-4 (Vol. 30), p. 254-264. DOI : 10.1051/nss/2023005. URL : <https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2022-3-page-254.htm>
- Romain Carrausse. La construction politique des réserves de substitution de Vendée : Lecture par une géographie politique. Séminaire du GRIDEQ - UQAR, 2018, Rimouski, France. (hal-01963707)
- « Réserves collectives de substitution de prélèvements en eaux sur le bassin de la Sèvre Niortaise. » Coop de l'eau 79, 2017.
- Olivier Douez, Jean Eudes Du Peuty, Daniel Lepercq, Marielle Montginoul. Developing Substitution Resources as Compensation for Reduced Groundwater Entitlements: The Case of the Poitou Marshes (France). Sustainable groundwater management. A comparative analysis of French and Australian policies and implication top other countries, pp.333-353, 2020, ff10.1007/978-3-030-32766-8ff. fhal-02962323ff
- DOUEZ, Olivier. « Actualisation 2008 - 2011 du modèle maillé des aquifères du Jurassique en Poitou-Charente ». Rapport final. BRGM, 2015.
- DUDOIGNON, P., L. CANER, R.T. RADIMY, et C. BOISSARD. « Caractérisation et Evolution temporelle des structures des sols argileux à

tourbeux des 11 sites témoins utilisés pour le suivi de la biodiversité du Marais Poitevin. » Rapport final. Université de Poitiers, 2016.

- Greenpeace. « Méga-bassines : pourquoi s’y opposer ? », 2023. <https://www.greenpeace.fr/mega-bassines-pourquoi-opposer/>.
- LACOUTURE, L. « Faisabilité d’un modèle hydrogéologique sur la bordure sud du Marais Poitevin ». BRGM, 1996.
- LAIME, Marc. « Les méga-bassines : une politique de l’irrigation à vau-l’eau ». *Dard Dard*, 2022.
- LANOISELEE, Cédric. « Évaluation des actions pour le retour à une gestion quantitative équilibrée de la ressource en eau sur le Marais poitevin, bassins Lay, Vendée et Autizes ». Rapport d’observation. Agence de l’eau Loire - Bretagne, 15 avril 2021.
- Lepercq D, Dupeuty J-E. 2020. La réduction des conflits par la combinaison d’un aménagement et d’une gestion rigoureuse : le cas du Marais Poitevin. *La Houille Blanche* : 5–12
- LOBINA, Emanuele, et David HALL. « Water privatisation and restructuring in Latin America », 2007. <https://gala.gre.ac.uk/id/eprint/2940/1/2007-09-W-Latam.pdf>.
- Petit O, Kuper M, Lopez-Gunn E, Rinaudo J-D, Daoudi A, Lejars C. 2017. Can Agricultural groundwater economies collapse ? An inquiry into the pathways of four groundwater economies under threat.
- Puy A, Borgonovo E, LO Piano S, Levin S, Saltelli A. 2021. Irrigated areas drive irrigation water withdrawals.
- PETIT, Olivier, Marcel KUPER, Elena LOPEZ-GUNN, Jean-Daniel RINAUDO, Ali DAOUDI, et Caroline LEJARS. « Can agricultural groundwater economies collapse? An inquiry into the pathways of four groundwater economies under threat », 2017, 16.
- PUY, Arnald, Emanuele BORGONOVO, Samuele LO PIANO, Simon LEVIN, et Andrea SALTELLI. « Irrigated areas drive irrigation water withdrawals ». *nature communications*, 2021, 12.
- RECAMIER, Emmanuel. « Les réserves de substitution ». Office International de l’Eau, 2008.
- « Influence des interactions rivière-nappe sur la ressource en eau ». Rapport de synthèse. PIREN-Seine, 2019 2015.

- *Le Betteravier Français*. « La lutte anti-bassines est-elle vraiment écologique? » 2022. <https://www.lebetteravier.fr/2022/11/22/la-lutte-anti-bassines-est-elle-vraiment-ecologique/>.
- M. Montginoul, K. Erdlenbruch. Les réserves de substitution sont-elles une solution à la pénurie d'eau ?. *Ingénieries eau-agriculture-territoires*, 2009, 59-60, pp.131-136. (hal-02297804)
- PASTIER, Anne-Morwenn, et Bassines Non Merci. « Contre-argumentaire scientifique sur les méga-bassines. Désarmement du rapport du BRGM. » 2023.  
[file:///C:/Users/charl/Documents/STAGE%20CNRS/a%20imprimer/megabassines-contre-etude\\_30\\_janvier\\_2023\\_Anne-Morwenn%20Pastier.pdf](file:///C:/Users/charl/Documents/STAGE%20CNRS/a%20imprimer/megabassines-contre-etude_30_janvier_2023_Anne-Morwenn%20Pastier.pdf).
- « Méga-bassines : Que sont ces énormes réservoirs d'eau et pourquoi sont-ils contestés ? » *La Terre au carré*, France Inter, 2022.  
<https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/la-terre-au-carre/la-terre-au-carre-du-mardi-29-novembre-2022-9570297>.