
Rapport de stage individuel (travail de substitution)

4^{ème} année

Retenues de substitution et impact des prélèvements hivernaux

Etablissement Public Loire
2, Quai du Fort Alleaume
CS 55708 – 45057 ORLEANS CEDEX



Tuteur entreprise :
Jonathan Bourdeau-Garrel
Chargé de mission SAGE Cher Amont

Angel
NEUENSCHWANDER

IMA
2019-2020

Sommaire

Introduction.....	1
1. Contexte de l'étude et présentation du territoire	2
2. Etude des impacts relatifs aux retenues de substitution	4
2.1. Projet de 24 réserves de substitution sur le bassin de la Boutonne (Charente-Maritime et Deux -Sèvres).....	5
2.2. Projet de 6 retenues sur le bassin versant du Curé (Charente-Maritime)	7
2.3. Projet de 19 retenues dans les Deux Sèvres	8
2.4. Projet de 41 bassines sur le bassin du Clain (Vienne)	9
2.4.1. Projet de 6 réserves sur le bassin Dive-Bouleure Clain Amont, un sous-bassin du Clain (Vienne) 15	
2.4.2. Projet de 8 réserves sur le bassin de la Clouère, un sous bassin du Clain (Vienne).....	15
3. Mesures de compensation pour limiter les impacts	17
4. La nappe phréatique du Jurassique supérieur	20
5. Avis et préconisations sur les projets de substitution.....	21
Conclusion	23

Table des illustrations

Figure 1 : 5 types de retenues selon leur emplacement et leur mode d'alimentation (Source : F. Peyriguer (Irstea) d'après O. Douez (BRGM))	4
Figure 2 : Bassin de la Boutonne (Source : site web du Symbo Boutonne, qgistoweb, OpenStreetMap)	5
Figure 3 : Bassin versant du Curé (Source : Nature Environnement 17, mai 2018)	7
Figure 4 : Périmètre du SAGE Sièvre niortaise Marais Poitevin	8
Figure 5 : Périmètre du SAGE Clain (Source : BD Carthage).....	10
Figure 6 : Tableau récapitulatif des méthodes utilisées pour évaluer les impacts sur la nappe	16
Figure 7 : Modalités de remplissage des retenues du bassin du Curé – Résumé non technique du projet par le SYRES17	19

Acronymes

AEI : Adduction d'Eau Industrielle

AEP : Adduction d'Eau Potable

ASA : Association Syndicale Autorisée

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

BSS : Banque des Sous-Sols

CLE : Commission Locale de l'Eau

CTG2Q : Contrat Territorial de Gestion Quantitative et Qualitative

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DDT : Direction Départementale des Territoires

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DREAL : Direction Régionale Eau, de l'Aménagement et des Logements

EPL : Etablissement Public Loire

FEADER : Fonds Européens Agricoles pour le Développement Rural

INRA : Institut National de la Recherche Agrologique

IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

ORE : Opérateur de Réseau d'Energie

PAC : Politique Agricole Commune

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SAU : Surface Agricole Utile

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de gestion de l'Eau

STEP : Station d'Épuration des eaux usées

ZRE : Zone de Répartition des Eaux

Introduction

Compte tenu des évolutions climatiques et des pratiques exercées, la ressource en eau se fait de plus en plus rare dans certaines régions, notamment en période estivale où de nombreux cours d'eau et sources voient leurs débits s'amoindrir, parfois même disparaître. C'est le cas sur les bassins Cher amont et Yèvre Auron où les manques d'eau se font de plus en plus ressentir. La gestion complexe de ces problématiques fait intervenir de multiples acteurs du territoire et usagers de la ressource pour trouver des solutions communes et durables. Un des points cruciaux de cette gestion concerne le secteur agricole, qui souffrent cruellement du manque d'eau. Certains exploitants peinent à assurer l'irrigation de leurs cultures et voient donc leur avenir de plus en plus incertain. Derrière, c'est tout le modèle économique du secteur agricole qui est fragilisé. De plus, la DCE impose l'atteinte d'un bon état écologique des masses d'eau pour 2027, ce qui implique une gestion qualitative et quantitative qui tient compte non seulement des pratiques, mais aussi de l'environnement et du bon fonctionnement des écosystèmes.

Pour répondre à ce double enjeu économique et écologique, une des solutions envisagées consiste à mettre en place des réserves de substitution, aussi appelées bassines, permettant de stocker l'eau. Ces réserves sont remplies par pompage dans les nappes phréatiques en période de hautes eaux, afin d'assurer un volume disponible en été pour l'irrigation. Le but est donc de substituer les prélèvements estivaux actuels causant trop de dommages sur la ressource et l'environnement, par des prélèvements hivernaux.

Les commissions locales de l'eau (CLE) des bassins Cher amont et Yèvre-Auron ont convenu de réaliser une étude commune pour évaluer les éventuels impacts de la substitution, notamment sur les nappes phréatiques. Cette étude comportera d'abord un bref état des lieux du territoire pour recontextualiser le sujet. Puis une analyse des différentes méthodes utilisées pour les études d'impacts de projets similaires. Ensuite seront passées en revue les différentes mesures prises pour réduire les éventuels effets négatifs de ces retenues, en fonction notamment de l'état de recharge des nappes prélevées. Enfin seront abordées les caractéristiques et le fonctionnement de la nappe phréatique du Jurassique supérieur concernée. Ce rapport constitue en un éclairage préalable à l'étude de faisabilité qui sera réalisée prochainement. Il n'a donc pas pour objectif de déboucher sur une décision définitive mais de rendre attentif aux différentes dimensions à prendre en compte dans un projet de création de retenues de substitution.

1. Contexte de l'étude et présentation du territoire

L'Etablissement Public Loire (EPL) est un syndicat mixte composé de plus de 50 collectivités et groupements de collectivités. Il contribue à la cohésion des actions menées sur l'ensemble du bassin de la Loire et de ses affluents et assure la maîtrise d'ouvrage d'opérations menées à cette échelle, ou présentant un caractère interrégional ou interdépartemental. L'Etablissement Public Loire porte la mise en œuvre des SAGE Cher amont et Yèvre-Auron approuvés par arrêtés inter-préfectoraux respectivement les 20/10/2015 et 25/04/2014.

Dans un objectif de renforcement des coopérations et des synergies inter-SAGE, les deux CLE ont souhaité engager dans leurs feuilles de route respectives la réalisation d'une étude commune visant l'analyse des effets potentiels de la substitution et des prélèvements hivernaux supplémentaires sur la ressource en eau. Il s'agit par le biais de cette étude de déterminer s'il est possible, et dans quelles conditions, de substituer des prélèvements estivaux par des prélèvements hivernaux en créant des retenues pour les usages économiques agricoles et prioritairement sur les zones à enjeux.

Le territoire concerné regroupe les bassins Cher amont et Yèvre-Auron, pour une superficie totale de 4 453 km². Il s'étend ainsi sur 5 départements (Puy-de-Dôme, Allier, Creuse, Cher et Indre). En 2018, les 203 communes de ce territoire comptaient 254 839 habitants. Les quatre villes principales, Bourges (66071 habitants), Vierzon (26919 habitants), Saint-Amand-Montrond (9 919 habitants) et Saint-Doulchard (9431 habitants), rassemblent 44% de la population totale du territoire. Ce territoire regroupe 12 sous-bassins versants hydrographiques.

L'agriculture occupe une place majeure puisqu'on ne dénombre pas moins de 2 535 exploitations agricoles, représentant 308 000 ha de SAU (Surface Agricole Utile) dont 240 000 ha labourables, 62 000 ha en herbe et 1 400 ha de cultures permanentes. Sur ces 2 535 exploitations agricoles, 280 ont recours à l'irrigation de leurs cultures, pour un total de 15 000 ha de surface irriguées, soit 6% des surfaces labourables.

Les bassins versant du Cher amont et Yèvre-Auron sont classés en ZRE (zone de répartition des eaux), c'est-à-dire une zone géographique sur laquelle la ressource en eau disponible est inférieure aux besoins pour les différents usages. De ce fait, les prélèvements supérieurs à 8m³/h sont soumis à autorisation et des volumes prélevables sont attribués aux agriculteurs irrigants. Sur le bassin Cher Amont, les volumes annuels prélevés pour l'irrigation sont globalement en augmentation. (8,2 millions de m³ en 2008 et 11,2 millions de m³ en 2016). De même sur le bassin Yèvre-Auron, les volumes annuels prélevés pour l'irrigation sont de plus en plus importants (9,5 millions de m³ en 2008 et 13,5 millions de m³ en 2016).

En 2017, l'Etablissement Public Loire a réalisé une étude prospective sur le changement climatique et ses effets induits sur la ressource en eau sur les bassins Cher amont et Yèvre-Auron. D'après les résultats, il faut s'attendre à un réchauffement généralisé sur le territoire, plus marqué au printemps et à l'automne. De plus, le déficit hydrique augmenterait fortement en période estivale avec une augmentation de l'évapotranspiration des plantes et une baisse des précipitations. La ressource en eau serait moins disponible l'été avec une baisse du débit des cours d'eau (- 25% module, - 40% débit d'étiage QMNA5 d'ici 2050) prolongé plus tard sur l'automne, et une recharge moindre des nappes souterraines l'hiver. Les niveaux de ces dernières risquent de diminuer fortement sur les plateaux. On estime entre -25 à -34% la diminution de la recharge des nappes d'ici 2050. Et à cela s'ajoute le réchauffement des eaux superficielles, estimé à + 2,3°C en 2065, et + 4°C en 2100. Les impacts seront donc importants sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau, l'alimentation en eau potable et l'agriculture.

En 2019, un point sur la situation de la ressource en eau en Centre Val de Loire (DREAL Centre Val de Loire) indiquait que 53% des piézomètres régionaux relevaient des niveaux de nappes bas à très bas, au 4 août. Le 9 septembre c'était le cas de 84% des piézomètres présents sur le bassin Yèvre-Auron. Tous ceux situés sur la nappe du Jurassique supérieur de ce bassin sont bas à très bas. Il en va de même pour les étiages qui sont de plus en plus sévères et qui surviennent de plus en plus tôt au cours de l'année.

Cet état des lieux met en avant un problème de déficit de la ressource sur le territoire Cher amont – Yèvre-Auron. En effet, d'une part les besoins en eau augmentent, notamment pour assurer l'irrigation des cultures, ce qui se traduit par des volumes prélevés de plus en plus importants. D'autre part, les niveaux piézométriques des nappes de la région sont bas à très bas en été, y compris pour la nappe du Jurassique supérieur particulièrement concernée pour d'éventuels projets de retenues.

En réponse à cette situation, un contrat territorial de gestion quantitative et qualitative (CTG2Q) a été mis en place. Il est actuellement en cours d'instruction. Il a été élaboré par la chambre d'agriculture avec l'appui des deux SAGE. Il aura pour but de fédérer l'ensemble des acteurs agricoles et non agricoles pour une gestion durable de l'eau et améliorer l'état quantitatif et qualitatif des masses d'eau pour atteindre les objectifs de la Directive cadre sur l'eau. Ce contrat devra être effectif en 2021 et prévoit un plan d'action sur 6 ans, dans lequel sera intégrée la présente étude. La phase de diagnostic de ce contrat territorial a placé en tête des priorités la problématique des prélèvements pour l'irrigation agricole en été. Et la table ronde travaillant sur ce sujet a proposé comme potentielle solution la construction de retenues de substitution.

Définition, fonctionnement et financement des retenues de substitution :

Un guide régional pour la création de retenue de substitution, créé par la DREAL Pays de la Loire, propose la définition suivante : *« Pour réduire les prélèvements estivaux qui ont le plus d'impact sur le milieu naturel des aménagements nouveaux peuvent être réalisés permettant d'exploiter la ressource en période excédentaire et de stocker l'eau pour une utilisation en période déficitaire. Ces retenues, dites de substitution, impérativement étanches et déconnectées du milieu naturel en période d'étiage, permettent de substituer des prélèvements d'étiage par des prélèvements en période excédentaire. Cela diminue d'autant la pression sur le milieu naturel en été et contribue au respect des objectifs de débits. Ces retenues ne sont pas soumises aux dispositions relatives aux plans d'eau (1C-1 à 1C-4) »*. A noter la différence avec les retenues collinaires qui sont des réserves remplies par les eaux de surface, de ruissellement, et qui ne seront pas traitées dans cette étude.

Les projets de retenues de substitution, de par leur objectif de réduction de la pression sur la ressource en période estivale, sont qualifiés de projets d'intérêt général. En effet, l'eau est un bien commun. Sa gestion doit donc répondre à l'intérêt commun. C'est pourquoi l'Agence de l'Eau subventionne ces retenues, à hauteur de 30% dans le cas général, et de 40% dans le cas de retenues en ZRE. Pour les zones à fort déficit quantitatif, le taux d'aide de l'Agence de l'Eau peut être porté jusqu'à 70%. C'est le cas pour les bassins versants du Clain (hors région Pays de la Loire), du Lay, de la Vendée et de la Sèvre Niortaise. Sur ces bassins versants, les créations de retenues de substitution seront aidées financièrement par l'Agence de l'Eau via la mise en œuvre d'un contrat territorial volet "gestion quantitative". Les financements européens (Fonds européen agricole pour le développement rural, FEADER) ou de collectivités locales (Conseils régionaux ou généraux) viennent compléter à hauteur de 80%. Les 20% restants sont à la charge du maître d'ouvrage, parfois public (Syndicat mixte par exemple).

Pour pouvoir bénéficier des subventions de l'agence de l'eau, un projet de création de retenue doit répondre à plusieurs conditions. Premièrement, et ce depuis l'instruction du 4 juin 2015, la construction de retenues doit s'inscrire dans un projet de territoire. Ce contrat doit faire l'objet d'un

diagnostic des ressources et des besoins en eau et proposer diverses pour le territoire : économies d'eau, accompagnement de la transition agroécologique, désartificialisation des sols pour augmenter l'infiltration, partage de la ressource et stockage ou transfert de l'eau, etc. Ensuite, pour le cas du bassin Loire-Bretagne, une retenue n'est éligible que si « *son volume est inférieur ou égal aux volumes maximaux à substituer déclarés à l'agence depuis l'année 2004, diminués de 20%. En deçà de cette diminution, le projet n'est pas pris en compte par l'Agence de l'Eau. Toutefois, cette réduction pourra être adaptée si une diminution du volume prélevé au cours des dix dernières années est démontrée. En cas de gestion collective d'un volume prélevable validé par les services de l'Etat et attribué à un organisme unique de gestion, l'abattement de 20% ne sera pas appliqué dans le périmètre géré par l'organisme unique.* » (Guide régional pour la création de retenues de substitution, DREAL Pays de la Loire). Autrement dit, la construction de retenues de substitution implique une réduction de 20% des volumes prélevés. Enfin, les agences de l'eau ne participent au financement que pour les retenues de substitution d'un volume minimal de 10 000 m³ et chaque projet doit faire l'objet d'une autorisation préfectorale.

2. Etude des impacts relatifs aux retenues de substitution

De nombreux territoires souffrent du manque d'eau en été et font face à des problèmes urgents, notamment pour l'irrigation des cultures. Les départements de la Charente-Maritime (17), des Deux Sèvres (79), et de la Vienne (86) sont particulièrement touchés et ont opté pour la construction de retenues de substitution. Ces projets font obligatoirement l'objet d'étude d'incidence pour évaluer les potentiels impacts que pourraient causer ces aménagements. Quels sont les méthodes, les paramètres, les indicateurs utilisés pour évaluer ces impacts ? Et comment appréhender l'impact cumulé des retenues d'eau sur un territoire ? En 2017, des scientifiques de l'IRSTEA (Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) et de l'INRA (Institut national de recherche agronomique), missionnés par le ministère de l'Environnement sur ce sujet de l'impact cumulé des retenues, ont tenté de répondre à cette question. Depuis la réforme de décembre 2011, les projets de création de retenues qui nécessitent une étude d'impact doivent en effet ajouter à leur dossier une analyse des effets cumulés des ouvrages. Mais il n'existe actuellement pas de méthodologie nationale, car la question est complexe, notamment du fait de la grande diversité des types ouvrages (voir Figure 1) au regard de leurs caractéristiques (usages, modes d'alimentation et de restitution de l'eau, position dans le bassin versant, lien avec un cours d'eau, taille, forme, etc.), avec des conséquences très variables quant à leurs impacts cumulés.

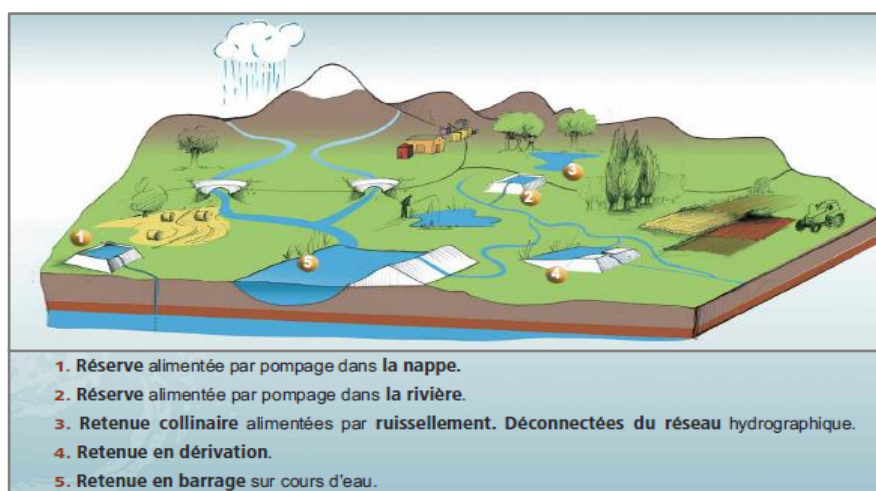


Figure 1 : 5 types de retenues selon leur emplacement et leur mode d'alimentation (Source : F. Peyriguer (Irstea) d'après O. Douez (BRGM))

Dans ce contexte, un inventaire des réalisations récentes permettra d'enrichir la réflexion et de préparer la poursuite des travaux d'étude. Même si chaque situation reste spécifique, ces expériences apportent de nombreux enseignements sur la façon d'appréhender les impacts.

Cependant nombreux éléments des études d'impacts des différents projets sont restés inaccessibles, ne permettant pas une analyse exhaustive.

2.1. Projet de 24 réserves de substitution sur le bassin de la Boutonne (Charente-Maritime et Deux -Sèvres)

En Charente-Maritime, les premières zones de répartition des eaux ont été créées en 1994. Aujourd'hui, la quasi-totalité du département est classée en ZRE. Les espaces agricoles occupent 64 % du territoire, représentant une surface agricole utile (SAU) de plus de 444 000 hectares. Le recensement agricole de 2010 dénombrait environ 7400 exploitations agricoles.



Figure 2 : Bassin de la Boutonne (Source : site web du Sympo Boutonne, qgistoweb, OpenStreetMap)

Le projet de 24 réserves présenté par le Syndicat mixte des réserves de substitution de la Charente-Maritime (SYRES 17) comporte la création de 24 réserves de substitution sur 17 communes du département. En juin 2020, la commission a rendu un avis défavorable ne permettant à ce projet d'obtenir sa déclaration d'intérêt générale. De nombreuses insuffisances du dossier ont été pointées du doigt : un financement non actualisé, une absence de calendrier des chantiers, des conditions de remplissage des réserves pas assez sérieuses et un manque d'incitation à la sobriété.

Voici quelques chiffres clés du projet :

- un volume de stockage total d'environ 5,25 Mm³ ;
- une surface en eau cumulée de 72 ha (entre 1,3 et 5,9 ha pour chaque réserve) ;
- une emprise totale des réserves avec leurs aménagements périphériques de 160 ha

- un total de 140 forages substitués, 66 utilisés pour le remplissage, 74 rebouchés ;
- un débit de prélèvement maximal d'environ 4,37 m³/heure
- 65 exploitations agricoles raccordées, soit environ 3000 ha de surface irrigable.

L'étude d'impact de ce projet a fait l'objet d'une campagne de pompages d'essai visant à analyser les impacts du remplissage hivernal suivant :

- Le rabattement du niveau de la nappe et son influence sur les zones humides, en fonction de l'approche des paramètres hydrodynamiques de la nappe (transmissivité T en m²/s et en emmagasinement S en %)
- La ponction sur les écoulements superficiels au niveau local des affluents et global sur la Boutonne, en fonction de la caractérisation de la part en débit et en volume prélevée indirectement sur les cours d'eau en pompant dans la nappe

Afin de se situer en situation critique comparable à celle d'un hiver sec, donc déficitaire, l'incidence du remplissage des retenues sur le milieu a été estimée à partir des essais de pompage réalisés en période intermédiaire de « moyenne eaux » entre la période de remplissage hivernale de « hautes eaux » et la période substituée de « basses eaux ». Ces impacts mesurés au cours du printemps 2009 ont ensuite été extrapolés à une situation de remplissage hivernale sur plusieurs mois. Ces mesures de pompage ont été accompagnées de mesures sur les eaux superficielles (sources, fossés, affluents), de suivi de la nappe et de mesures de rabattement à proximité du forage sur le reste de la saison et. Pour cela, 6 piézomètres de 15 mètres de profondeur en moyenne ont été mis en place.

L'objectif de ces essais dits de longue durée (suffisante pour dépasser les effets de capacité des forages testés) était de déterminer des valeurs locales de transmissivité et d'emmagasinement de la nappe, et de caractériser les types de limites suivantes de l'aquifère :

- limites d'alimentation, liées à la stabilisation des rabattements par la réalimentation de la nappe induite par les pertes des cours d'eau en relation étroite avec cette dernière
- limites étanches, liées aux caractéristiques complexes du milieu aquifère calcaire fissuré

L'interprétation des courbes de rabattement et de remontée des niveaux de nappe a été effectuée selon plusieurs méthodes accessibles dans le logiciel d'interprétation semi-automatique Aquifer Test Pro commercialisé par Schlumberger Water Services. Cependant les résultats ne sont pas disponibles.

2.2. Projet de 6 retenues sur le bassin versant du Curé (Charente-Maritime)

Ce projet, également porté par le SYRES 17 prévoyait la création de 6 retenues sur 6 communes (St Xandre, St Sauveur, St Médard, Anais, Benon, Le Gué d'Alléré) du bassin du Curé.

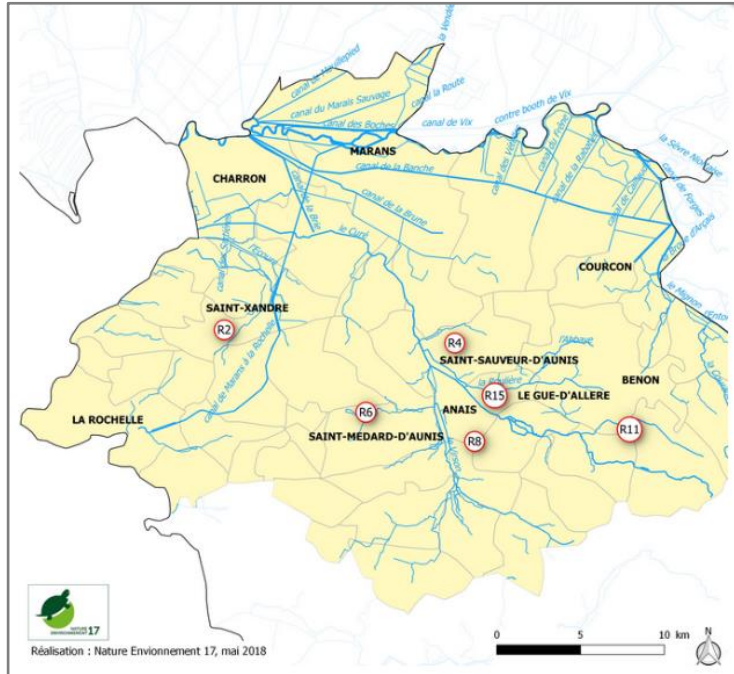


Figure 3 : Bassin versant du Curé (Source : Nature Environnement 17, mai 2018)

Par l'arrêté du 4 juin 2020, et après avoir entendu les arguments des nombreux opposants, préfet a finalement annulé les autorisations qui avaient été délivrées. En effet Nature Environnement 17 affirmait devant le tribunal administratif : *"Ce projet de réserves est pourtant encore une fois surdimensionné, et construit sans sérieuse prise en compte des enjeux du territoire. L'étude d'impact souffre de sévères lacunes s'agissant des effets du projet sur l'environnement, et plus particulièrement les impacts sur les zones Natura 2000, les zones humides, l'avifaune, les milieux aquatiques ou encore la faune piscicole."*

Voici quelques chiffres clés du projet :

- un coût 9,3 Millions d'€ HT (dont 70% d'argent public soit 6,5 millions d'€) ;
- 1,66 millions de m3 stockés ;
- 13 exploitants agricoles bénéficiaires, soit 2% des agriculteurs du bassin du Curé ;
- 34 ha d'emprise sur les terres naturelles et agricoles ;

L'étude d'impact n'a pas été trouvée.

2.3. Projet de 19 retenues dans les Deux Sèvres

Ce projet a été élaboré dans le cadre d'un contrat territorial signé avec l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et en échangeant régulièrement avec tous les acteurs concernés. Il s'inscrit également dans le projet de territoire validé par la commission locale de l'eau du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Sèvre Niortaise et du Marais poitevin.

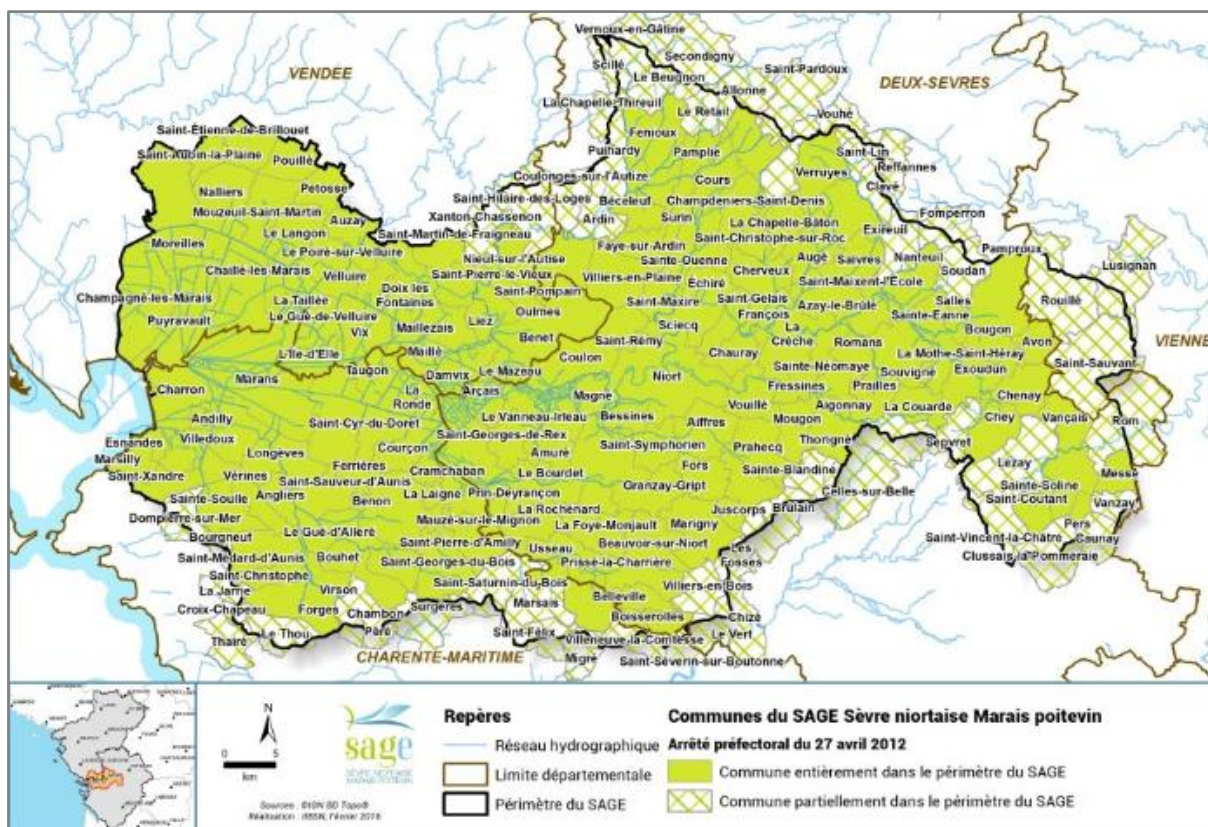


Figure 4 : Périmètre du SAGE Sèvre niortaise Marais Poitevin

Sur les bassins de la Sèvre Niortaise amont et du Mignon, situés majoritairement dans le département des Deux-Sèvres (15 retenues), en Charente-Maritime (2 retenues) et dans la Vienne (2 retenues), 9 600 ha sont irrigués par 230 exploitations agricoles. La Société coopérative anonyme de l'eau des Deux-Sèvres a d'abord été autorisée en 2017 à réaliser 19 retenues à remplir en hiver pour un volume de 8,65 millions de m³. Puis le projet a dû être révisé en 2020, passant de 19 à 16 retenues et réduisant la capacité autorisée de 8 700 000 m³ à 7 200 000 m³. En effet, le projet a été jugé surdimensionné car comme beaucoup d'autres il prenait en compte le volume autorisé (ou prélevable) et non le volume réellement prélevé (atteignant en moyenne les 2/3 du volume autorisé). Le coût du projet a été estimé à 59 M €. Le début des travaux était initialement prévu pour octobre 2020, mais a finalement été repoussé à mars 2021 à cause du covid-19.

L'étude d'impact de ce projet a eu recours à l'utilisation du logiciel MARTHE (Modélisation d'aquifères avec un maillage rectangulaire, transport et hydrodynamique) qui a permis la modélisation numérique bidimensionnelle (voire 3D) des écoulements et transferts dans les systèmes aquifères en intégrant les influences climatiques (notamment pluies, évapotranspiration, etc.) et les influences anthropiques (notamment les prélèvements, correspondant aux volumes déclarés à l'agence de l'eau). Ce modèle du BRGM permet de comparer les niveaux de nappes observés, relevés pendant plusieurs années (ici de 2000 à 2011), avec les niveaux théoriques simulés selon le « Scénario Coop 79 » (scénario

du projet des 19 retenues avec intégration des prélèvements hivernaux pour remplissage des retenues et réduction des prélèvements estivaux). On observe des différences de niveau de la nappe de quelques centimètres à quelques mètres en été. Par exemple, au piézomètre du Bourdet (nappe du Jurassique supérieur) de 2000 à 2012, on peut constater que la simulation « Scénario Coop 79 » permet un meilleur respect de l'objectif piézométrique de fin d'été (une seule baisse piézométrique sous ce seuil, contre une baisse quasiment chaque année en situation de référence). Ceci est confirmé sur d'autres piézomètres pour le Jurassique supérieur (St-Hilaire-la-Palud et Prissé-la-Charrière) : la situation en été est donc améliorée.

Les cartes de simulation des piézométries fournies dans l'étude d'impact du projet des 19 retenues montrent des baisses de niveau hivernal liées au remplissage des retenues. Ces baisses sont assez réduites pour le Jurassique supérieur et moyen, mais pouvant être fortes pour le Jurassique inférieur. L'incidence piézométrique est observée sur plusieurs km à la ronde (parfois plus de 10km) sous la forme de rabattement de la nappe pouvant occasionner des problèmes si les forages sont proches les uns des autres.

Le modèle MARTHE du BRGM permet aussi, en fonction des échanges considérés entre les nappes et les rivières, d'estimer les gains de débit des cours d'eau en période d'été générés par la réduction ou la suppression des prélèvements estivaux, ainsi que les pertes de débit hivernal provoquées par les prélèvements hivernaux effectués dans les nappes. Par exemple, pour les réseaux de la Courance et du Mignon, des gains de débits d'été ont été estimés par le BRGM à +77% pour la Courance et +34% pour le Mignon. En hiver, l'influence des prélèvements pour remplissage des retenues reste modérée avec une baisse des débits de l'ordre de -4%.

2.4. [Projet de 41 bassines sur le bassin du Clain \(Vienne\)](#)

Ce projet débuté en 2017 prévoit la construction de 41 réserves de substitution pour un volume total stocké d'environ 11 millions de m³. La répartition de ces 41 retenues est prévue sur 5 sous-bassins du Clain :

- La Pallu : 6 retenues : environ 1,5 millions de m³
- Le Clain moyen : 15 retenues : environ 3,3 millions de m³
- L'Auxances : 6 bassines : environ 2,5 millions de m³
- Dive-Bouleure : 6 retenues : environ 2,2 millions de m³
- La Clouère : 8 retenues : 1,6 millions de m³

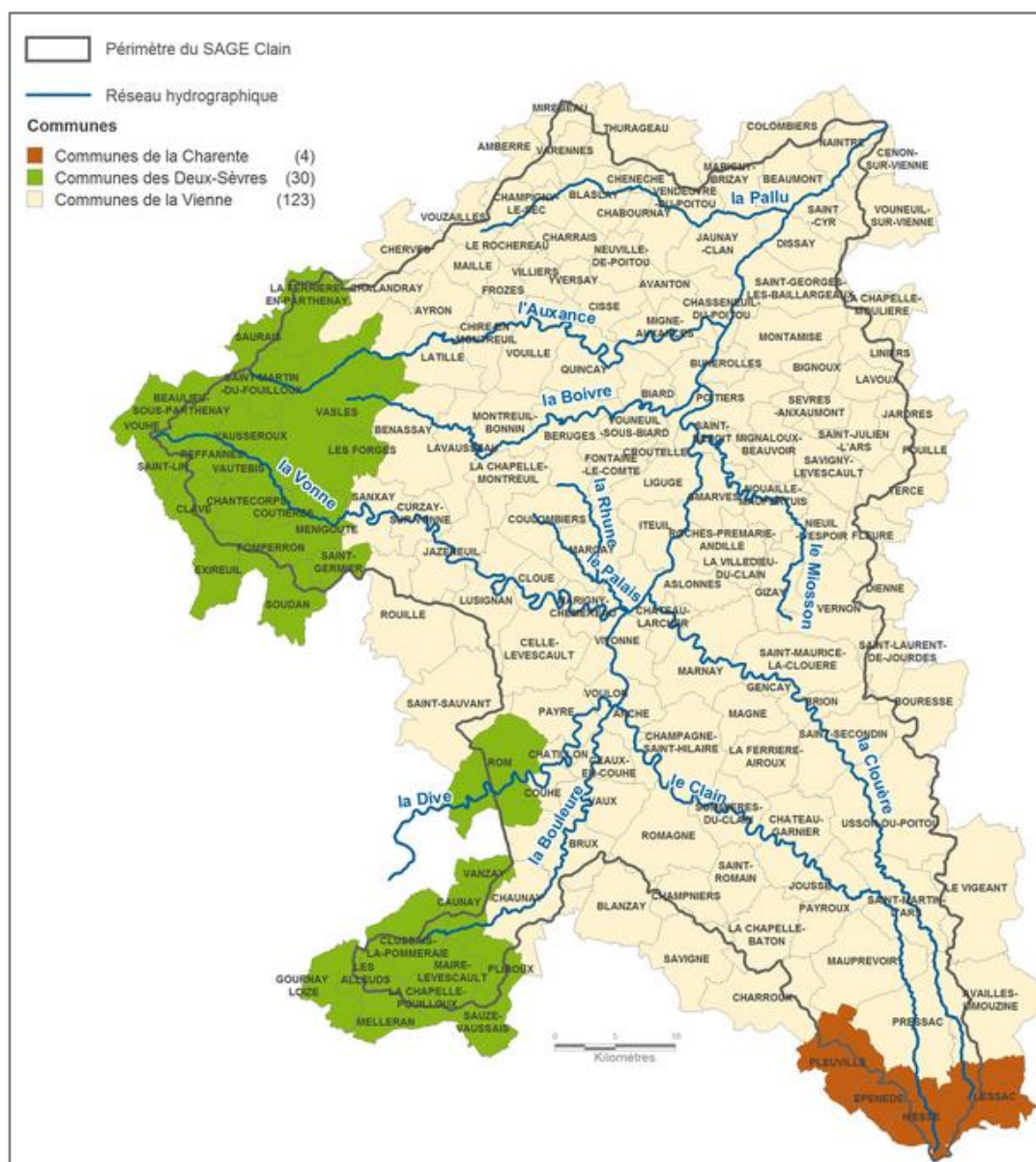


Figure 5: Périmètre du SAGE Clain (Source : BD Carthage)

Les effets sur la ressource en eau des projets de création de retenues sur le bassin du Clain ont été estimés en fonction des variations des niveaux des eaux souterraines et des débits des rivières prédits par les outils utilisés. Plusieurs approches ont été abordées, permettant de définir les incidences du projet à différentes échelles géographiques :

- à l'échelle du bassin du Clain (effets cumulés avec les réserves des autres sous-bassins versants du Clain),
- à l'échelle de chaque sous-bassin,
- à l'échelle de la zone de substitution (périmètre regroupant l'ensemble des forages substitués)
- à l'échelle du périmètre alentour de chaque retenue (en cas d'enjeu particulier)

L'estimation des effets de la mise en place des réserves s'appuie sur les résultats combinés obtenus à partir de différentes méthodes :

a. Un bilan hydrique

C'est un bilan des apports naturels en eau (pluie), et des besoins hydriques des cultures en place sur le périmètre considéré et des prélèvements effectués sur la ressource. En effet, l'impact quantitatif des projets de substitution sur les eaux souterraines peut être évalué par comparaison du futur prélèvement avec la ressource annuellement renouvelable, correspondant à la part de la pluie efficace tombée sur le bassin versant qui s'est infiltrée dans la nappe.

b. Une modélisation hydrogéologique des nappes du Jurassique de Poitou-Charentes

Le BRGM a réalisé pour Rés'Eau Clain des simulations de l'impact des projets de retenues de substitution du bassin du Clain avec le modèle hydrodynamique du Jurassique. L'objectif principal de ces simulations est d'évaluer l'impact cumulé de l'ensemble des projets à l'échelle du bassin du Clain et des principaux sous-bassins.

Principe de modélisation et limites du modèle

Le principe de ce travail consiste à reproduire numériquement et avec les données disponibles un modèle hydrogéologique le plus fidèle possible à la réalité qui reproduira les écoulements souterrains, pour ensuite réaliser des simulations. Pour établir ce modèle, on procède à un découpage de la zone d'étude en multiples mailles puis on détermine la charge hydraulique sur chaque élément de ce maillage en fonction du temps et à partir de paramètres hydrodynamiques (perméabilité, emmagasinement), de conditions limites et de conditions initiales. Dans chaque maille sont intégrées des données moyennées de géométrie (topographie, profondeur d'une couche géologique) et de caractéristiques hydrodynamiques (perméabilité et emmagasinement). Le modèle comprend 8 couches dont 3 aquifères principaux : Jurassique supérieur altéré, Jurassique moyen (ou Dogger), Jurassique inférieur (ou Infra-Toarcien).

Cette technique présente certaines limites. En effet, par manque de données, des approximations sont faites à chaque stade de construction du modèle. C'est le cas des paramètres hydrodynamiques inconnus qui sont calculés par le modèle lors de la phase de calage. Ces valeurs calculées sont ensuite comparées aux données observées sur le terrain. Une fois le calage jugé satisfaisant, le modèle peut être utilisé pour faire des simulations à partir de différents scénarios.

De plus, les objectifs de la modélisation conditionnent l'échelle spatiale de celle-ci (locale, intermédiaire, régionale) et donc aussi l'interprétation des résultats. En fonction de l'échelle de travail, on ne pourra pas demander la même précision des résultats. Par exemple dans le cas présent le modèle utilisé est un modèle à l'échelle régionale de plus de 20000 km² qui permet donc de répondre à des questionnements à une échelle régionale et non à une échelle locale. Le maillage utilisé est kilométrique et chaque maille ne comporte qu'une valeur de topographie, qu'une valeur de profondeur, etc. De plus, la charge calculée est également moyennée sur la maille et ne peut représenter précisément le niveau mesuré dans un piézomètre, en particulier quand il y a plusieurs ouvrages de prélèvements dans cette même maille, comme pourrait le faire un modèle local avec des mailles plus petites. Par ailleurs, le pas de temps mensuel à hebdomadaire des données induit un lissage par rapport aux mesures journalières.

Enfin, ce travail de modélisation n'a pas pu évaluer l'impact du projet sur les zones humides, pour plusieurs raisons. Les données sur les zones humides (localisation, taille, etc.) sont rares et souvent inégales sur le bassin. La carte des zones humides fournie par le Réseau Partenarial des Données sur les Zones Humides n'indique que très peu de localisations sur le bassin versant du Clain. De plus, un grand nombre de zones humides sont de petites tailles, allant de quelques m² à quelques centaines de m². Ces dimensions ne sont donc pas compatibles avec l'échelle choisie pour le modèle présenté ici.

Recharge et ruissellement

La recharge des nappes et le ruissellement ont été estimés à partir des données de pluie et d'évapotranspiration fournies par la grille SAFRAN de Météo France. Ces données d'entrée sont traitées par le code GARDENIA (Thiéry, 2003) développé au BRGM et fournissent la recharge des aquifères et le ruissellement vers les cours d'eau.

Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique, représenté par des mailles dites « rivière », est composé de nombreux tronçons de rivières. Chaque tronçon est caractérisé par une largeur de rivière et un coefficient de Manning-Strickler qui permettent de calculer la hauteur d'eau en rivière. Il est également caractérisé par une épaisseur et une perméabilité du lit et des berges du cours d'eau qui permettent de calculer les échanges avec les nappes sous-jacentes en fonction des hauteurs d'eau de l'aquifère et du cours d'eau. On distingue deux types d'échanges :

- lorsque le niveau de la rivière est plus élevé que le niveau de la nappe, la rivière alimente la nappe
- lorsque le niveau de la nappe est au-dessus de la rivière, la nappe alimente la rivière

Prélèvements

Le modèle intègre les prélèvements, en nappe et en eaux superficielles, pour l'alimentation en eau potable (AEP), pour l'industrie et pour l'irrigation, ainsi que les rejets de station d'épuration. Les données proviennent de différentes bases de données des Agences de l'eau, des DDT/DDTM, de la BSS (Banque du Sous-Sol), etc.

Simulations

Trois scénarios ont été simulés :

- simulation 1 : simulation de référence basée sur les prélèvements passés (période de 2000 à 2011) et ne considérant pas le projet de retenues de substitution
- simulation 2 : scénario visant à évaluer l'incidence du projet seul
- simulation 3 : scénario visant à évaluer l'impact cumulé du projet et des retenues déjà existantes

Résultats

- exemple du bassin de la Clouère (sous-bassin du Clain) :

Sur l'aquifère du Dogger : globalement en période estivale, la substitution de prélèvements conduit à une légère amélioration sur le niveau de la nappe (quelques décimètres) sur le bassin amont de la Clouère. On observe également des variations négatives localisées, mais de très faible importance (environ 50cm). En ce qui concerne les impacts cumulés (scénario 3) en période hivernale, ils sont similaires à ceux constatés avec la simulation 2 par rapport à la simulation de référence. Le cumul des projets induit en période estivale une amélioration du niveau piézométrique sur le bassin amont de La Clouère.

Sur l'aquifère de l'Infra-Toarcien : en période hivernale, on note une amélioration notable des ressources dans la partie aval du bassin avec un gain maximum de 2 m du niveau de la nappe. En période estivale, c'est quasiment sur tout le bassin de la Clouère que la situation de l'aquifère est améliorée, avec un maximum de gain piézométrique atteignant localement les 10 m. En ce qui concerne les impacts cumulés (scénario 3) en période hivernale, ils sont là encore du même ordre que ceux constatés avec la simulation 2 par rapport à la simulation de référence.

Sur la ressource superficielle : en période estivale on observe une augmentation d'environ 7% du débit de la Clouère, soit environ 30 L/s. À l'inverse, en période hivernale, une diminution est visible, vraisemblablement due aux prélèvements dans le Dogger, représentant 2% du débit moyen mensuel soit -40 L/s. A l'aval du bassin de la Clouère une station intégrant tous les échanges hydrodynamiques sur le bassin montre que les prélèvements hivernaux ont un impact sur le débit à la sortie du bassin mais ils représentent moins de 1% du débit moyen mensuel soit environ -25L/s. En été, le gain de débit moyen mensuel pourrait être de l'ordre de 30 L/s soit un gain de débit par rapport à la simulation de référence de +5%. L'analyse de l'incidence cumulée des projets montre une augmentation du débit de la Clouère de +15% en période estivale, soit environ 60L/s. En période hivernale, le modèle indique une diminution du débit représentant 1% du débit moyen mensuel soit -30 L/s.

- bassin du Clain :

Sur l'ensemble du bassin versant, de l'amont vers l'aval, l'analyse des impact cumulés montrent que les pertes de débit sur le Clain en période de hautes eaux sont faibles (entre 2 et 3 % du débit). En été, les gains de débit sur le Clain représentent de 7 à 15 % du débit de référence, ce qui au regard du volume transitant à cette période, représente un volume de soutien à l'étiage non négligeable.

Conclusion de la modélisation hydrogéologique

De manière générale, le projet de retenues de RES'EAU CLAIN répond aux objectifs qu'il s'était fixé en termes d'amélioration des niveaux piézométriques et des débits en période d'étiage.

c. Une modélisation monocouche des effets maximaux des projets (réalisée par l'hydrogéologue Jacques Chevalier)

Principe de modélisation et limites

L'objectif de cette simulation est d'estimer le rabattement maximal de la nappe du Dogger, induit par le remplissage des réserves en hiver. La simulation correspond à un effet maximal car elle suppose que : toutes les réserves sont remplies simultanément ; toutes les pompes fonctionnent à leur débit maximal d'exploitation ; et le pompage est ininterrompu. Cette méthode permet d'évaluer les effets en phase de remplissage mais ne permet pas de donner une idée quant aux effets bénéfiques estivaux. Ce modèle maillé de type monocouche intègre les paramètres suivants :

- La transmissivité, dont les valeurs issues de pompages d'essais sur quelques forages de remplissage ainsi que sur d'autres ouvrages (d'AEP, notamment) sont distribuées par polygones ;
- Les coefficients d'emménagement, déterminés par essais de pompages et distribués selon des polygones ;
- Les débits, correspondant uniquement aux prélèvements par les forages de remplissage ;
- Les apports à l'aquifère : par l'infiltration de la pluie efficace (l'autre part étant ruisselée).

Il est à noter que les apports éventuels par les principaux cours d'eau ne sont pas pris en compte dans ces calculs.

On peut aussi noter comme limite de cette modélisation qu'elle ne prend pas en compte le remplissage « dynamique des retenues », car elle vise à évaluer seulement l'impact maximal. Autrement dit dans la réalité les retenues ne seront jamais remplies de manière ininterrompue, et cela n'est pas considéré dans ce modèle.

Enfin, ce modèle n'intègre pas les prélèvements actuels par les forages existants d'alimentation en eau potable publique (AEP), en eau industrielle (AEI) ou en eau agricole (hors forages de remplissage des projets de retenues).

Résultats

Les résultats de la simulation sont obtenus sous la forme :

- d'une carte d'impact piézométrique maximal induit par les forages de remplissage des retenues en fin de période de remplissage (après 60 jours) et sans recharge pluviométrique
- des chroniques rabattement-temps, pour la durée maximale de pompage imposée, sur les points sensibles ou de surveillance : forages d'AEP et ouvrages du réseau ORE (Opérateurs de Réseau d'Énergie).

Cependant, ces résultats ne sont pas disponibles.

d. L'analyse des essais de pompage réalisés en période hivernale sur les forages de remplissage

Des essais de pompage ont été effectués sur une partie des forages présélectionnés pour le remplissage des retenues afin d'évaluer leur capacité et leur incidence sur le milieu. Une campagne de pompage a eu lieu au cours de la période définie pour le remplissage des réserves, soit de Décembre 2014 à Février 2015. Les essais de pompage comportaient pour chaque forage, si possible :

- Un essai de puits (pompage par paliers) permettant de définir le débit critique de l'ouvrage (débit maximal d'exploitation). Cela consiste à effectuer des pompages à différents débits, par paliers croissants, généralement sur une durée d'une heure pour chacun, et ce jusqu'à atteindre un débit au-delà duquel le rabattement s'accroît de manière exponentielle.
- Un essai de nappe (pompage longue durée) à débit constant, généralement pendant une durée d'un jour à une semaine et permettant d'évaluer l'incidence d'un pompage sur les ouvrages alentours et le milieu superficiel.

Les résultats de cette campagne de pompages d'essai ne sont pas disponibles.

2.4.1. Projet de 6 réserves sur le bassin Dive-Bouleure Clain Amont, un sous-bassin du Clain (Vienne)

Ce projet porté par la Société Coopérative Anonyme de Gestion de l'Eau du bassin Dive-Bouleure Clain Amont, prévoit la construction de 6 réserves de substitution dans le bassin Dive-Bouleure Clain Amont qui est un sous bassin du Clain. Ces 6 retenues devraient permettre de stocker environ 2,18 millions de m³ d'eau.

Pour ce projet, le bilan hydrique réalisé prévoit un prélèvement en eau souterraine durant la période de remplissage (de Novembre à Mars) représentant la capture par stockage et utilisation différée de 2% de la pluie efficace moyenne assimilée à la ressource renouvelable (137,6 millions de m³) et de 3% de l'infiltration vers les nappes (89,4 millions de m³). L'effet du prélèvement dans le milieu dû au remplissage des réserves est donc jugé négligeable face à la recharge du milieu en cette période. En revanche, le bilan hydrique ne permet pas de situer d'éventuels impacts localisés ou d'appréhender les gains/pertes de débits des cours d'eau.

2.4.2. Projet de 8 réserves sur le bassin de la Clouère, un sous bassin du Clain (Vienne)

Ce projet porté par la Société coopérative anonyme de gestion de l'eau de la Clouère et approuvé en juillet 2017 par les autorités préfectorales qui avaient alors délivré un permis de construction et d'exploitation pour ces nouvelles bassines, a été annulé le 6 juin 2019 car le magistrat le juge surdimensionné et donc incompatible avec le SDAGE. Le projet prévoyait de pomper annuellement 1,6 million de mètres cubes, soit environ 300 000 de trop par rapport à la période retenue par le tribunal administratif.

Les effets sur la ressource en eau ont fait l'objet d'une modélisation à l'échelle du bassin hydrologique de la Clouère. Il ressort de cette modélisation des incidences positives de la substitution en période d'étiage, et des incidences négatives limitées en période de hautes eaux, ce qui globalement conduit à un bilan positif pour le milieu. Dans tous les secteurs, les courbes de recharge de la nappe ne sont pas retardées et seuls les pics de hautes eaux sont impactés par le remplissage. Les effets sont plus marqués en rive droite de la Clouère, en raison de la plus forte densité de forages substitués et/ou servant de remplissage. En particulier, les hausses en étiage, sur l'amont du secteur, sont fortement marquées avec des gains significatifs (de 1 à 3 m). La modélisation a donc permis une simulation et a fourni des résultats concrets chiffrés.

Résumer de l'analyse des études d'impact :

Les différents projets de retenues de substitution montrent qu'il existe plusieurs méthodes (voir Figure 6), pouvant parfois être associées, et permettant d'évaluer l'incidence de tels projets sur les nappes phréatiques. Ces outils sont plus ou moins techniques et certains nécessitent de nombreuses données, dont la collecte et la mesure sur terrain peut être fastidieuse. Il serait intéressant de connaître les coûts de chaque méthode.

Projet	Méthode utilisée	Avantage/utilité	Inconvénient
La Boutonne	Pompage d'essai	Connaître le rabattement de la nappe et l'influence sur les zones humides Déterminer la limite d'alimentation de la nappe	Il faut un certain nombre de forage : certains pour faire les essais et d'autres pour relever des mesures
Sèvre niortaise Mignon	Modélisation avec le modèle MARTHE du BRGM	Simuler différents scénarios (sans substitution/avec substitution) Obtenir des cartes de piézométrie et rabattement simulées Estimer les gains/pertes des débits des cours d'eau en relation avec la nappe	Nécessite de nombreuses données caractérisant les nappes et les cours d'eau ainsi qu'une bonne connaissance des relations nappes-rivières. Modèle non adapté à toutes les échelles selon le maillage. Le modèle extrapole et lisse les données pour les zones qui n'en comporte pas. Il faut donc prendre les résultats avec des pincettes.
Le Clain	Bilan hydrique	Comparer le futur volume prélevé avec le volume renouvelable de ressource (estimé à partir de l'apport en eau dans la nappe)	Nécessite des données (pluie, ruissellement, évaporation, etc.) Ne permet pas de localiser les impacts
	Modélisation hydrogéologique de la nappe	Simuler différents scénarios (sans substitution/avec substitution/avec substitution et en considérant les autres retenues du territoire) Obtenir des cartes de piézométrie et rabattement simulées Estimer les gains/pertes des débits des cours d'eau en relation avec la nappe Evaluer l'impact cumulé de plusieurs retenues à l'échelle du bassin versant	Nécessite de nombreuses données caractérisant les nappes, les cours d'eau, etc. Dans le cas du Clain : manque de données sur les zones humides donc impossible d'évaluer l'impact du projet sur celles-ci. Modèle non adapté à toutes les échelles selon le maillage. Le modèle extrapole et lisse les données pour les zones qui n'en comporte pas. Il faut donc prendre les résultats avec des pincettes.
	Modélisation monocouche des effets maximaux du projet	Estimer le rabattement maximal de la nappe induit par les prélèvements hivernaux Permet de connaître les capacités de la nappe pour des conditions maximales d'exploitation	Nécessite d'importantes données sur la nappe (transmissivité, coefficient d'emménagement, débit, relations nappes-rivières) Ne prend pas en compte un remplissage dynamique des retenues mais un remplissage en conditions N'intègre pas les prélèvements actuels par les forages existants (AEP, AEI, etc.) Ne renseigne pas sur les effets bénéfiques estivaux
	Essais de pompage	Connaître le rabattement de la nappe et l'influence sur les zones humides Déterminer la limite d'alimentation de la nappe	Il faut un certain nombre de forage : certains pour faire les essais et d'autres pour relever des mesures

Figure 6 : Tableau récapitulatif des méthodes utilisées pour évaluer les impacts sur la nappe

3. Mesures de compensation pour limiter les impacts

Bien qu'un des objectifs de la création de retenues de substitution soit de réduire les étiages trop sévères en été pour garantir un fonctionnement correct des écosystèmes, leur construction va inévitablement avoir en contrepartie, un impact plus ou moins important sur l'environnement. Cette partie va traiter des différentes mesures qui peuvent être prises afin de réduire cet impact. Pour cela, le maître d'ouvrage se doit de respecter la séquence éviter, réduire, compenser (ERC).

Le choix de la nappe :

Le choix de la nappe utilisée pour les forages apparaît comme un critère essentiel pour limiter l'impact du projet, dans la mesure où toutes les nappes ont des caractéristiques différentes et donc une sensibilité plus ou moins accrue par les prélèvements. En effet, d'un point de vue hydrogéologique, la mise en place de retenues est plutôt adaptée aux secteurs où la nappe a une faible inertie. C'est le cas notamment dans le Jurassique supérieur (Nord des Charentes, Sud Deux-Sèvres) où l'eau circule rapidement dans le réseau de fissures. Le maximum d'incidence d'une pluie sur la nappe est de l'ordre du mois pour ce type de nappe. Ainsi l'incidence d'un prélèvement hivernal pour le remplissage ne se fait pas ou peu sentir sur les débits des rivières en été. En revanche, ces retenues sont moins adaptées aux nappes à inertie moyenne à forte (maximum d'incidence d'une pluie supérieur à 6 mois) comme la nappe captive de l'Infra-Toarcien ou la nappe libre du Dogger dans le bassin de la Dive-du-Nord. Ces nappes constituent en effet des stockages naturels et un prélèvement hivernal dans celles-ci peut impacter significativement le débit d'étiage d'une rivière.

Par ailleurs, il est important de s'assurer que les prélèvements pour le remplissage des retenues ne rentreront pas « en concurrence » avec ceux de l'AEP, soit en sélectionnant une nappe différente dans la mesure du possible, soit en éloignant suffisamment les points de prélèvements.

Choix des forages :

Les forages ont évidemment un impact non négligeable sur le milieu, de par leur construction et leur exploitation. Le projet de la Boutonne prévoit une mesure d'évitement par l'utilisation de forages existants ainsi que, autant que possible, de canalisations existantes pour relier les forages aux réserves.

Les modalités de remplissage des retenues :

Un élément essentiel pour éviter, ou à minima limiter les impacts, est de définir les conditions de remplissage de chaque retenue. Cela permet de ne pas prélever plus que nécessaire, et surtout de ne pas prélever plus que la nappe ne peut fournir, afin de maintenir son bon fonctionnement et indirectement le bon fonctionnement des cours d'eau et autres zones humides. L'Autorité environnementale recommande un suivi de ces zones humides et de leur fonctionnement afin de permettre, par l'adaptation des seuils de remplissage, un niveau suffisant de maîtrise des impacts sur leur fonctionnement hydrologique et écologique. Par ailleurs, François Marie Pellerin (Coordination pour la Défense du Marais Poitevin), contacté dans le cadre de cette étude, insiste sur le fait que les seuils ne doivent pas être fixés pour sécuriser le remplissage des retenues mais pour assurer un bon fonctionnement biologique des nappes, des rivières, des zones humides et des écosystèmes qui y sont présents. Il précise aussi que ces débits de bon fonctionnement biologique sont calculables pour l'été, mais qu'on ne sait pas encore correctement les calculer pour la période hivernale.

Dans le cas du projet de la Boutonne en Charente-Maritime, le remplissage des réserves est prévu par le SYRES du début du mois de novembre à la fin du mois de février (avec une possibilité de

dérogation pour poursuivre en mars en fonction des années). Ce laps de temps correspondant à la période de recharge des nappes superficielles qui alimentent les cours d'eau du bassin de la Boutonne : La période de remplissage est définie du 1er novembre au 28 février. Les conditions de remplissage proposées sont les suivantes (les conditions 1 et 4 doivent être remplies, et pour certaines retenues les conditions 2 et/ou 3 en plus) :

« 1. condition de débit sur l'axe Boutonne : définition de seuils de remplissage à la capacité maximale des pompes et de seuils d'arrêt total du remplissage aux stations du Moulin de Châtre et de Saint-Jean-d'Angely ; étant précisé qu'une réduction de 50% du débit de remplissage après trois jours consécutifs entre deux seuils sera réalisée ;

2. condition de débit sur le bassin affluent potentiellement impacté par le remplissage de la réserve : pendant les trois premières années, il s'agit de l'observation d'un écoulement superficiel sur sept affluents de la Boutonne. Des courbes de tarage seront établies pendant cette période transitoire puis des débits seuils pour chacun des affluents pourront être proposés ;

3. condition d'écoulement non nul ou de reprise d'écoulement dans le cours d'eau à proximité des points de prélèvement : vingt-trois points de suivi local sont proposés. Une observation hebdomadaire de leur écoulement sera réalisée par le SYRES et permettra ou non le remplissage ;

4. condition de niveau de la nappe du Jurassique supérieur au piézomètre de référence d'Ensigné »

Les critiques formulées par la commission d'enquête et justifiant son avis défavorable, concernaient en partie ce point des conditions de remplissage. Pour les enquêteurs, « les moyens de contrôles de ces réserves pour qu'elles ne nuisent pas à l'environnement et au maintien de la ressource commune se doivent d'être irréprochables, car certains dégâts peuvent être irréversibles ». Ils ont estimé que les conditions telles qu'elles ont été présentées ne permettaient pas un contrôle efficace, rapide et réactif par le maître d'ouvrage en cas de dysfonctionnement. Il manquait par exemple un dispositif télécommandé pour piloter à distance les vannes si besoin urgent.

La nappe du Jurassique supérieur a une capacité d'emménagement relativement faible et est alimentée par les eaux de pluie. Il s'agit d'une nappe d'accompagnement, qui alimente la Boutonne et ses affluents et réciproquement selon la saison. Les échanges entre la nappe libre et les eaux superficielles sont ainsi fréquents.

Le projet de 8 retenues de la Clouère précise qu'au-delà des éléments provenant du modèle numérique, il convient de mettre en œuvre un dispositif de suivi permettant de garantir, notamment durant la période de remplissage des retenues, l'absence d'incidences négatives significatives, notamment sur le niveau de la nappe ou des milieux aquatiques pour les eaux superficielles sollicitées. La description des modalités pratiques de mise en œuvre de ce dispositif de suivi pour les nappes et cours d'eau (protocole, périodicité des mesures, structure en charge du suivi, et mesures spécifiques à prendre en cas d'écart constaté) n'a pas été trouvée.

Pour le cas du bassin du Curé, les conditions suivantes ont été fixées pour préserver au mieux la ressource. Elle consiste en des valeurs seuils de hauteur piézométrique en différents points de la nappe et de hauteur d'eau mesurés dans les cours d'eau liés à la nappe. Il est prévu que ces valeurs puissent être suivies en temps réel et à distance grâce à des dispositifs de télétransmission.

Projet de retenue	Mesures de préservation des eaux souterraines	Mesures de préservation des eaux superficielles
R2	- du 1^{er} novembre au 15 janvier : cote $\geq + 15,5$ m NGF au piézomètre de Forges - du 16 au 31 janvier : cote $\geq + 16$ m NGF au piézomètre de Forges	Écoulement au niveau du pont entre les hameaux de la Butellerie et de l'Aumônerie (commune de SAINT-XANDRE) HAUTEUR D'EAU DE 10 CM soit 1,84 m NGF
R4	- du 1^{er} au 28 (ou 29) février : cote $\geq + 17$ m NGF au piézomètre de Forges - du 1^{er} au 31 mars : cote $\geq + 18$ m NGF au piézomètre de Forges	Écoulement au niveau du pont du Grand Gilan (commune de BOUHET) au-dessus de la pelle réglée à 29 dents soit 14,32 m NGF soit 14,27 m à l'échelle limnimétrique amont
R6		
R8		
R11		
R15		

Figure 7 : Modalités de remplissage des retenues du bassin du Curé – Résumé non technique du projet par le SYRES17

De plus, le projet prévoyait la mise en place de 4 points de surveillance complémentaires du réseau hydrographique superficiel à des fins de contrôle (ne conditionnant pas le remplissage). Il était également retenu de suivre des piézomètres complémentaires faisant déjà partie du réseau de suivi quantitatif des eaux souterraines de la région et dont les données sont télétransmises.

D'autres mesures ont été prévues pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs du projet du Curé vis-à-vis de :

- La qualité des eaux : Le chantier est prévu totalement étanche, avec les eaux pluviales du chantier collectées, décantées et filtrées avant rejet vers le milieu naturel et les produits dangereux stockés de façon sécurisée afin de limiter les risques de déversement accidentel.
- Le milieu naturel : Concernant les milieux naturels et les espèces présentes, afin de limiter le dérangement potentiel des espèces (avifaune notamment), les périodes les plus sensibles pour la faune seront évitées avec un démarrage du chantier adapté. Un suivi environnemental du chantier sera assuré par des experts écologues, tout particulièrement lors des phases de préparation du chantier, de démarrage des travaux et de terrassement.
- L'intégration paysagère : Il n'est pas possible de supprimer totalement l'impact paysager une fois les réserves mises en service, mais des mesures d'atténuation peuvent être prescrites pour en limiter l'ampleur, telle que des haies plantées autour de chaque ouvrage, permettant de les fondre dans le paysage. La végétation herbacée réapparaîtra spontanément sur les abords du site et sur les digues extérieures. Ce verdissement naturel contribuera à atténuer la « dureté » de la perception des réserves lorsque les terres calcaires seront à nu.
- La ressource en eau souterraine : Application d'une géomembrane sur le fond des réserves pour permettre d'isoler la masse d'eau de la retenue des niveaux aquifères sous-jacents, l'entretien des digues externes, crêtes de digues et abords des réserves assurés au moyen de tontes et de fauchage sans recours à des produits phytosanitaires. Les volumes prélevés dans la nappe seront contrôlés et un dispositif de suivi sera mis en place. Les démarches d'économies d'eau seront également renforcées.

4. La nappe phréatique du Jurassique supérieur

Sur la zone d'étude, on distingue principalement deux masses d'eau souterraines : les calcaires et marnes libres du Jurassique supérieur du bassin versant Yèvre-Auron d'une superficie de 1134 km², et les calcaires et marnes libres du Jurassique supérieur du bassin versant du Cher d'une superficie de 1522 km² (Infoterre, BRGM).

De manière générale, la nappe du Jurassique supérieur est caractérisée par une roche calcaire fissurée. Comme son nom l'indique, sa formation remonte au Jurassique supérieur (ou Malm), période qui s'étend de – 161 à – 145 millions d'années. Durant cette phase, une grande partie de la France est recouverte par la mer et l'accumulation de sédiments forme ce qui deviendra une roche calcaire. Cette nappe est bien souvent libre (non couverte par une couche géologique imperméable) et remplie par les eaux de pluie qui s'infiltrent au niveau des affleurements des plateaux. Le lien entre la nappe et les rivières est important. Suivant la période de l'année et les niveaux d'eau, les rivières peuvent alimenter la nappe, ou bien la nappe peut alimenter les cours d'eau. De part ces liens, le sens d'écoulement de la nappe (vers le nord) est fortement influencé par le réseau hydrographique qui la draine.

Les caractéristiques de ce système aquifère (calcaires fissurés/karstiques) font que la nappe présente une très forte réactivité dans sa partie libre, notamment au centre des plateaux. Cela se traduit par d'importantes fluctuations saisonnières. On constate alors souvent une succession de cycles annuels de recharge (en hiver) puis de décrue, accentuée par les prélèvements pour l'agriculture à partir du mois d'avril-mai.

La productivité de la nappe du Jurassique supérieur est très variable, du fait du caractère discontinu des réservoirs : les débits peuvent être très faibles mais peuvent aussi dépasser 100 m³/h. La recherche d'une ressource nécessite donc le repérage de zones fracturées.

Cette nappe est très vulnérable aux pollutions quand elle est libre, en particulier dans les zones où le niveau piézométrique est peu profond. Même lorsqu'elles sont captives, la protection naturelle n'est pas assurée compte-tenu des transferts latéraux rapides possibles depuis les zones d'affleurement. En Champagne berrichonne, l'agriculture intensive qui s'est développée a entraîné l'usage de fortes quantités d'engrais et de produits phytosanitaires, entraînant des pollutions dispersées et diffuses. La teneur en nitrates dans l'eau de la nappe dépasse souvent le seuil admis de 50 mg/l.

Si elle est trop prononcée, la baisse des niveaux de nappe au cours de la période de remplissage hivernal peut :

- Influencer le débit, voire assécher une source à proximité
- Influencer une zone humide
- Induire un changement de comportement d'un cours d'eau (débit, hauteur d'eau) si la nappe est en relation forte avec les eaux de surface : augmentation ou réduction des échanges entre nappe et rivière
- Influencer les niveaux des ouvrages voisins (puits, forages). En fonction de l'inertie ou non de la nappe, l'impact peut être plus ou moins différé dans le temps. Ainsi dans certains cas, des pompes hivernales auront un impact visible à l'aval (sur un débit de cours d'eau par exemple) au cours de l'été.

5. Avis et préconisations sur les projets de substitution

Les constructions de retenues de substitution sont des projets qui nécessitent d'importants investissements (dont une part importante d'argent public) et qui ont des impacts non négligeables sur l'environnement. Par conséquent, une réflexion poussée à l'échelle du bassin versant, doit être nourrie avant d'envisager cette solution. Il est nécessaire d'engager le dialogue avec les agriculteurs, et ce, sur plusieurs points :

Savoir s'il est possible de revoir l'assolement et d'adapter les cultures par rapport aux caractéristiques du territoire, au contexte pédoclimatique. Naturellement, les besoins en eaux devraient être moindres. Sortir du tout maïs irrigué pour les grosses exploitations est sans doute compliqué, surtout financièrement, mais c'est possible en revenant à une diversification de l'assolement et des pratiques (par exemple la manière de travailler les sols et de les couvrir influencent grandement leur capacité d'absorption et de rétention de l'eau). De même pour les céréales à paille, surtout sur sols drainants : d'autres cultures (maïs population, sorgho, lentilles, pois protéagineux, luzerne), ne nécessitant pas ou peu d'irrigation, sont envisageables. Dans le cas des projets en Deux-Sèvres, les agriculteurs irrigants qui signent le protocole doivent s'engager à faire évoluer leurs pratiques agroécologiques.

Le volume des retenues doit être déterminé en concertation avec les représentants des agriculteurs en fonction des besoins considérés.

L'irrigation doit devenir plus exceptionnelle qu'elle ne l'est, et non la norme comme c'est le cas actuellement sur de trop nombreuses surfaces. Les chambres d'agriculture pourraient renforcer leur accompagnement des exploitations agricoles en ce sens.

L'irrigation doit être suffisamment onéreuse pour que les cultures irriguées ne deviennent pas systématiques. Il faut aussi que les projets de retenues ne bénéficient pas seulement aux grosses exploitations, pour ne pas soutenir un modèle agricole intensif et productiviste.

On peut également attendre de la nouvelle PAC (politique agricole commune) en cours d'élaboration l'apport d'éléments de réponses quant à la rémunération des cultures irriguées parfois jugée trop importante (comme le maïs semence par exemple).

Les constructions de retenues sont largement contestées, notamment par des associations protectrices de l'environnement, mais aussi par des citoyens qui se réunissent régulièrement pour manifester. Les porteurs de projet de substitution ne doivent pas négliger ces oppositions, mais au contraire engager le dialogue pour trouver un terrain d'entente et éviter les recours juridiques. La concertation doit être à la hauteur du projet, avec des débats publics, des enquêtes, sondages, etc.

La création de retenues de substitution, ne doit pas empêcher la recherche d'alternatives. En parallèle, il pourrait être intéressant d'engager d'autres pistes de réflexion quant à la réutilisation de l'eau, pour réduire au maximum les prélèvements directs. A titre d'exemple, depuis 1998 les eaux usées de la STEP de Clermont-Ferrand permettent une irrigation d'appoint de 700 ha de grandes cultures (maïs semence et betteraves), à raison de 800 000 m³ par an environ et pour un coût d'investissement de 4,5 M€.

De plus, les retenues de substitution ne sont pas toujours aussi efficaces qu'elles pourraient paraître au premier abord. Les retours d'expérience sont trop peu nombreux, et pas toujours positifs. Par exemple en février 2017, le remplissage d'une réserve de substitution dans les Deux-Sèvres a provoqué un assec de plusieurs jours sur le cours d'eau de la Fontaine de Lusseray. Ce remplissage avait pourtant été réalisé dans le respect des seuils piézométriques réglementaires. Cela montre bien l'imprévisibilité des systèmes hydriques auxquels sont confrontés les projets de retenues. Ou encore dans le Lot, où la consommation en eau a en réalité augmenté depuis la mise en place des retenues. Les agriculteurs de l'ASA du Lendou utilisent plus d'eau du fait de l'irrigation de terres non irriguées auparavant et d'une modification de l'assolement : la surface consacrée à la culture du maïs semence,

culture particulièrement exigeante en eau, a été notablement accrue au détriment d'autres cultures moins consommatrices d'eau. La création de réserves de substitution n'incite pas vraiment à mettre en place des mesures d'économie d'eau. Parfois un cercle vicieux peut s'enclencher : une fois que les volumes d'eau disponibles dans les retenues ont été distribués, de nouvelles demandes apparaissent, légitimant l'idée de créations de nouvelles retenues (cas de la Barguelonne, Lot). De même que des retenues surdimensionnées vont inciter à stocker plus et donc à consommer plus d'eau. Le dimensionnement est donc un point essentiel de la phase projet. Toujours en termes de dimensionnement, aucune étude d'incidence ne fait état de l'évaporation occasionnée par le stockage. Il serait intéressant d'estimer les volumes de perte pour les prendre en compte lors du dimensionnement. Les seules études à ce sujet concernent les grandes retenues de barrage, et les constats ne sont pas transposables à des retenues de substitution dont les caractéristiques n'ont strictement rien à voir.

Les études d'impact de ces projets se doivent d'être impérativement conformes à l'article R122-5 du code de l'environnement. Il semble que l'utilisation d'outils tels que la modélisation numérique soit une solution appropriée pour évaluer l'incidence des prélèvements sur les nappes et les eaux superficielles. Elle permet des simulations de différents scénarios qui pourront ensuite être mis en comparaison. Il faut toutefois disposer de données correctes et en quantité suffisante pour pouvoir utiliser ces modèles. Ces modélisations sont accompagnées de pompages d'essai pour évaluer les capacités de la nappe, et de suivi des débits des cours d'eau et des niveaux piézométriques permettant de relever toute modification de comportement qui serait anormale.

Un réseau de surveillance est également nécessaire dès lors que les retenues sont mises en service. De même que pour l'étude d'impact, il consiste en un suivi des niveaux piézométriques et des débits des rivières. Ce suivi doit être rigoureux et continu. Enfin, les modalités de remplissage des retenues sont fondamentales. Elles doivent être fixées avec précision pour assurer un bon fonctionnement biologique et un plan d'action doit être déterminé pour les cas où les niveaux seraient trop bas. Il est important de garder la possibilité de faire évoluer les conditions de pompage dans le temps, puisqu'elles risquent de ne plus être adaptées à la situation qui évolue avec le réchauffement climatique et les prélèvements effectués. Il peut être intéressant alors d'envisager une révision régulière de ces conditions.

Enfin, en période de hautes eaux, l'eau est parfois considérée comme excédentaire. Cependant, cela ne garantit pas pour autant de pouvoir remplir les ouvrages tous les ans. De plus, il faut rappeler que les crues ne sont pas seulement de l'eau perdue qui s'écoule vers la mer. Elles jouent un rôle fondamental pour le transport des sédiments et la morphologie des cours d'eau, le renouvellement des milieux propice aux espèces pionnières, pour la recharge des nappes qui pallieront aux étiages pendant l'été, pour la reconnexion des zones humides (pour la continuité écologique) et la reproduction d'espèces. Par ailleurs, les impacts sur les zones humides sont encore trop négligés et peu analysés.

Conclusion

Le contexte climatique ainsi que les diverses pratiques consommatrices en eau rendent la ressource moins abondante chaque année. Les retenues de substitution peuvent représenter une piste pour se protéger du problème de manque en été, mais elles ne sont pas adaptées à tous les territoires. La pertinence de ces projets est étroitement liée aux spécificités du territoire concerné, telles que les conditions météorologiques, les caractéristiques de la nappe phréatique, les débits des cours d'eau, la présence de zone humide, etc. Chaque projet doit donc faire l'objet d'une étude d'impact poussée afin d'appréhender au mieux les effets induits par les prélèvements hivernaux. Plusieurs méthodes existent pour cela : modélisation, pompage d'essai, bilan hydrique, etc. De plus, le dimensionnement précis des ouvrages ainsi que la définition des seuils de remplissage s'avèrent être des moyens essentiels pour réduire l'impact des retenues, notamment vis-à-vis des nappes. L'étude de faisabilité de ces projets de substitution ne doit pas faire l'économie d'une analyse des autres dimensions environnementale, économique et sociale. C'est pourquoi il est primordial d'engager des discussions avec les agriculteurs, les associations et les citoyens. Enfin, en cas de recours à la création de retenues, il est indispensable que les agriculteurs s'engagent à faire évoluer leurs pratiques agroécologiques et à réduire leur consommation en eau.

Sources

- **Principaux sites Internet consultés :**

Site de visualisation des données infoterre du BRGM : <http://infoterre.brgm.fr>

Site de la préfecture de Charente : <http://www.charente.gouv.fr/>

Site de la préfecture de Charente-Maritime : <http://www.charente-maritime.gouv.fr/>

Site de l'Agence de l'eau Adour-Garonne : <http://www.eau-adour-garonne.fr/>

Site de l'observatoire régional de l'environnement de Poitou-Charentes : <http://www.observatoire-environnement.org/>

Site de France3 : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/>

Site du SAGE Yèvre-Auron : <https://sage-yevre-auron.fr/>

Site de Actu-Environnement : <https://www.actu-environnement.com/>

Site de l'Etablissement Public Loire : <https://www.eptb-loire.fr/>

Site de la Fédération Nationale de l'Environnement : <https://www.fne.asso.fr/>

Site de La Nouvelle République : <https://www.lanouvellerepublique.fr/>

Site de la newsletter Sud-Ouest : <https://www.sudouest.fr/>

Site de Eau France, données sur les prélèvements en eau : www.bnpe.eaufrance.fr/

Site de la préfecture des Deux-Sèvres : www.deux-sevres.gouv.fr

Site du Réseau Partenarial des Données sur l'Eau en Poitou-Charentes : www.eau-poitou-charentes.org/

Site du SANDRE (Service d'Administration National des Données et Référentiels sur l'Eau), Eau France : <http://www.sandre.eaufrance.fr/>

Site du SIGES (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines), BRGM : www.sigespoc.brgm.fr/

- **Bibliographie :**

[1] Préfet de la région Nouvelle-Aquitaine, *Avis de l'autorité administrative - Création de 8 retenues de substitution dans le bassin de la Clouère (Vienne)*. 2016.

[2] Préfet de la Charente-Maritime, *Avis de l'Autorité environnementale - Projet de 24 réserves de substitution sur le bassin de la Boutonne (Charente-Maritime)*. 2017.

- [3] Colloque de L'UMT Eau, « Colloque de L'UMT Eau - Gestion quantitative de l'eau à l'échelle du territoire : outils, méthodes, expériences », Toulouse, déc. 2017.
- [4] CLE du SAGE Yèvre-Auron, « Contrat territorial de gestion quantitative et qualitative de l'eau du Cher - Présentation du projet », nov. 07, 2017.
- [5] CLE du SAGE Yèvre-Auron, « CTG2Q Cher Tables rondes – élaboration de fiches action ». nov. 07, 2017.
- [6] Coopérative DBCA, « Etude d'impact - Analyse des effets du projet du Clain », nov. 2016.
- [7] Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne, « Etude pour le remplissage hivernal des retenues de substitution du bassin de la Boutonne », mars 2011.
- [8] SCAGE Clouère, « Extraits d'étude du BRGM - Simulation d'impacts - Demande d'autorisation unique de création et d'exploitation de 8 réserves de substitution », 2016.
- [9] Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, « Guide juridique pour la construction de retenues ».
- [10] DREAL Pays de la Loire, « Guide régional pour la création de retenues de substitution ». mai 2012.
- [11] Benoît Grimonprez, « Le stockage agricole de l'eau : une parade au changement climatique ? ».
- [12] Marielle Montginoul et Katrin Erdlenbruch, « Les réserves de substitution sont-elles des solutions à la pénurie d'eau ? », *Ingénieries n°59-60*, 2009.
- [13] Vienne nature, « Présentation du bassin du Clain et du projet de 41 retenues ».
- [14] SYMBO (Syndicat Mixte pour l'étude de l'aménagement et de la Gestion du Bassin de la Boutonne) et Chambre d'agriculture de la Charente-Maritime et des Deux-Sèvres, « Présentation du Projet de territoire du bassin versant de la Boutonne - Stratégie et plan d'action », sept. 01, 2019.
- [15] Commission quantité, CLE du SAGE Clain, « Projet de réserves de substitution du Bassin Clain », mars 2017.
- [16] NEORAMA - Concertation Innovation Territoire, « Projet de réserves de substitution sur la bassin de la Boutonne en Charente-Maritime - Bilan de la démarche de médiation et rapport de recommandations », juill. 2018.
- [17] Syndicat Mixte des Réserves de Substitution de la, « Réalisation de 6 réserves de substitution - Bassin du Curé - Charente-Maritime », 2016.
- [18] Coopérative de l'eau 79, « Résumé non technique - étude d'impact retenues de substitution dans les Deux-Sèvres », nov. 2016.

- [19] Hugues AYPHASSORHO (Conseil général de l'environnement et du développement durable) et Roland RENOULT (Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation et des espaces ruraux), « Retenues de substitution d'irrigation dans les Deux-Sèvres », juill. 2018.
- [20] Collectif citoyen « Bassines non merci ! », « Sauvons notre eau et nos euros », févr. 2018.
- [21] Isabelle Verbaere, « SOS territoires à sec ! », *La gazette*, mars 18, 2019.
- [22] DREAL Pays de la Loire, « Zoom sur les retenues substitution ». mai 2012.
- [23] DREAL Centre-Val de Loire, « État quantitatif de la ressource en eau en région Centre-Val de Loire ». juin 12, 2019.

- **Contacts :**

SYMBO (Syndicat Mixte pour l'étude de l'aménagement et de la Gestion du Bassin de la Boutonne)

SAGE Vienne

François Marie Pellerin (association Coordination pour la Défense du Marais Poitevin)

Julien Moureau (Chambre d'agriculture des Deux-Sèvres)



POLYTECH
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Angel
NEUENSCHWANDER
2019-2020

Retenues de substitution et impacts des prélèvements hivernaux

Résumé : Sur les bassins Cher amont et Yèvre-Auron, le manque d'eau se fait ressentir un peu plus chaque année, notamment dans le secteur agricole. Dans le cadre du projet de territoire, cette étude vient apporter un éclairage sur les projets de substitution, destinés à éviter les prélèvements estivaux en les remplaçant par des prélèvements hivernaux, et réduire l'impact environnemental des prélèvements pour l'irrigation. Quels sont les incidences causées sur les nappes phréatiques ? comment évaluer ces impacts ? quelles mesures permettent de les réduire ?

Mots Clés : irrigation, retenue de substitution, impact, prélèvement, nappe phréatique

Etablissement Public Loire, Bassins Cher amont et Yèvre-Auron

Tuteur :

Jonathan Bourdeau-Garrel

Chargé de mission SAGE Cher amont