



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Novembre 2022

Les conditions de mobilisation des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage sur le bassin de Loire-Bretagne

Dominique AUVERLOT - IGEDD
Claude BERNHARD - CGAAER
Alain NEVEÜ - IGEDD
(coordonnateur)

Rapport n°014269-01

Rapport n°22017



CGAAER

CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport

Statut de communication	
<input type="checkbox"/>	Préparatoire à une décision administrative
<input type="checkbox"/>	Non communicable
<input type="checkbox"/>	Communicable (données confidentielles occultées)
<input checked="" type="checkbox"/>	Communicable

Sommaire

Résumé.....	6
Liste des recommandations.....	8
Introduction	10
1 Un bassin déjà sous tension qui doit s'adapter rapidement au changement climatique.....	12
1.1 Un bassin disposant de plusieurs dispositifs de soutien d'étiage	12
1.1.1 Le soutien d'étiage assuré par l'EPL sous l'égide du CGRNVES.....	14
1.1.2 Le soutien d'étiage assuré par EDF sur la Vienne.....	19
1.1.3 Les autres soutiens d'étiage assurés par des retenues hydroélectriques...	20
1.2 Une réduction déjà significative des débits naturels qui ne permet plus de tenir les DOE sur une partie du bassin malgré le soutien d'étiage	23
1.2.1 L'évolution des débits d'été et d'automne.....	23
1.2.2 Les consommations d'eau à l'étiage	24
1.2.3 Les DOE ne sont déjà plus tenus 8 années sur 10 sur une partie du bassin	26
1.3 D'ici 2050, la baisse des débits naturels à l'étiage va s'amplifier sous l'effet du changement climatique	29
1.4 L'évolution des écosystèmes doit être anticipée et accompagnée	30
2 La contribution des retenues hydroélectriques à un nouveau modèle du soutien d'étiage sur le bassin Loire Bretagne.....	32
2.1 Mobiliser des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage	32
2.2 Mobiliser de nouvelles retenues en complément d'une optimisation de Naussac et Villerest sur le secteur Allier – Loire amont	35
2.2.1 Optimiser la gestion de Naussac et Villerest	36
2.2.2 Maximiser l'utilisation de Villerest par un appel éventuel à Grangent et Lavalette en automne.....	37
2.2.3 Atténuer les contraintes de la gestion pluriannuelle de Naussac par une mobilisation des Fades sur la Sioule	40
2.2.4 La modification de l'équilibre entre les soutiens d'étiage de la Loire et de l'Ardèche par les ouvrages de Montpezat ne répondrait pas aux ordres de grandeur.....	42

2.2.5 En conclusion sur l'Allier et la Loire amont	43
2.3 Préserver le soutien d'étiage de la Vienne	47
2.4 Adapter les dispositifs locaux au changement climatique.....	48
2.4.1 Le cas du Cher : l'adoption souhaitable d'objectifs de soutien d'étiage variables	48
2.4.2 Le cas de la Creuse : une situation de déséquilibre qui risque de s'aggraver	49
2.4.3 Le cas du Blavet : des améliorations possibles du règlement d'eau.....	50
3 Le changement climatique renforce la nécessité d'une gestion quantitative à l'échelle du bassin.....	51
3.1 Les ressources actuellement mobilisées pour le soutien d'étiage ne suffiront pas à satisfaire les DOE, ni à court ni à moyen terme	51
3.1.1 Les conclusions pouvant être tirées des ordres de grandeur disponibles... 51	
3.1.2 La nécessité d'une étude globale à l'échelle du bassin de la Loire	52
3.1.3 Tous les leviers d'action doivent être mobilisés.....	53
3.2 Une maîtrise progressive des consommations s'impose pour sécuriser les usages et assurer la qualité des milieux.....	53
3.2.1 La maîtrise des prélèvements agricoles en application des conclusions du Varenne agricole de l'eau et du changement climatique	54
3.2.2 Les pistes très encadrées d'accès de l'agriculture à la ressource en eau ..	57
3.2.3 L'évolution de la consommation d'eau des centrales nucléaires en fonction des futurs contextes énergétiques envisageables mérite d'être étudiée.....	60
3.2.4 Des travaux permettraient d'importantes économies d'eau sur les canaux de VNF	62
3.2.5 La nécessité d'ambitieux programmes de sécurisation et d'économie sur l'alimentation en eau potable	63
3.2.6 La nécessité d'une démarche globale	64
3.3 Les avantages des solutions fondées sur la nature doivent être mieux évalués pour soutenir leur plus large déploiement	65
3.4 La révision des DOE doit accompagner ces évolutions.....	66
Conclusion	68
Annexes.....	70
Annexe 1 Lettre de mission.....	71

Annexe 2 Liste des personnes rencontrées	75
Annexe 3 Les réservoirs de Villerest et de Naussac	88
Annexe 4 Le complexe de Montpezat.....	116
Annexe 5 Evolutions sur longue période des débits d'été et d'automne	119
Annexe 6 Le changement climatique sur le bassin Loire-Bretagne	122
Annexe 7 Les conditions de mobilisation des retenues hydroélectriques	140
Annexe 8 Liste des transferts d'eau entre sous-bassins.....	149
Annexe 9 Eléments d'analyse sur l'idée de construction de nouveaux grands réservoirs	151
Annexe 10 Eléments sur les prélèvements d'eau.....	153
Annexe 11 L'agriculture dans le bassin Loire-Bretagne.....	155
Annexe 12 Contribution de la coopérative Limagrain.....	174
Annexe 13 Les besoins et la consommation d'eau des centrales nucléaires.....	179
Annexe 14 Les économies d'eau possibles sur les canaux de VNF	184
Annexe 15 L'alimentation en eau potable sur le bassin Loire-Bretagne	189
Annexe 16 Les solutions fondées sur la nature	200
Annexe 17 Glossaire des sigles et acronymes.....	204
Annexe 18 Table des illustrations	206

Résumé

Les Assises de l'eau de 2019 et le Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique ont, tous deux, pointé les retenues hydroélectriques comme potentielle ressource en eau, à la condition de veiller à concilier production d'énergie renouvelable et optimisation de la gestion de l'eau. C'est dans ce cadre que les ministres chargés de l'agriculture, de l'énergie et de l'environnement ont confié au CGEDD, devenu depuis IGEDD, et au CGAAER une mission d'expertise sur les conditions de mobilisation des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage sur le bassin Loire-Bretagne, après celle portant sur le bassin Adour- Garonne¹.

Le parc hydroélectrique du bassin Loire-Bretagne produit en moyenne 1,5 TWh et est capable de mobiliser quasi instantanément une puissance électrique de 660 MW. Cette puissance est, de plus, mobilisable à n'importe quel moment en hiver par jour de grand froid. Cette richesse doit être préservée.

Les retenues hydroélectriques contribuent déjà largement aux dispositifs de soutien d'étiage existant à l'intérieur de ce bassin. Tant pour le soutien d'étiage de la Vienne qui mobilise la totalité des retenues situées autour de Vassivière, que pour six autres dispositifs locaux dont quatre sont situés dans le bassin de la Loire (Cher, Creuse, Loire amont et Sioule) et deux sur des fleuves côtiers bretons (Aulne et Blavet). Le principal dispositif, celui qui soutient l'Allier et la Loire, est assis, lui, sur les réservoirs de l'Etablissement public Loire (EPL) : Naussac et Villerest, pour lesquels la production d'électricité n'est qu'une fonction accessoire.

Les conditions techniques, juridiques et économiques de la mobilisation des retenues hydroélectriques dans les dispositifs existants sont très variables. Elles résultent d'une histoire propre à chaque dispositif.

Le changement climatique, qui est déjà très perceptible sur le bassin et qui va inéluctablement s'aggraver, s'accompagne de canicules et de sécheresses plus fréquentes et plus sévères qui accroissent la sollicitation des dispositifs existants. Plusieurs d'entre eux se retrouvent en difficulté, les années sèches, pour servir les débits inscrits dans le cahier des charges de leur concession, leur règlement d'eau ou la convention les instituant. A cet égard, la modulation des objectifs de soutien d'étiage (OSE), progressivement mise en place sur l'Allier et la Loire moyenne, constitue un outil très puissant d'adaptation pragmatique du soutien d'étiage aux ressources contenues dans les deux réservoirs de Naussac et Villerest. Les règles de gestion de ces deux réservoirs couvrent ainsi les risques les plus lourds de conséquences : celui d'une interruption brutale du soutien à l'automne avant la fin de l'étiage, faute de ressources, et celui d'une campagne aux ambitions fortement réduites l'année suivante du fait d'un remplissage insuffisant du réservoir de Naussac à la fin du printemps. Cette couverture des risques est obtenue à un double prix : une limitation des ressources effectivement mobilisables à environ 210 Mm³, et une baisse des débits servis. Les marges d'optimisation de la gestion de ces deux réservoirs, qui doivent être prioritairement mobilisées, ne sont malheureusement pas à la hauteur des besoins.

Même utilisées au mieux, dans le cadre d'une gestion nécessairement prudente, les ressources limitées de Naussac et Villerest, et de plusieurs autres dispositifs, ne permettent d'ores et déjà plus de satisfaire tous les usages en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique. Les débits objectifs d'étiage (DOE), qui sont censés caractériser cet équilibre, ne sont plus respectés autant qu'ils devraient l'être sur une large partie du bassin (une partie de la Loire et de ses principaux affluents qui trouvent leur source dans le Massif Central) depuis le début des années 2010.

¹ <https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Affaires-0012349>

Les retenues hydroélectriques du bassin étant déjà très largement mobilisées, le potentiel de mobilisation complémentaire existe mais apparaît limité. Les principales ressources mobilisables sont situées sur l'amont du bassin. Leur mobilisation pourrait apporter un renfort intéressant au dispositif de soutien de l'Allier et de la Loire géré par l'EPL.

En effet, les règles de gestion des réservoirs de Villerest, qui imposent raisonnablement que soit toujours pris en compte le risque d'un étiage prolongé sur tout l'automne, aboutissent à un volume d'eau conservé dans la retenue en fin de campagne significatif. Il en va de même à Naussac pour limiter le risque de trop faible remplissage pour la campagne suivante. Une meilleure mobilisation de l'eau contenue dans ces deux réservoirs est possible à la condition que l'assurance contre ces deux risques puisse être reportée sur d'autres retenues présentes sur le bassin.

La mission propose d'utiliser à cette fin les **retenues de Grangent et des Fades concédées à EDF** et celle de **Lavalette, propriété de Saint-Etienne Métropole, consacrée prioritairement à l'alimentation en eau potable et concédée pour le reste à EDF**. Une quantité d'environ 30 Mm³ (représentant un productible de 10 à 14 GWh) pourrait ainsi être réservée globalement sur ces trois ouvrages pour assurer, si nécessaire, le **soutien d'étiage à l'automne**. Ce renfort doit venir conforter la **gestion prudente, dans une vision pluriannuelle de la ressource, des deux réservoirs de Naussac et Villerest**.

L'existence de cette réserve « assurantielle » permettrait de faire évoluer les règles de gestion de Naussac et Villerest et d'augmenter d'autant leur volume maximum mobilisable, au bénéfice d'un meilleur soutien d'étiage, sans, en règle générale, tirer sur la réserve. La production hydroélectrique devrait donc être peu affectée. Cette réservation pourrait être effectuée très rapidement dans un **cadre conventionnel entre l'EPL, EDF et l'autorité concédante pour Grangent et les Fades, et entre l'EPL, EDF, Saint-Etienne Métropole et l'autorité concédante pour Lavalette**. L'étude de toutes les pistes possibles d'augmentation du remplissage annuel du barrage-réservoir de Naussac, et en particulier la possibilité de faire appel plus souvent au pompage dans l'Allier, devrait être menée en parallèle. Les retenues hydroélectriques ne doivent être mobilisées qu'après que la gestion technique des deux réservoirs aura été optimisée.

Le dispositif très particulier de soutien d'étiage de la Vienne, qui a prouvé son efficacité, mérite d'être préservé. Les dispositifs du Cher et du Blavet qui rencontrent, chacun, des difficultés, devraient être optimisés par négociation, à l'initiative des collectivités compétentes, entre l'ensemble des parties prenantes et le concessionnaire, sans attendre l'échéance de la concession. De même, la mise en place d'un dispositif plus ambitieux que l'existant pourrait être étudiée sur la Creuse.

Toutes ces améliorations ne sont pas à la hauteur des effets à venir du changement climatique. Même si l'idée en est évoquée, aucun projet de nouveau grand réservoir n'a été présenté à la mission. Si un tel projet, dont la faisabilité reste à démontrer, était défini, sa mise en service ne pourrait vraisemblablement pas intervenir avant 2040, voire 2050. C'est pourquoi un effort de réduction des consommations nettes de tous les usages, pendant la période d'étiage, doit être consenti sans tarder.

L'apport des solutions fondées sur la nature, qui présentent de nombreux autres bénéfices environnementaux, à une meilleure régulation des débits dans l'année doit encore faire l'objet d'évaluations quantitatives afin que sa contribution puisse être estimée.

Enfin une démarche de **révision des DOE du bassin Loire-Bretagne doit être engagée afin de conserver leur pertinence**.

Liste des recommandations

- Recommandation 1. (CGRNVES) : Moduler les objectifs de soutien d'étiage de proximité de Naussac (confluence du Chapeauroux et Vieille Brioude) et de Villerest (pied du barrage)..... 36**
- Recommandation 2. (EPL) : Explorer toutes les pistes d'augmentation du remplissage annuel du barrage-réservoir de Naussac et, en particulier, la possibilité de faire appel plus souvent au pompage dans l'Allier..... 37**
- Recommandation 3. (EPL) : Etudier, en lien avec EDF et Saint-Etienne Métropole, la possibilité de réserver la disponibilité, à l'automne, d'environ 30 Mm³ d'eau dans les retenues de Grangent, Lavalette et des Fades en appui de Naussac et Villerest. 47**
- Recommandation 4. (AELB) : Effectuer une étude prospective globale (HMUC) sur la totalité du bassin de la Loire, servant de cadre de cohérence à l'ensemble des études de même nature financées par l'agence sur de nombreux sous-bassins et prenant en compte les résultats disponibles d'Explore 2. Impliquer le conseil scientifique du comité de bassin, en cours d'installation, dans la définition, le pilotage et l'exploitation de cette étude. 53**
- Recommandation 5. (préfète coordonnatrice de bassin) : Engager toutes les catégories d'usagers dans des programmes concrets de réduction de leurs consommations nettes d'eau en période d'étiage (juin-octobre), dont notamment : 1) La profession agricole dans la généralisation, sur l'ensemble du bassin, de l'utilisation des outils de gestion quantitative de l'eau, 2) EDF dans l'étude de l'impact de l'évolution de la demande et du besoin de flexibilité du mix électrique sur les consommations d'eau en période estivale de ses centrales nucléaires, 3) Voies Navigables de France dans les études nécessaires pour dégager les solutions les plus pertinentes pour réduire les besoins en eau de ses canaux , 4) Les collectivités compétentes pour l'alimentation en eau potable dans des actions de sécurisation des ressources, de réduction des fuites et de maîtrise des consommations. 64**
- Recommandation 6. (Comité de bassin et AELB) : Accompagner financièrement les programmes de réduction des consommations d'eau en période d'étiage dans le cadre des programmes de l'agence. 64**
- Recommandation 7. (AELB) : Mettre en place, avec l'appui du conseil scientifique du comité de bassin, des bilans quantitatifs de la gestion de la ressource en eau des solutions fondées sur la nature et, en particulier, une évaluation des capacités de stockage d'eau des zones humides. 66**

Recommandation 8. (AELB et DEB) : Engager une démarche de révision des débits objectifs d'étéage (DOE) du bassin Loire-Bretagne dans la perspective du prochain SDAGE. 67

Introduction

Le changement climatique sur le bassin Loire-Bretagne et l'augmentation de température qu'il provoque réduisent fortement, durant la période estivale les ressources en eau, déjà soumises à la pression des activités humaines. Ces évolutions ont été particulièrement sensibles, ces dernières années, sur des zones, jusqu'à présent relativement préservées de tensions et qui découvrent les enjeux et le besoin des outils de la gestion quantitative de l'eau. L'été 2019 a ainsi conduit à une prise de conscience de la part des acteurs de l'amont du bassin de la fragilité de la ressource en eau. Durant l'été 2022, la Bretagne, notamment, a connu un manque d'eau inédit qui s'est prolongé bien au-delà du mois d'août. Cette évolution au cœur du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Loire-Bretagne adopté en mars 2022 va se poursuivre.

Dans la lignée des conclusions des Assises de l'eau (action 6.c) et de celles du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique, la ministre de la transition écologique, le ministre de l'agriculture et de l'alimentation ainsi que la secrétaire d'Etat auprès de la ministre de la transition écologique, chargée de la biodiversité ont demandé en janvier 2022 à l'IGEDD et au CGAER de mener une mission sur les conditions de mobilisation des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage sur le bassin Loire-Bretagne. Cette mission fait suite à une sollicitation conjointe adressée aux ministres par les préfets coordonnateurs des bassins Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée-Corse pour leurs bassins respectifs.

La mission a divisé son travail en trois temps, correspondant aux trois chapitres de ce rapport :

- Elle a cherché tout d'abord à caractériser les principaux dispositifs de soutien d'étiage présents sur le bassin, sur la Loire et l'Allier, mais aussi sur la Sioule, le Cher, la Creuse, la Vienne, le Blavet et l'Aulne et à rendre compte de leur efficacité à travers le respect ou non des débits objectifs d'étiage. Les projections climatiques dont elle a pris connaissance montrent qu'il **sera de plus en plus difficile de les satisfaire à l'avenir et que tant les hommes et leurs modes de vies que les écosystèmes vont devoir s'adapter** ;
- Elle a examiné ensuite l'apport possible des retenues hydroélectriques à ces différents dispositifs de soutien d'étiage en essayant de concilier le besoin d'eau en été, et de plus en plus souvent en automne, pour le soutien d'étiage et le besoin de cette même eau pour produire de l'électricité en particulier à la pointe en hiver, mais aussi dans les moments où la production d'électricité des énergies renouvelables sera faible ;
- Constatant que ce volume n'était pas négligeable mais **ne permettrait pas de satisfaire, en année sèche dès aujourd'hui et de plus en plus fréquemment demain, les débits objectifs d'étiage fixés par le SDAGE 2022-2027**, elle a cherché à identifier les autres leviers possibles pour équilibrer prélèvements et bon état des milieux pendant la période d'étiage. Le troisième chapitre traite ainsi des besoins d'eau de l'agriculture, des centrales nucléaires, des canaux exploités par Voies Navigables de France (VNF) et de l'alimentation en eau potable (AEP). Les solutions fondées sur la nature constituent également une piste prometteuse qu'il reste à quantifier. Elle a enfin examiné les possibilités offertes par la **modulation des objectifs de soutien d'étiage (OSE), qui permet de piloter, une année donnée, les débits relâchés en fonction de l'état des stocks et des prévisions météorologiques afin de pouvoir soutenir les débits jusqu'à la fin de la période d'étiage**. Cette modulation indispensable pour le pilotage annuel, de même que la réduction des débits objectifs d'étiage (DOE) rendue nécessaire par le changement climatique, ne doivent être utilisées qu'après avoir mis en œuvre les leviers précédents : la bonne adaptation des écosystèmes en dépend.

Pour son travail, la mission ne disposait pas d'un **exercice d'évolution quantitative de la ressource en eau sur le bassin à l'horizon 2050 – 2070**, qu'elle appelle de ses vœux : elle s'est donc appuyée sur les ordres de grandeur résultant de ses travaux et de ceux menés par l'EPL sur l'adaptation au changement climatique de Naussac et Villerest.

Si la finalité principale de la mission porte sur les retenues hydroélectriques, la Préfète coordonnatrice de bassin a aussi souhaité que la mission étende son analyse aux barrages réservoirs de Naussac et de Villerest, compte tenu de leur rôle clef dans le dispositif de soutien d'étiage de la Loire et de l'Allier. Pour ce faire, la mission a développé une modélisation du fonctionnement du réservoir de Villerest afin d'éclairer l'articulation entre les deux fonctions de l'ouvrage que sont l'écêtement des crues et le soutien d'étiage. Ses principaux résultats, évoqués dans le premier chapitre, sont présentés en détail en annexe. Cette extension du périmètre de la mission s'est révélée particulièrement bénéfique puisqu'elle a permis à la mission de proposer un schéma d'amélioration du dispositif de soutien d'étiage de la Loire et de l'Allier jouant sur la complémentarité existant entre ces deux ouvrages et certaines retenues hydroélectriques.

Conformément à sa lettre de commande, **la mission a également examiné les possibilités de regroupement des concessions hydroélectriques** : ces informations qui peuvent préfigurer les futurs renouvellements de concessions figurent dans un volume à part remis aux directions d'administration centrale concernées.

La mission a rencontré près de 150 acteurs du bassin lors d'entretiens à distance et de réunions lors de déplacements à Orléans et en Auvergne. Elle tient à remercier l'ensemble de ces interlocuteurs dont les noms figurent en annexe pour leur disponibilité et la qualité des échanges et des informations transmises. La mission remercie tout particulièrement l'investissement et l'aide apportés par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne (AELB), l'Etablissement public Loire (EPL), les DREAL Centre-Val de Loire (DREAL de bassin), Nouvelle Aquitaine, Auvergne Rhône Alpes et Bretagne, l'Agence régionale de santé Centre-Val de Loire (ARS de Bassin), EDF et VNF.

1 Un bassin déjà sous tension qui doit s'adapter rapidement au changement climatique

De nombreux dispositifs de soutien d'étiage² impliquant des concessions hydroélectriques existent déjà sur le bassin Loire-Bretagne. Ils sont présentés dans cette partie. Ces dispositifs subissent les impacts du changement climatique ce qui altère déjà leur capacité à répondre aux besoins dans le respect du bon état des milieux. Ces impacts vont encore s'aggraver d'ici le milieu du siècle.

1.1 Un bassin disposant de plusieurs dispositifs de soutien d'étiage

Le soutien d'étiage est une réalité reconnue par le SDAGE qui distingue les axes réalimentés des autres cours d'eau et y définit des dispositions particulières (7B-5). Pour autant, l'analyse du soutien d'étiage et de ses impacts apparaît très limitée dans l'état des lieux du SDAGE : « [le soutien d'étiage] est considéré comme positif car il permet l'irrigation, l'alimentation en eau potable, le refroidissement des centrales nucléaires, ainsi que la survie d'espèces craignant les très faibles débits et de trop fortes températures de l'eau... Il n'en demeure pas moins que, s'il n'est pas prévu pour équilibrer de trop forts prélèvements humains à l'étiage, il modifie le fonctionnement naturel du cours d'eau sur des distances parfois importantes, réduisant les capacités d'accueil pour les organismes indigènes qui recherchent des bancs découverts, de faibles vitesses au niveau d'abris, une température de l'eau plus élevée... »³.

Le comité de bassin ne s'est doté, jusqu'à présent, d'aucune doctrine en la matière dont la mission ait pu prendre connaissance.

Or, le soutien d'étiage qui existe sur le bassin est multiforme, intéressant plusieurs cours d'eau et divers opérateurs :

- **L'établissement public Loire (EPL)** qui assure un soutien d'étiage sur l'Allier et la Loire à partir des réservoirs de Naussac et Villerest ;
- **Electricité de France (EDF)** qui assure un soutien d'étiage :
 - au titre du cahier des charges de sa concession au moyen d'un débit ou régime garanti : sur le Blavet, à partir du barrage de Guerlédan, sur le Cher, à partir du barrage de Rochebut, sur la Loire, à partir des retenues du Gage et La Palisse appartenant au complexe de Montpezat, et sur la Sioule à partir du complexe des Fades – Queuille ;
 - au titre d'une convention passée avec l'Etat sur la Vienne, à partir des ouvrages situés sur la Maulde et le Taurion ;
 - au titre de conventions passées avec la profession agricole : sur la Creuse, à partir du barrage d'Eguzon, et sur la Sioule, à partir du barrage des Fades, pour un soutien d'étiage complémentaire à celui dû au titre du cahier des charges de la concession.
- **La Société hydraulique d'études et de missions d'assistance (SHEMA), filiale d'EDF**, qui assure un soutien d'étiage sur l'Aulne, à partir du barrage de Saint-Michel, dans le cadre

² Dans le présent rapport : augmentation du débit d'un cours d'eau par des volumes temporairement stockés. Il n'y a soutien que si le débit sortant du réservoir ou de la retenue est strictement supérieur à son débit entrant.

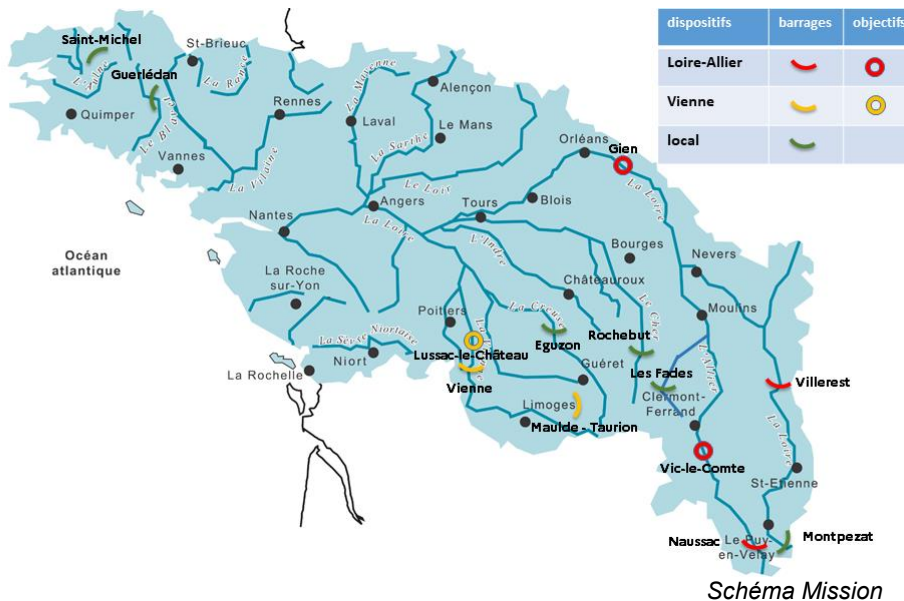
³ Comité de bassin Loire-Bretagne « Etat des lieux du bassin Loire-Bretagne établi en application de la directive cadre sur l'eau », version adoptée (12 décembre 2019) (p232)

d'une convention signée avec l'Etablissement public d'aménagement et de gestion du bassin versant de l'Aulne (EPAGA), établissement public territorial de ce bassin (EPTB) ;

- Le Syndicat de bassin de l'Elorn, EPTB, à partir du barrage du Drennec ;
- Le Département d'Ille-et-Vilaine, à partir de ses trois barrages de Cantache, Haute-Vilaine et la Valière.

La mission s'est intéressée à tous les ouvrages auxquels est associée une production d'énergie électrique que ce soit au titre de l'objet de la concession (ouvrages d'EDF et de la SHEMA) ou en tant qu'activité annexe, comme sur les ouvrages de l'EPL. Elle n'a pas mené d'investigation sur les ouvrages du Syndicat de bassin de l'Elorn et du Département d'Ille-et-Vilaine⁴.

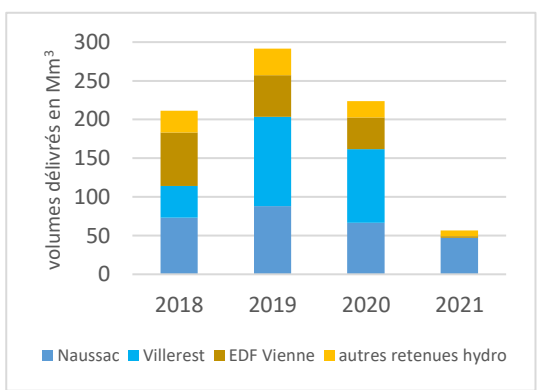
Figure 1 : Dispositifs de soutien d'étiage impliquant des concessions hydroélectriques⁵



La contribution des réservoirs de l'EPL et des retenues hydroélectriques au soutien d'étiage sur les principaux axes varie fortement selon les années. La part des retenues hydroélectriques représente un tiers du total sur ces quatre années. Elle peut monter jusqu'à 46 %.

Le soutien d'étiage le plus puissant, celui assuré par l'EPL à partir des réservoirs de Naussac et Villerest, appuyé sur un volume utile de l'ordre de 280 Mm³, a pu délivrer plus de 200 Mm³ en 2019, troisième année de plus fort soutien après 1989 (260 Mm³) et 2003 (235 Mm³). Celui assuré par EDF sur la Vienne, appuyé sur un volume utile de l'ordre de 134 Mm³, a délivré près de 70 Mm³ en 2018.

Figure 2 : Contributions des dispositifs au soutien d'étiage sur le bassin Loire-Bretagne



Source : analyse mission de données EDF et EPL

⁴ Ces ouvrages ne produisent pas d'électricité.

⁵ Le dispositif de soutien d'étiage de la Vienne qui rassemble de nombreux ouvrages est représenté de manière schématique.

1.1.1 Le soutien d'étiage assuré par l'EPL sous l'égide du CGRNVES

L'EPL est le gestionnaire des deux ouvrages de Naussac et Villerest :

- Mis en service en 1983, le réservoir de Naussac⁶ a pour vocation le soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire ;
- Mis en service en 1985, le réservoir de Villerest⁷ a pour but « *d'écrêter les crues de la Loire, de soutenir les étiages de ce fleuve et de permettre éventuellement la production d'énergie électrique* »⁸.

La gestion des deux ouvrages est liée : Naussac vient en appui de Villerest pour le soutien de la Loire lorsque Villerest se trouve en difficulté pour tenir cet objectif.

L'EPL poursuit, par les lâchures⁹ opérées par chacun des réservoirs, des objectifs de débits (objectifs de soutien d'étiage ou OSE) qui sont fixés par le comité de gestion des réservoirs de Naussac et Villerest et des étiages sévères (CGRNVES) présidé par la Préfète coordonnatrice de bassin Loire-Bretagne. Ce comité, par le jeu des dispositions figurant dans les arrêtés de 1978¹⁰ et 2004¹¹, a un triple rôle :

- un rôle de conseil pour l'amélioration de la gestion des réservoirs ;
- un rôle opérationnel de programmation des lâchures via la modulation des OSE ;
- un rôle de conseil pour la gestion de crise.

Il ne joue aucun rôle en période de crue : la gestion de l'ouvrage revient alors à l'EPL.

Les décisions prises par ce comité ont précisé, modulé et complété les objectifs figurant dans le décret déclarant d'utilité publique l'aménagement du réservoir de Naussac (2 objectifs) et dans le règlement d'eau du réservoir de Villerest (2 objectifs). Actuellement, l'EPL poursuit :

- deux objectifs de débit sur la Loire, à partir du réservoir de Villerest :
 - 12 m³/s au pied de l'ouvrage (au niveau du DOE) ;
 - Et un objectif modulé à Gien.
- et quatre objectifs de débit sur l'Allier, à partir du réservoir de Naussac :
 - 2 m³/s au niveau de l'ouvrage ;
 - 5,5 m³/s au confluent du Chapeauroux, du 15 mai au 15 septembre, pour la pratique d'activités d'eaux-vives¹² ;

⁶ L'EPL est devenu gestionnaire à compter du 1^{er} janvier 2003 du réservoir de Naussac dont la concession avait été accordée en 1976 à la Société pour la mise en valeur de la région Auvergne-Limousin (SOMIVAL)

⁷ Le réservoir de Villerest a été construit par l'Institution interdépartementale pour la protection des vals de Loire, devenue en 1983 l'Etablissement public pour l'aménagement de la Loire et de ses affluents (EPALA), qui a pris, à l'été 2001, la dénomination d'Etablissement public Loire.

⁸ Décret du 18 avril 1977 déclarant d'utilité publique les travaux de construction du barrage de Villerest (département de la Loire).

⁹ La mission a repris le terme « lâchure » qui est celui utilisé par les acteurs du bassin : EPL et CGRNVES.

¹⁰ Arrêté du 28 février 1978 portant création d'un comité de gestion technique des réservoirs de Naussac et Villerest.

¹¹ Arrêté préfectoral du 8 juillet 2004 créant un comité de gestion des réservoirs de Naussac et Villerest et des étiages sévères du bassin Loire-Bretagne

¹² Cet objectif remplace un objectif lié au barrage de Poutès, résultant d'une décision intervenue pour la première fois en 1991, devenu caduc suite à la transformation de cet ouvrage

- 6 m³/s à Vieille-Brioude¹³, (au niveau du débit seuil d'alerte ou DSA) ;
- Et un objectif modulé de 14 à 10 m³/s à Vic-le-Comte¹⁴ (entre le DSA et le DOE).

Le comité a défini progressivement des règles de gestion qui sont regroupées dans un recueil des décisions à caractère permanent, dont la dernière version date de juin 2017. Il suit aussi, pendant chaque campagne de soutien d'étiage, la situation (débits aux points faisant l'objet d'objectifs et niveaux des deux réservoirs) pour adapter les consignes dans une gestion active.

Les débats et les délibérations du comité sont fondées sur les résultats de projections effectuées par un modèle hydrographique dénommé MORDOR, développé par EDF et exploité par la DREAL Centre-Val de Loire. Ce modèle, limité aux bassins de l'Allier et de la Loire à l'amont de Gien, définit, sur le fondement d'analyses statistiques météorologiques et climatiques, le volume d'eau nécessaire, au jour de la simulation, pour assurer le soutien d'étiage jusqu'à sa fin prévisible, pour diverses valeurs de l'OSE à Vic-le-Comte sur l'Allier et à Gien sur la Loire. Les tableaux ainsi produits permettent à la préfète coordonnatrice, ou au comité¹⁵, de fixer l'OSE à Gien en fonction du volume d'eau mobilisable disponible dans les réservoirs de Naussac et Villerest.

L'EPL détermine les lâchures à opérer, jour par jour, à partir des réservoirs de Naussac et Villerest, dont il assure la gestion opérationnelle, pour respecter les OSE fixés par la préfète de bassin ou le CGRNVES. Il s'appuie, pour ce faire, sur un modèle, dénommé LOLLA, qui tient compte non seulement des observations et des prévisions de pluie et de débit à 6 jours mais aussi des temps de propagation de l'eau entre les réservoirs et les points auxquels sont fixés les OSE à respecter (4 jours entre Villerest et Gien, 2,5 jours entre Naussac et Vic-le-Comte et 6 jours jusqu'à Gien), ainsi que des incertitudes associées (hydrométrie et météorologie).

Chaque jour pendant la campagne de soutien d'étiage, le volume délivré par chacun des deux ouvrages est calculé par l'EPL en référence à l'OSE qui réclame le soutien le plus important et devient l'OSE directeur du jour. **Malheureusement, le système d'information de l'établissement ne conserve ne conserve cette information que depuis 2021. Il n'est donc pas possible de retracer précisément pour quels objectifs ont été utilisées jusqu'à présent les ressources des réservoirs, ni de mesurer l'impact de la modulation de certains d'entre eux.**

Mise à part cette réserve, la mission observe que le soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les réservoirs de Naussac et Villerest, sous l'égide du CGRNVES, est réalisé avec une forte implication de tous les participants et un grand professionnalisme.

1.1.1.1 La modulation des objectifs de soutien d'étiage

L'expérience acquise et les difficultés rencontrées entre la mise en service des réservoirs et l'année 2003 ont conduit à **adapter progressivement les OSE** à Vic-le-Comte et à Gien en fonction du niveau de remplissage du réservoir de Naussac au début de la campagne de soutien :

- Pour l'OSE de Vic-le-Comte, cette modulation est intervenue à compter de **1986**. Elle est stabilisée depuis 2002 ;
- Pour l'OSE de Gien, une règle de modulation a été approuvée en 2006 après plusieurs années de pratique. Cette règle est stable depuis 2011.

Sous cet aspect, on peut distinguer trois périodes dans la gestion du réservoir de Villerest :

¹³ Objectif réglementaire découlant de la déclaration d'utilité publique de 1976

¹⁴ Ce dernier objectif ne découle pas du règlement d'eau du barrage de Naussac mais d'une décision du comité de gestion technique des réservoirs de Naussac et Villerest intervenue en 1983.

¹⁵ La préfète coordinatrice de bassin fixe l'OSE à Gien à l'intérieur de la fourchette de 50 à 60 m³/s définie par la décision à caractère permanent du comité. Le cas échéant, le comité fixe l'OSE en dehors de cette fourchette.

- 1989-1990 : pas de modulation de l'OSE de Gien,
- 1991-2005 : des modulations au cas par cas,
- 2006-2021 : une règle de modulation

Entre les deux premières périodes, la modulation a diminué le nombre moyen de jours de soutien et l'OSE moyen pendant ces jours de soutien, donc les volumes lâchés.

Entre les deux suivantes, la baisse de l'OSE moyen s'est poursuivie mais le nombre de jours de soutien s'est accru.

L'OSE moyen atteint maintenant la valeur de 54,5 m³/s. Il s'éloigne de plus en plus de l'objectif figurant au règlement d'eau de l'ouvrage¹⁶.

La modulation des OSE s'est révélée être un outil très puissant d'adaptation pragmatique du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire aux ressources contenues dans les deux réservoirs, dans tous les contextes hydrologiques, y compris lors des années caractérisées par des épisodes de sécheresse marquée, dont 2003 et 2019.

Elle a, de la même façon, été utilisée jusqu'à des niveaux encore plus bas pour faire face à la sécheresse de l'année 2022¹⁷.

1.1.1.2 Le soutien de l'Allier et de la Loire

L'Allier bénéficie d'un soutien d'étiage chaque année depuis la mise en service de Naussac, y compris les années humides. Cette permanence du besoin de soutien d'étiage, qui ne se retrouve pas sur la Loire, indique que l'Allier souffre d'un plus fort déséquilibre structurel entre ses débits naturels et les prélèvements qui y sont opérés.

Les volumes délivrés ne sont pas directement comparables d'une année à l'autre¹⁸, faute que les OSE directeurs aient été documentés, car les règles de soutien ont évolué au fil du temps (modulation de plusieurs OSE dont principalement ceux de Gien et de Vic-le-Comte).

Le nombre de jours de soutien effectif du débit de l'Allier par Naussac augmente au fil du temps, malgré la modulation des OSE de Vic-le-Comte et de Gien. Cette augmentation, détaillée en annexe 3, est particulièrement marquée au mois d'octobre. Cette évolution est à mettre en relation avec le constat, présenté en partie 1.2.1 ci-après, d'une extension au mois d'octobre du régime estival des débits de la Loire et de ses affluents qui prennent leur source dans le Massif Central.

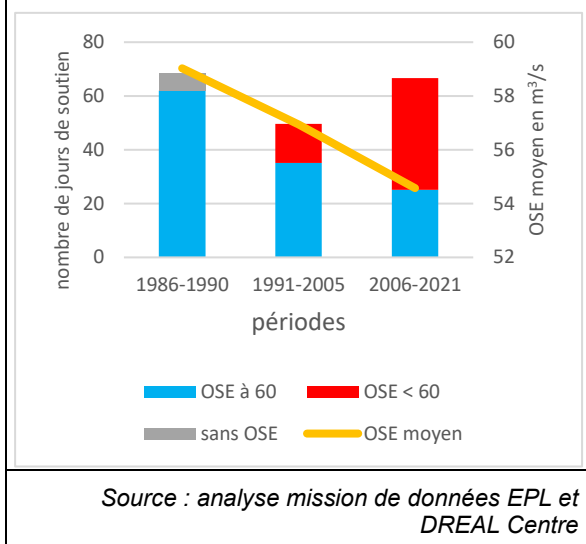
Le débit de la Loire est aussi soutenu chaque année par les lâchures opérées par le réservoir de Villerest. Mais pour des raisons différentes de celles qui prévalent sur l'Allier.

¹⁶ Selon l'article 3 du décret du 4 mai 1983 approuvant le règlement d'eau du barrage de Villerest : « Du 1^{er} juin au 30 novembre, c'est-à-dire durant la période de soutien des étiages, la gestion a pour objectif, conjointement avec le barrage de Naussac, d'assurer en permanence à Gien un débit minimal de soixante mètres cubes tout en limitant la baisse du plan d'eau [...] »

¹⁷ L'OSE a notamment été fixé à 44 m³/s le 3 août, 2022 puis à 38 m³/s le 10 août.

¹⁸ Les ordres de grandeur de ce soutien sont présentés en annexe 3

Figure 3 : Villerest – modulation de l'OSE de Gien



Source : analyse mission de données EPL et DREAL Centre

Ces lâchures combinent en effet, dans des proportions très variables selon les années :

- Un soutien pour satisfaire l'OSE de Gien ou celui du pied du barrage qui, certaines années humides, est le seul servi ;
- Des abaissements du niveau de la retenue pour créer le creux printanier et le creux automnal (cf. graphique ci-contre) ou en cas de risque de crue.

Les années où ce soutien est limité aux seules exigences d'abaissement du niveau du réservoir pour la prévention des crues sont très peu nombreuses (2007, 2008, 2010 et 2021). La répartition des volumes entre les abaissements et le soutien est extrêmement variable selon les années (pluviométrie) et les régimes de modulation des OSE. Ces éléments sont détaillés en [annexe 3](#).

Les règles de modulation de l'OSE de Gien n'ont plus été modifiées depuis 2010. Non plus que l'OSE de Villerest. Le soutien apporté par le réservoir de Villerest varie donc depuis cette date uniquement en fonction de la météo et de l'hydrologie de l'année.

Sur cette période, on relève que le soutien automnal (intervenant à partir du 15 septembre une fois le creux formé pour l'écrêtement des crues) représente en moyenne 27 % du soutien délivré et a dépassé les 20 Mm³ à deux reprises en 2017 (36 Mm³) et 2019 (29 Mm³). Cette importance est à mettre en relation avec le constat présenté [en partie 1.2.1](#) ci-après d'une extension au mois d'octobre du régime estival des débits de la Loire et de ses affluents qui prennent leur source dans le Massif Central.

Ces règles de modulation ont été complétées en 2011 par des règles d'appel progressif au réservoir de Naussac à l'OSE de Gien, en appui à celui de Villerest. Ces dernières s'appuient sur la courbe plancher et les courbes d'alerte du réservoir de Villerest présentées [en annexe 3](#).

La contribution du réservoir de Naussac à l'OSE de Gien n'a jamais été très fréquente. Elle l'est encore moins depuis 2006. Celle-ci est effet passé :

- de 5 années sur 23 de 1983 à 2005 ;
- à 2 années sur 17 (2020 et 2022) de 2006 à 2022.

Depuis 2010, le réservoir de Naussac est donc, dans la pratique, quasi-exclusivement consacré au soutien d'étiage sur l'Allier. Comme l'Allier est un affluent de la Loire, on peut considérer que, même limité aux OSE de l'Allier, le soutien d'étiage procuré par Naussac profite à la Loire, même si l'étude Hydrologie – Milieux – Usages – Climat (HMUC) Haut Allier – Allier aval constate que « *A la confluence avec la Loire, le bilan « rejets- prélèvements » en situation de Qmna5 est presque équilibré. En situation d'étiage marqué, les apports de Naussac dans la partie haute du bassin versant de l'Allier compensent donc en grande partie les prélèvements réalisés en aval* ». Cependant, on observe, sur la même période, une nette dégradation du respect du DOE à Cuffy, sur l'Allier aval, et donc des apports de l'Allier à la Loire pendant les périodes d'étiage. Ce qui donne une autre mesure de ce repli.

1.1.1.3 Une gestion prudente

La gestion prudente des réservoirs de Naussac et Villerest évite le risque d'interruption du soutien à l'OSE de Gien avant la fin de la campagne. Cette préoccupation est d'autant plus légitime que tous les indicateurs relevés par la mission confirment une tendance croissante à la prolongation du soutien à l'automne, malgré une modulation à la baisse des OSE.

Cette prudence tient compte aussi du risque avéré que les réservoirs ne soient pas pleins au début de la campagne de soutien.

La cote estivale du réservoir de Villerest est régulièrement approchée. Mais elle n'a pas été atteinte de manière notable à huit reprises depuis le début du fonctionnement de l'aménagement :

- pour trois années humides à faibles perspectives de soutien d'été (choix de gestion) ;
- pour cinq années sèches à soutien précoce (situation subie).

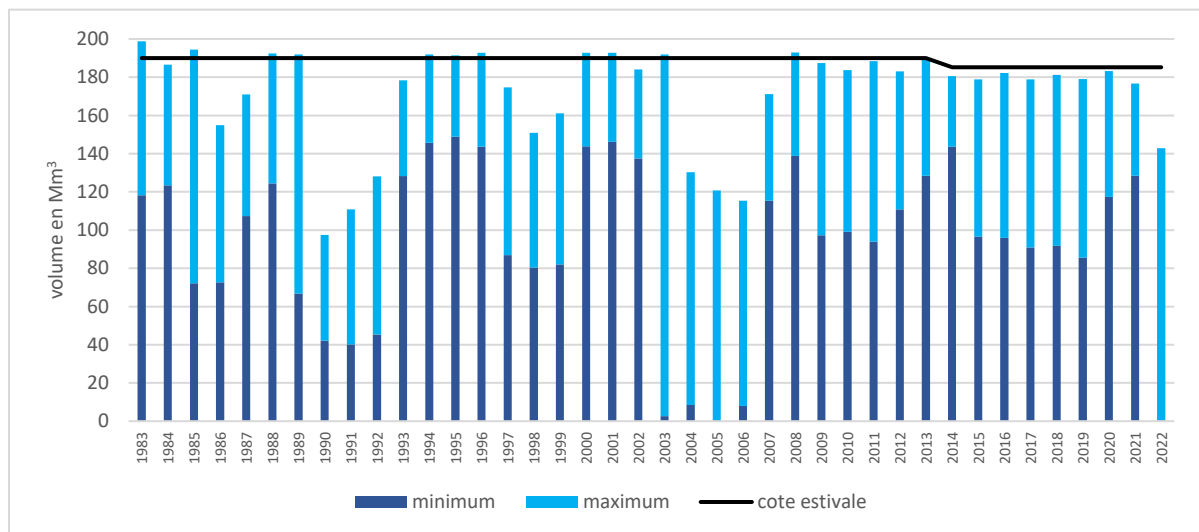
Une telle situation subie se rencontre les années où l'hiver et le printemps sont secs avec un débit de la Loire relativement faible. Le soutien à l'OSE de Villerest, fixé à 12 m³/s, conduit alors à déverser un débit supérieur à celui qui entre dans le réservoir et qui provient de Grangent et des apports naturels intermédiaires entre ces deux ouvrages¹⁹. En année à hiver et printemps secs, la retenue de Grangent et le réservoir de Villerest entrent ainsi en concurrence pour atteindre leur cote estivale au détriment de ce dernier situé en aval et à l'avantage de la première située en amont. L'atteinte de la cote touristique de Grangent déclenche alors un soutien d'été précoce par Villerest avant que le réservoir ne soit plein.

Le remplissage de Naussac est un sujet récurrent depuis sa mise en service. En effet, les bassins versants du Donozau et du Chapeauroux, seuls dans un premier temps, puis complétés par pompage dans l'Allier, n'assurent pas un remplissage complet de la retenue tous les ans. Les dispositions de gestion sont censées garantir seulement un remplissage 8,7 années sur 10.

Le graphique ci-dessous confirme que :

- Le retour à la cote estivale peut prendre plusieurs années (2000 après le minimum de fin 1997 et 2008 après la vidange de 2005) ;
- Le retour à la cote estivale peut être rapide (2020 après une année à 2019 à fort soutien) ;
- Un hiver sec, comme en 2021-2022, peut limiter très fortement le remplissage du réservoir, ce qui contraint alors la gestion du soutien d'été.

Figure 4 : Naussac – évolution du remplissage du réservoir



Source : données EPL

Pour ménager cette ressource, dont il n'est pas assuré qu'elle puisse être renouvelée dans le courant de l'hiver qui suit, l'EPL gère le réservoir de Naussac dans une approche pluriannuelle.

Les conséquences de cette gestion prudente est qu'il reste, en général, des volumes significatifs dans les deux réservoirs en fin de campagne de soutien :

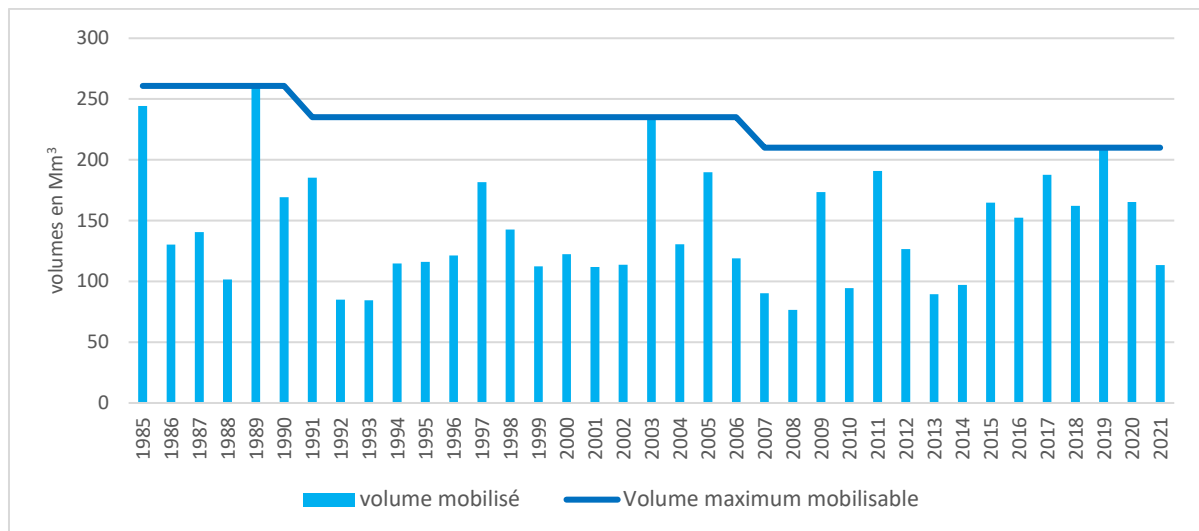
¹⁹ En année moyenne, les volumes passant à travers Grangent et Villerest sont d'environ 1 600 Mm³ et 2 200 Mm³. La différence correspond aux apports naturels intermédiaires. Source EDF.

- Au moins 39 Mm³ à Villerest entre 2004 et 2021 ;
- Au moins 85 Mm³ à Naussac entre 2007 et 2021²⁰.

Ces chiffres provoquent un débat sur la prudence de la gestion des deux réservoirs.

La mission considère au terme d'une analyse présentée dans l'annexe 3, que, dans les règles de gestion actuelles, le volume maximum mobilisable pour le soutien d'étiage à partir de Naussac et Villerest est de 210 Mm³, ce qui est significativement inférieur à la capacité technique maximale des deux réservoirs (318 Mm³). Et que ce volume a eu tendance à diminuer au fil du temps.

Figure 5 : Naussac et Villerest – volume maximum mobilisable



Source : analyse mission de données EPL

La mise en service du pompage dans l'Allier n'a pas augmenté ce volume maximum mobilisable. Elle a juste limité sa diminution. Ceci confirme que, à configuration technique donnée, ce sont les règles de gestion qui déterminent le volume maximum mobilisable pour le soutien d'étiage. C'est donc la construction progressive des règles d'une gestion prudente qui a piloté cette évolution.

1.1.2 Le soutien d'étiage assuré par EDF sur la Vienne

Le soutien d'étiage actuellement pratiqué sur la Vienne a été mis en place par une convention signée en 1988 entre EDF et l'Etat, suite à la déclaration d'utilité publique des travaux de construction du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Civaux. EDF assure ce soutien d'étiage sur la Vienne à partir de ses retenues situées sur la Maulde et le Taurion. Celui-ci est complété par une gestion fine des débits de la Vienne assurée par les trois barrages de Jousseau, La Roche et Chardes.

Dans le cadre de la convention en cours, signée en 2013 et devant être renouvelée fin 2026, ce soutien d'étiage vise à respecter les débits de seuil d'alerte aux trois points nodaux du SDAGE situés en amont de la centrale de Civaux : Limoges le Palais, Etagnac (Pont du Pilas) et Lussac-le-Château. Il ne donne lieu à aucune rémunération d'EDF pour service rendu, ni indemnisation.

Dans sa gestion du soutien d'étiage, EDF prend en compte d'autres objectifs :

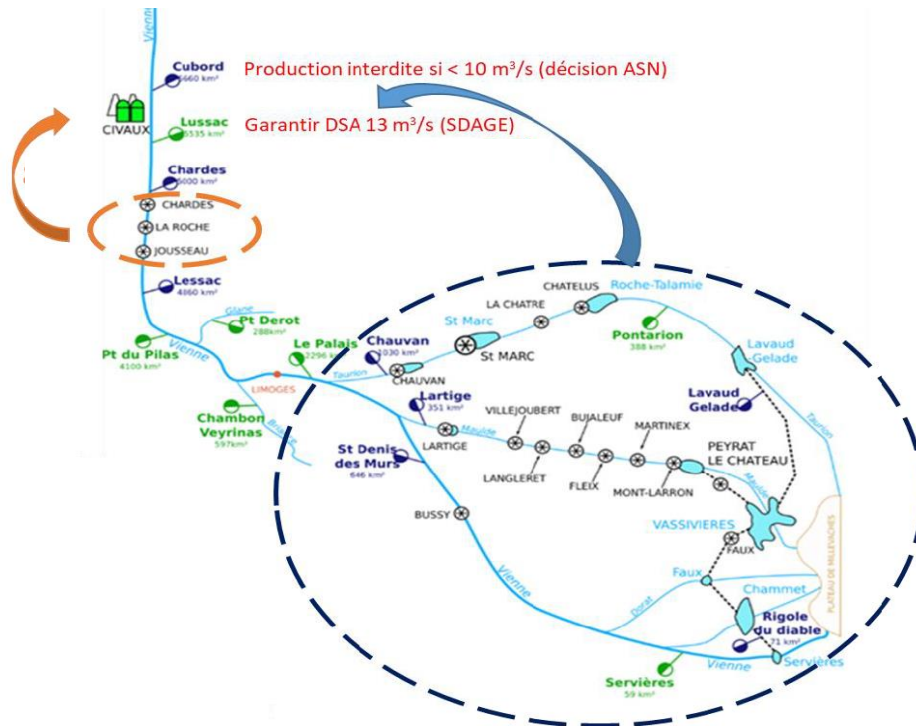
- Le débit en aval de la centrale, à Cubord, afin de gérer les rejets d'effluents dans le respect des prescriptions imposées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Cet objectif peut

²⁰ La campagne 2022 devrait s'achever sur un volume inférieur.

conduire ponctuellement à des lâchures plus importantes que celles nécessitées par la convention signée avec l'Etat ;

- Le respect, du 1^{er} avril au 31 août, de la cote touristique du lac de Vassivière.
- La gestion du soutien d'étiage est assurée par EDF Hydro en lien étroit avec le CNPE de Civaux et l'EPTB Vienne, en tant que de besoin en cas de situation tendue sur la ressource, et avec une prise en compte régulière des projections météorologiques et hydrologiques sur le bassin. Un étalonnage régulier de la station de Lussac-le-Château, réalisé avec la DREAL Nouvelle Aquitaine, assure la fiabilité de la mesure des débits.

Figure 6 : Dispositif de soutien d'étiage de la Vienne



Source : schéma EDF

1.1.3 Les autres soutiens d'étiage assurés par des retenues hydroélectriques

Les autres soutiens d'étiage assurés par EDF et sa filiale SHEMA relèvent de deux cadres différents :

- les débits ou régimes garantis dus par l'exploitant au titre de sa concession : à partir de Rochebut sur le Cher et de Guerlédan sur le Blavet ;
- les soutiens d'étiage effectués dans un cadre conventionnel : à partir de Saint-Michel sur l'Aulne (opéré par SHEMA) et d'Eguzon sur la Creuse.

Certains ouvrages combinent les deux régimes : le complexe de Montpezat pour la Loire (régime garanti) et l'Ardèche (convention) et le barrage des Fades sur la Sioule.

Sur le Cher, EDF doit, au titre de son cahier des charges de 2013, assurer, du 1^{er} juin au 30

novembre un débit de 1,55 m³/s. EDF est tenu à un taux de réussite de 97 % sur cet objectif (obligation de résultat). A l'appui de cet objectif, le cahier des charges prévoit qu'EDF constitue un stock de 14,2 Mm³ (soit 93 % d'un volume utile de 15,2 Mm³). Ce volume d'eau est insuffisant pour fournir le débit garanti sur six mois, sans débit entrant dans la retenue. Une première alerte sur le remplissage incomplet de la retenue en 2011 avait conduit le CGRNVES à recommander une modulation précoce de l'objectif de 1,55 m³/s. En 2018 et 2019, le concessionnaire a alerté les services de l'État sur un déstockage rapide de la retenue avec le débit de 1,55m³/s, menaçant sa capacité à assurer un soutien d'étiage jusqu'au 30 novembre. Considérant qu'il était préférable d'abaisser graduellement le débit restitué plutôt que d'attendre une situation où la retenue serait vide et le débit du Cher brutalement égal au débit entrant, une baisse progressive du débit a été autorisée par **arrêté préfectoral de dérogation au règlement d'eau de la concession**. Cette gestion de crise a été suivie en 2020 et 2021 d'une expérimentation combinant :

- un stock rehaussé à 14,7 Mm³ pour le début de la saison de soutien d'étiage ;
- une prolongation du soutien d'étiage jusqu'au 15 décembre ;
- une modulation du débit délivré, en fonction des entrants, allant de 1,3 à 0,8 m³/s.

Sur le Blavet, EDF doit, au titre du cahier des charges de 2008, un débit garanti de 2,5 m³/s. Le cahier des charges prévoit que ce débit peut être ramené à 2 m³/s. La difficulté dans la gestion de cet ouvrage est celui de la conciliation des quatre usages potentiellement antagonistes décrits dans le cahier des charges de la concession : la production d'électricité, l'écrêtement des crues hivernales (via un creux préventif), le maintien d'une cote touristique d'été et le soutien d'étiage. C'est le comité de suivi d'étiage (DREAL, OFB, ARS, producteurs d'eau potable, ...), sous pilotage de l'Etat, saisi par EDF, qui rend les arbitrages entre le respect de la cote touristique et celui du débit garanti lorsqu'un conflit apparaît. Compte tenu des impositions décrites dans le cahier des charges et le règlement d'eau, le marnage médian ou moyen de la retenue de Guerlédan se fait sur 4 mètres qui correspond à un volume « utile exploité » de 11 Mm³, soit moins d'un tiers du volume utile disponible.

Sur la Sioule, EDF doit, au titre de son cahier des charges de 1961, un débit garanti de 2,5 m³/s. Ce soutien d'étiage s'étant révélé insuffisant pour éviter d'atteindre chaque été le débit de seuil d'alerte (DSA) à Saint-Pourçain-sur-Sioule, la Chambre d'agriculture de l'Allier a passé, début 2020, une convention avec EDF pour que l'exploitant constitue chaque année sur la période 2020-2025, à son profit, une réserve de 4,8 Mm³ afin de pouvoir assurer, si besoin, un soutien d'étiage complémentaire jusqu'à 0,7 m³/s. Les lâchures sont réalisées par EDF à la demande de la Chambre d'agriculture. En 2020, ce soutien d'étiage complémentaire a ajouté 2,4 Mm³ aux 3,7 Mm³ lâchés au titre du débit garanti. Cette convention avait été précédée, en 2019, d'une réquisition par l'Etat au bénéfice de la Chambre d'agriculture. En 2021 le soutien d'étiage complémentaire n'a pas été activé. Le soutien d'étiage conventionné donne lieu à indemnisation d'EDF sur la base d'un partage des charges, à la différence de celui assuré au titre du cahier des charges de la concession qui n'est pas indemnisé. Cette indemnisation comporte une part fixe et une part variable.

Sur la Loire amont, EDF doit, au titre du cahier des charges de Montpezat²¹ de 1949, un régime garanti centré autour de 1 m³/s du 15 juin au 15 septembre dans la Loire au Pont de la Borie sur la commune de Lachapelle-Grailhouse. L'entreprise doit aussi, sur la même période et à partir du même complexe, un soutien d'étiage de l'Ardèche via la Fontaulière en application d'une convention intervenue en 1984 entre EDF et le Syndicat départemental d'équipement de l'Ardèche (SDEA) pour la construction du barrage de Pont-de-Veyrières. La réserve d'eau pour ce double soutien d'étiage est constituée, à titre principal, sur les retenues du Gage et de La Palisse (totalité de leur volume utile soit 10,8 Mm³), le lac d'Issarlès y contribuant plus modestement (à hauteur de

²¹ Le complexe de Montpezat est décrit [en annexe 4](#)

1,3 Mm³) à partir du 1^{er} septembre du fait d'une cote touristique résultant de son arrêté de classement de 1935. Le soutien d'étiage est assuré prioritairement sur la Loire et, en fonction des disponibilités, sur l'Ardèche.

EDF assurant en toutes circonstances un débit d'1 m³/s au Pont de la Borie, le volume délivré sur la Loire pendant les 3 mois d'étiage (15 juin – 15 septembre) est de 7,9 Mm³ : une partie provient des débits entrant dans les ouvrages et le complément est assuré par prélèvement sur les retenues de Montpezat. Seul ce complément constitue un soutien d'étiage au sens strict.

Côté Ardèche, le volume délivré provient intégralement des retenues de Montpezat, le débit étant adapté en fonction du stock dans les retenues. Depuis l'an 2000, le soutien d'étiage s'établit ainsi :

- en moyenne à 9,8 Mm³, dont 1 Mm³ pour la Loire (10 %) et 8,8 Mm³ pour l'Ardèche (90 %) ;
- dans une fourchette comprise entre 4,9 et 12,14 Mm³ au total ;
- et dans une fourchette comprise entre 0 et 3,1 Mm³ (soit entre 0 et 27 %) pour la Loire.

Lorsqu'on prend en compte l'ensemble de l'eau disponible durant la période estivale en cumulant l'eau présente au début de l'été dans le stockage et les débits entrants, le volume déversé en période de soutien d'étiage à partir de Montpezat vers l'Ardèche (8,8 Mm³) est quasiment similaire, en moyenne, aux volumes assurés à la Loire par le débit garanti dont elle bénéficie (8 Mm³).

Le soutien d'étiage pour l'Ardèche ne donne pas lieu à indemnisation d'EDF. Il est lié aux arrangements financiers intervenus lors de la réalisation du barrage de Pont-de-Veyrières entre EDF et le SDEA, qui est propriétaire de l'ouvrage.

Sur la Creuse, ni le **cahier des charges de la concession** de Roche bat l'Aigue, ni celui d'Eguzon – Roche-aux-moines ne comporte d'obligation de soutien d'étiage sous la forme d'un débit ou régime garanti. Le **règlement d'eau** de cette dernière engage toutefois le concessionnaire à « élaborer des conventions de soutien de débit d'étiage avec les acteurs locaux. » En application de cette mention, EDF a conclu des conventions avec l'association des professionnels de l'irrigation de l'Indre (API 36) dont la dernière le 22 juin 2021. Cette convention vise à prévenir le franchissement du débit seuil de crise (DCR) à la station de mesure du Blanc, afin d'éviter l'interdiction des prélèvements pour l'irrigation. Les lâchures sont réalisées par EDF à la demande de l'API 36. Le soutien d'étiage conventionné donne lieu à rémunération d'EDF, proportionnellement aux volumes d'eau lâchés. Ceux-ci sont très faibles : 200 000 m³ en 2018 et 2020. Rien en 2019 ni en 2021.

Sur le bassin versant de l'Aulne, une convention a été conclue le 17 décembre 1991 entre le Département du Finistère et le concessionnaire du complexe de Saint-Michel – Saint-Herbot, les cahiers des charges des concessions initiales ne comportant aucune obligation de soutien d'étiage. Cette convention est visée à l'article 23 du cahier des charges de la nouvelle concession délivrée le 9 août 2006. Après sa création et sa reconnaissance comme EPTB, l'établissement public d'aménagement et de gestion du bassin versant de l'Aulne (EPAGA) a été substitué au département du Finistère par une convention en date du 24 mai 2013. Elle prévoit que l'exploitant constitue chaque année, à son profit, une réserve de 10 Mm³, soit 75 % du volume utile de la retenue. En cas d'année très sèche, il peut être fait appel à la tranche inférieure de la retenue jusqu'à la cote minimale d'exploitation (soit 3 Mm³ supplémentaire) par les vannes de fond. Les lâchures sont réalisées, entre le 1^{er} juin et le 30 septembre, par l'exploitant à la demande de l'EPAGA qui vise, par ce soutien d'étiage, à maintenir un débit de 2,15 m³/s à Châteauneuf-du-Faou, supérieur au DOE, fixé à 1,8 m³/s par le SDAGE. **Le soutien d'étiage conventionné donne lieu à rémunération de la SHEMA.** Celle-ci comporte une part fixe et une part variable. De 2003 à 2020, ce soutien d'étiage s'établit :

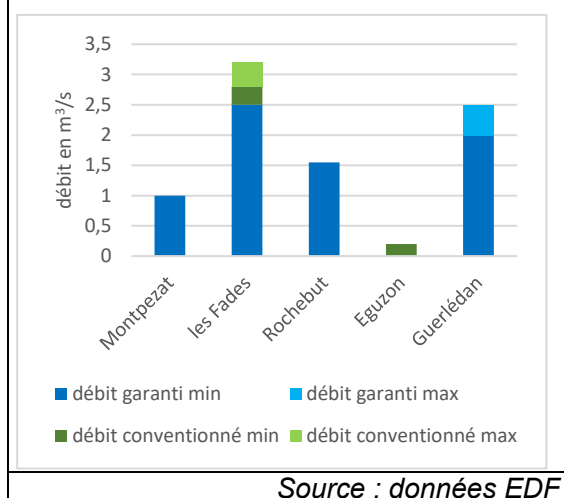
- en moyenne à 4,3 Mm³ délivrés sur 62 jours ;

- et dans une fourchette comprise entre 0 et 11,1 Mm³ et entre 0 et 168 jours (en année de sécheresse exceptionnelle le soutien d'étiage peut être poursuivi au-delà du 30 septembre).

Les soutiens d'étiage assurés par EDF et la SHEMA se caractérisent donc par une grande variété :

- de cadres juridiques ;
- de modèles économiques : sans rémunération, avec une rémunération mixte (parts fixe et variable) ou avec une rémunération uniquement variable ;
- d'objectifs associés en terme de débit cible : débit pour tenir un OSE (Vienne et Aulne), débit garanti (éventuellement modulé), débit appelé par le bénéficiaire sous plafond ;
- de relations entre ces débits cibles et les débits réglementaires : DOE, DSA et DCR.

Figure 7 : Retenues EDF – débits garantis et conventionnés



Cette variété résulte de l'historique de chacun des ouvrages, des usages à l'aval ainsi que de discussions qui ont accompagné leur création.

1.2 Une réduction déjà significative des débits naturels qui ne permet plus de tenir les DOE sur une partie du bassin malgré le soutien d'étiage

La mission a d'abord cherché à caractériser la situation du bassin à l'étiage en examinant les débits observables durant la période d'étiage en un certain nombre de points et a cherché à les comparer aux objectifs de débits d'étiage actuellement en vigueur.

1.2.1 L'évolution des débits d'été et d'automne

La mission a calculé, à partir des données de la banque Hydro, les débits décennaux mensuels moyens²² pour les mois de juin à novembre aux points nodaux pour lesquels les séries de données étaient les plus complètes. Sur la majeure partie du bassin, la Loire et ses principaux affluents qui trouvent leur source dans le Massif Central, la période de faibles débits s'étend maintenant sur quatre mois (juillet – octobre), ce qui n'était pas le cas auparavant.

A partir du début des années 2000, le débit mensuel moyen du mois d'octobre rejoint celui du mois de juillet et se rapproche des débits traditionnellement faibles des mois d'août et septembre. En outre, le mois de septembre est devenu le mois où les eaux sont les plus basses.

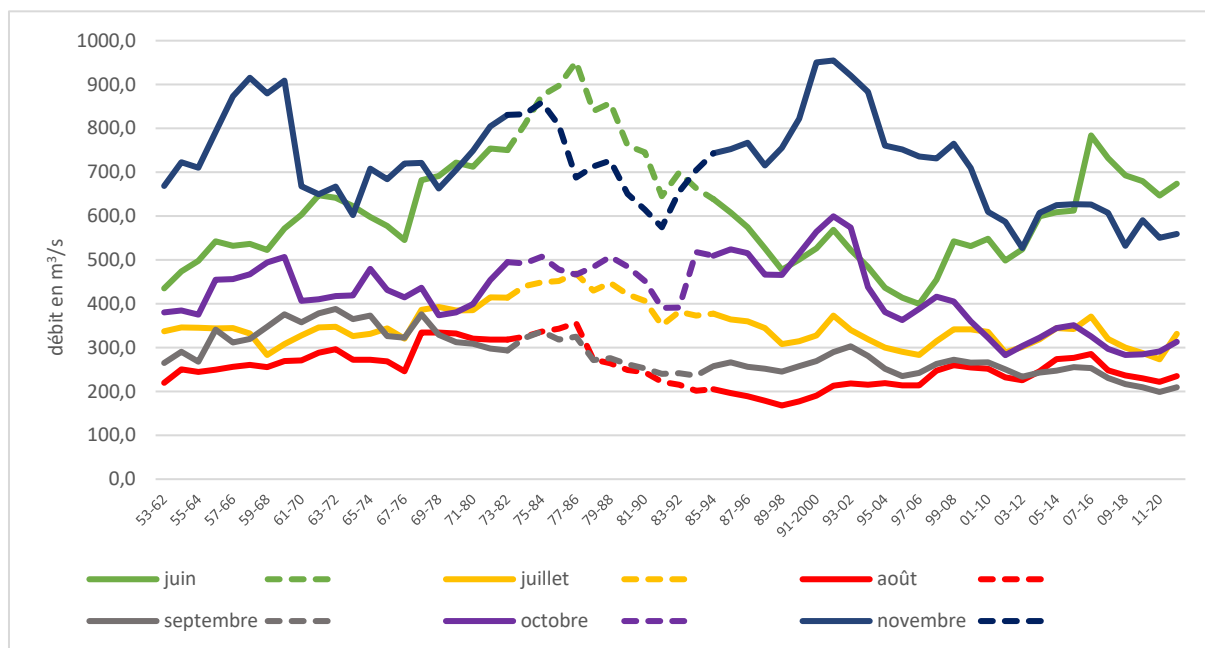
Les débits des mois de juillet et octobre ont déjà été proches sur quelques périodes antérieures, avant la mise en place du soutien d'étiage de la Loire par Naussac et Villerest, mais sur des durées courtes et à des niveaux supérieurs.

La Loire affiche ainsi un nouveau régime estivo-automnal étendu à quatre mois de juillet à octobre.

Le graphique ci-dessous illustre cette transition à Montjean, point nodal situé à l'amont de Nantes :

²² Calculés comme la moyenne sur 10 ans d'un débit mensuel moyen

Figure 8 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens à Montjean



Source : données Hydroportail

Les parties en tiretés des courbes représentent la période de transition liée à la mise en place du soutien d'étiage par les réservoirs de Naussac et Villerest.

Une telle évolution se mesure également sur l'Allier et la Sioule, ainsi que sur la Vienne et la Creuse²³.

Par contre, ni les principaux cours d'eau du sous-bassin de la Maine : Loir, Mayenne et Sarthe, ni la Vilaine, ni les côtiers bretons n'ont connu une telle évolution.

La croissance modérée des débits décennaux du mois d'août, observée sur la Loire et l'Allier, est liée à une forte augmentation des débits des années humides sans réduction ni de la fréquence ni de l'intensité des années sèches.

La problématique du soutien d'étiage sur le bassin de la Loire doit donc s'étudier, non plus en référence à un régime estival traditionnel, à la variabilité interannuelle naturelle près, mais bien dans un cadre évolutif qui a vu le régime estival s'étendre sur l'automne, sur la majeure partie du bassin avec une baisse globale significative des débits de ces périodes, concentrée sur les mois de septembre et octobre.

Cette évolution du régime hydrologique met en tension non seulement la préservation de la qualité des milieux et les usages mais aussi le soutien d'étiage de la Loire et de ses affluents qui trouvent leur source dans le Massif Central.

1.2.2 Les consommations d'eau à l'étiage

Les débits mesurés résultent de l'effet conjugué, sur les débits naturels, des consommations nettes (prélèvements moins rejets) et des apports du soutien d'étiage sur les axes réalimentés.

²³ Les analyses relatives aux autres cours d'eau sont présentées en annexe 5

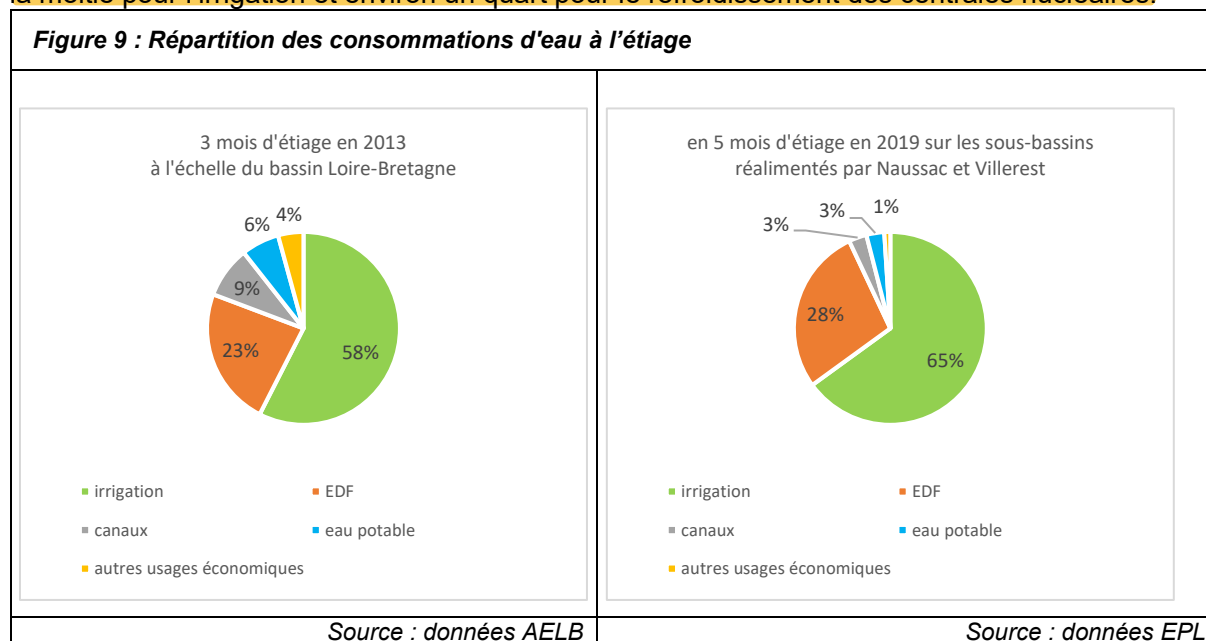
La mission a trouvé les éléments quantitatifs ci-dessous :

- dans l'état des lieux du SDAGE²⁴ (p 224) : un bilan des consommations à l'échelle du bassin sur 3 mois d'étiage pour l'année 2013 portant sur un total de l'ordre de 750 Mm³ ;
- dans l'étude réalisée par l'EPL sur l'année 2019²⁵ : un bilan des consommations d'eau dans les sous-bassins réalimentés par Naussac et Villerest sur 5 mois d'étiage portant sur un total de 230 Mm³.

Ces deux sources portent sur des périmètres et des années différentes :

- la totalité du bassin dans un cas, le « *corridor qui encadre l'Allier en aval de Naussac et la Loire en aval de Villerest jusqu'à l'océan* », dans l'autre cas ;
- des années présentant une hydrologie très contrastée²⁶.

Malgré ces différences fortes, **la hiérarchie des consommations nettes reste la même avec plus de la moitié pour l'irrigation et environ un quart pour le refroidissement des centrales nucléaires.**



L'état des lieux du SDAGE ne comporte aucune présentation de l'évolution des consommations à l'étiage, mais seulement une évolution des consommations sur l'année entre 1998 et 2017 qui « *ne montre pas de tendance nette* ». La stabilité d'une consommation sur l'ensemble du bassin peut masquer des divergences notables entre secteurs. C'est notamment le cas pour les prélèvements agricoles destinés à l'irrigation. Ces tendances sont présentées au [point 3.2.1](#) ci-après.

La mission a constaté, chez tous ses interlocuteurs, une prise de conscience générale des risques

²⁴ Comité de bassin Loire-Bretagne « Etat des lieux du bassin Loire-Bretagne établi en application de la directive cadre sur l'eau », version adoptée (12 décembre 2019)

²⁵ Etablissement public Loire « impacts socio-économiques du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et Villerest (période de référence 2019), rapport final - décembre 2020

²⁶ L'année 2013 est considérée par l'état des lieux du SDAGE comme « *année moyenne des volumes prélevés la plus récente et caractéristique d'une année hydrologique moyenne* » mais se révèle être une des années humides de la dernière décennie, pendant laquelle il n'y a pas eu de mobilisation des retenues de Naussac et Villerest pour un soutien d'étiage à Gien, alors que l'année 2019 a été marquée par un été chaud et sec appelant un très fort soutien d'étiage supérieur à 200 Mm³

ou limites pesant d'ores et déjà sur les consommations d'eau en période d'étiage. Celles-ci s'expriment différemment selon les usages :

- Par des restrictions édictées par les préfets dans des arrêtés de restriction temporaire des usages de l'eau dans le cadre de l'arrêté d'orientation pris par la préfète de bassin. Ces restrictions concernent notamment les usages agricoles.
- Des difficultés récurrentes ou ponctuelles rencontrées par des collectivités territoriales pour assurer la distribution de l'eau potable à leurs habitants. **L'ARS de bassin a fait part à la mission de son inquiétude quant à la diminution tendancielle de la ressource disponible en période de basses-eaux, qui conduit certaines années, comme en 2019, au recours ponctuel à des ressources ayant été abandonnées pour des problèmes de qualité.**
- Des mesures de coordination des rejets des centrales nucléaires situées le long de la Loire activées par EDF dès que le débit à Gien s'établit en-dessous de 60 m³/s, avec un risque de réduction voire d'interruption de la production selon des seuils propres à chaque centrale. EDF déclare n'avoir, à ce jour, subi aucune perte de production pour insuffisance de débit ou franchissement de seuil d'échauffement.

1.2.3 Les DOE ne sont déjà plus tenus 8 années sur 10 sur une partie du bassin

L'arrêté du 17 mars 2006 relatif au contenu des SDAGE définit les DOE (débits d'objectif d'étiage) **comme les débits « permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux »**. Chaque bassin décline cette notion dans son SDAGE. Dans celui qui vient d'être approuvé sur le bassin Loire-Bretagne, **« le DOE, défini par référence au débit moyen mensuel minimal de fréquence quinquennale sèche (QMNA5*), est la valeur à respecter en moyenne huit années sur dix [...]. C'est un débit moyen mensuel en période de basses eaux d'étiage au-dessus duquel il est considéré que, dans la zone nodale, l'ensemble des usages est possible en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique »**.

Le SDAGE Loire-Bretagne définit des DOE sur 54 points nodaux sur le bassin de la Loire et sur 16 points nodaux sur les fleuves côtiers bretons²⁷.

Sur la plupart des points nodaux, les DOE sont égaux au QMNA5. Sur une partie d'entre eux, le DOE est supérieur au QMNA5. Sont ainsi désignés des entités sur lesquelles un déséquilibre doit être résorbé.

La mission a analysé les débits sur les points nodaux pour lesquels le DOE figurant au SDAGE est supérieur ou égal à 1m³/s. L'analyse a porté sur les trois dernières décennies : 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020, à partir des débits mensuels moyens relevés sur l'HydroPortail²⁸. Sur chaque période et en chaque point de mesure, a été recherché le nombre d'années où au moins un débit moyen mensuel a été inférieur au DOE, afin de vérifier si les débits réels atteignent ou dépassent le DOE 8 années sur 10.

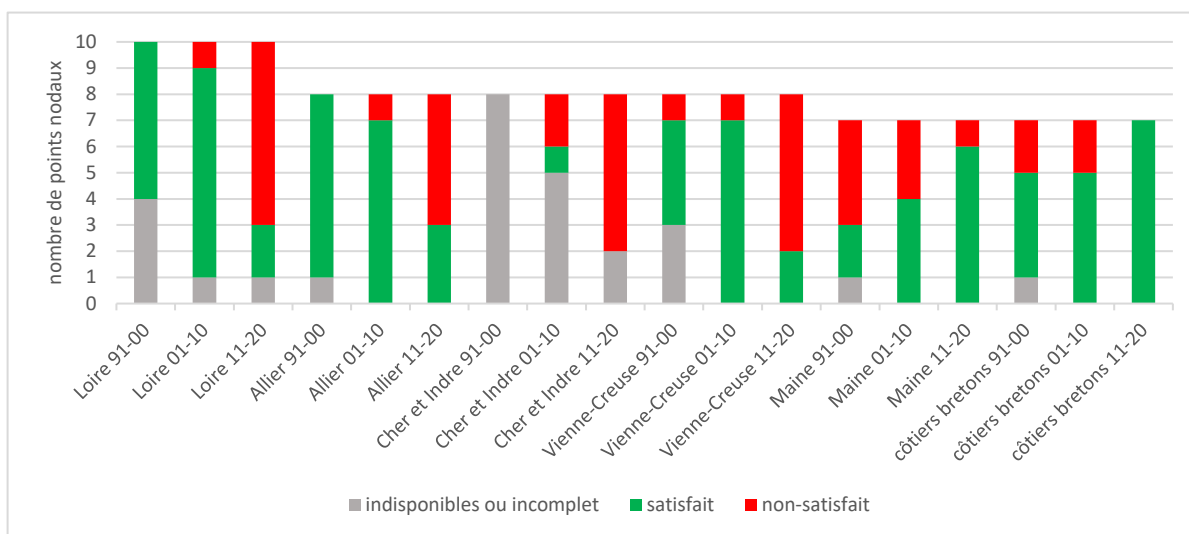
Cette approche fait apparaître une forte dégradation de la situation sur la Loire, l'Allier, le Cher et la Vienne et, à l'inverse, une amélioration sur le bassin de la Maine et sur les fleuves côtiers

²⁷ En Loire-Bretagne, les DOE sont définis sur la période 1976-2012, sauf indisponibilité de données ou changement de régime, auquel cas la période retenue est la période homogène après modification de régime. Ainsi sur l'Allier et la Loire moyenne, les DOE sont définis sur la période 1984-2012 après la mise en service de Naussac

²⁸ <https://www.hydro.eaufrance.fr/>

bretons²⁹. Hors bassin de la Maine et côtiers bretons, la situation se dégrade sur tous les cours d'eau non-soutenus : Arroux, Bourbince, Alagnon, Sioule, Arnon, Creuse et Clain, à la seule exception de la Dore.

Figure 10 : Evolution de la satisfaction des DOE sur les principaux sous-bassins sur les trois périodes 1991-2000, 2001-2010 et 2011-2020



Données : source Hydroportail

Sur les axes soutenus, les DOE restent satisfaits :

- sur la Loire en aval de la retenue de Villerest jusqu'à Nevers et, ponctuellement, à Langeais ;
- sur l'Allier en aval de la retenue de Naussac jusqu'à Vic-le-Comte ;
- sur la Vienne à Limoges en aval des complexes de la Maulde et du Taurion, ainsi qu'à Ingrandes.

L'étude HMUC en cours sur l'Allier opère le même constat d'un non-respect du DOE à Cuffy. Au terme de ses analyses, elle considère que « la non atteinte du DOE à Cuffy pourrait être liée en partie à une valeur de DOE surévaluée, mais en partie uniquement puisqu'il y a un écart important entre le DOE et les débits mesurés ces dernières années ce qui alerte donc également sur la gestion de l'eau du bassin ». A l'évidence, le cas de Cuffy mérite d'être approfondi plus avant dans le cadre de cette étude en tenant compte des incertitudes de mesures et des évolutions réglementaires³⁰. La situation au bec d'Allier apparaît ainsi contrastée entre :

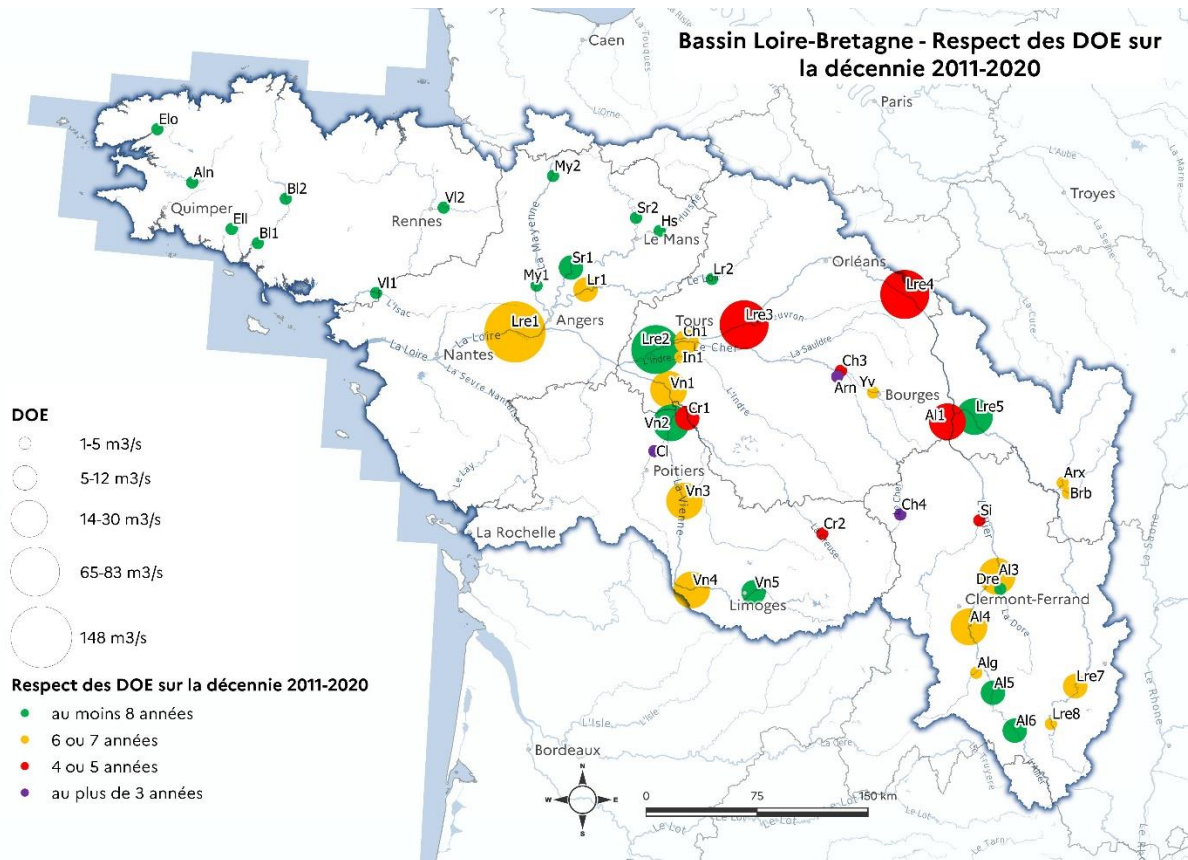
- une Loire amont à l'équilibre (DOE satisfait 9 années sur 10 à Nevers sur la décennie 2011-2020), grâce au soutien d'étiage assuré par la retenue de Villerest ;
- un Allier déséquilibré (DOE satisfait seulement 5 années sur 10 à Cuffy sur la décennie 2011-2020), malgré le soutien d'étiage assuré par la retenue de Naussac, qui ne fait que

²⁹ Le graphique se lit comme suit : sur les 10 points nodaux de la Loire on passe de 6 DOE satisfaits et 4 données indisponibles ou incomplètes sur la décennie 1991-2000 à 1 DOE non respecté, 8 DOE satisfaits et 1 point à données indisponibles ou incomplètes sur la décennie 2001-2010, puis à 7 DOE non respectés, 2 satisfaits et 1 point à données indisponibles ou incomplètes sur la décennie 2011-2020

³⁰ L'arrêté préfectoral de 2019 impose désormais que, pour les prochaines années, le prélèvement effectué à l'amont de Cuffy pour alimenter le canal des Lorrains soit inférieur à 34 Mm³ entre avril et octobre (soit en moyenne sur 7 mois un débit dérivé <1,839 m³/s).

compenser, en grande partie, les prélèvements réalisés en aval, en année sèche, selon le rapport de phase 1 de l'étude HMUC Haut Allier – Allier aval.

Figure 11 : Respect des DOE sur la décennie 2011-2020



Carte établie par la DREAL Centre à partir d'une analyse par la mission des données Hydroportail³¹

On relève par ailleurs que, sur cette même décennie 2011-2020, les dix mois sur lesquels le DOE n'est pas satisfait à Gien, correspondent pour neuf d'entre eux à un DOE non satisfait à Cuffy sur l'Allier et pour un seul à un DOE non satisfait à Nevers. Ce sont donc **les déséquilibres de l'Allier qui se transmettent à la Loire**. Et non pas les déséquilibres de la Loire amont qui pénalisent l'Allier.

Ce constat doit être rapproché de l'analyse du soutien d'étiage par le réservoir de Naussac présentée [ci-avant](#) et détaillée en [annexe 3](#). Il confirme que ce réservoir répond quasi exclusivement aux déséquilibres entre prélèvements et débits naturels propres à cet affluent.

Enfin, on relève aussi que le Cher connaît une situation très dégradée malgré le soutien d'étiage assuré par Rochebut. Le SDAGE classe ce sous-bassin en zone de répartition des eaux (ZRE).

Ces constats de non-respect des DOE sont robustes sur une bonne partie des cours d'eau non soutenus : Arnon, Arroux, Bourbince, Clain et Creuse. Ils sont confirmés avec une marge d'incertitude de 15 %, reconnue par le DREAL de bassin, sur les débits concernés.

Ils sont également robustes, dans les mêmes conditions, sur deux cours d'eau soutenus : l'Allier à Cuffy et le Cher à Vierzon. Ils le demeurent sur le Cher à Montluçon avec une incertitude de 25 %.

³¹ Les débits mensuels moyens de 2016 au point nodal Vn4 d'Etagnac sur la Vienne ont été corrigés par la DREAL Nouvelle Aquitaine

Sur l'Alagnon, la Sioule, la Vienne et la Loire, les écarts au DOE sont le plus souvent inférieurs à la marge d'incertitude, prise à 15 % et à 10 % sur la Loire en aval du bec d'Allier. Il se peut donc que la situation soit plus dégradée ou moins dégradée que le constat présenté. Par contre, ces incertitudes ne variant pas au fil du temps, l'évolution mise en évidence est robuste.

Pour chaque année où le DOE n'est pas atteint au moins un mois pendant la période de basses-eaux, on peut calculer le volume qui a manqué par rapport à un débit qui aurait correspondu au DOE. Le troisième volume par ordre d'importance correspond, sur chaque cours d'eau, au volume manquant, sur cette décennie, pour le respect de la règle des 8 années sur 10. Les calculs effectués par la mission donnent les résultats suivants :

- Loire : 23 millions de m³ à Gien (DOE de 65 m³/s), 27 millions de m³ à Onzain et 57 millions de m³ à Montjean ;
- Allier : 18,5 millions de m³ à Cuffy ;
- Cher : 4 millions de m³ à Montluçon, 3,5 millions de m³ à Vierzon et 1 million à Tours ;
- Creuse : 7 millions de m³ à Leugny.

Pour le court terme, ces chiffres peuvent être pris en compte comme ordres de grandeur.

1.3 D'ici 2050, la baisse des débits naturels à l'étiage va s'amplifier sous l'effet du changement climatique

Si l'évolution du climat est un phénomène mondial, les déclinaisons locales sont à préciser à différents pas de temps et échelles spatiales par des études tenant compte de paramètres comme la latitude, la proximité d'océans, les vents dominants et le relief. Pour la France, le site Drias - les futurs du climat ³² a pour vocation de mettre à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat. Bien entendu, ces projections restent entachées d'incertitudes d'autant plus grandes que l'horizon vers lequel on se projette est éloigné. Concernant les débits des cours d'eaux, cette incertitude est particulièrement importante car aux incertitudes climatiques se rajoutent celles liées à l'écoulement des eaux.

De manière générale, les modèles climatiques montrent que les évolutions en cours sont à peu près les mêmes jusqu'à l'horizon du milieu de siècle, quelles que soient les scénarios du GIEC pris en compte, les divergences ne se manifestant significativement qu'au-delà de 2050. Aussi, le choix est fait dans ce rapport de ne pas se projeter au-delà de cet horizon de milieu de siècle, sachant que l'impact du changement climatique sera bien plus fort dans la deuxième partie de ce siècle mais dans des proportions aujourd'hui difficiles à quantifier.³³

Le Plan d'adaptation au changement climatique adopté en avril 2018 par le comité de bassin Loire-Bretagne³⁴ montre que les effets déjà visibles aujourd'hui dans le bassin vont se poursuivre de manière inéluctable au cours des prochaines décennies.

A grands traits, l'évolution climatique attendue peut se résumer ainsi :

- La température de l'air (et plus encore celle des eaux superficielles) est déjà en forte

³² Voir www.drias-climat.fr Initié en 2009 et inscrit au Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, le projet DRIAS « Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement » a bénéficié d'un important soutien du ministère en charge du Développement durable.

³³ Les simulations d'Explore 2 donneront davantage de précisions pour la France à cet horizon

³⁴ Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2018 - Plan d'adaptation au changement climatique, 76 p

augmentation. En Centre-Val de Loire, l'augmentation de température moyenne annuelle sur la période allant de 1959 à 2017 est de +1,63°C, cette évolution étant très significative³⁵. Selon de nouvelles projections climatiques publiées dans la revue *Earth System Dynamics* le 4 octobre 2022, le réchauffement pourrait être jusqu'à 50 % plus intense au cours du siècle que ce que montraient les précédentes estimations (+ 3,8 °C en 2100 par rapport à 1900 contre +2 °C précédemment dans le scénario d'émissions « intermédiaires » de GES). Le réchauffement sera, dans tous les cas, plus fort l'été que l'hiver ;

- L'évolution annuelle des précipitations pourrait rester assez inchangée sauf en Bretagne où une diminution est à attendre. La répartition annuelle des précipitations devrait continuer à évoluer avec davantage de sécheresses estivales et un renforcement des pluies en hiver ;
- Les projections de débits moyens annuels restent encore à affiner avec Explore 2, cependant les prévisions vont dans le sens d'une relative stabilité, voire une légère augmentation sur le bassin Loire-Bretagne y compris à l'estuaire de la Loire ;
- La répartition de ces débits durant l'année devrait évoluer : tous les modèles prédisent une baisse des débits d'étiage (en particulier sous l'influence de l'évapotranspiration qui va augmenter avec la température) et leur extension à l'automne, les débits hivernaux pourraient à l'inverse être plus importants.

On trouvera davantage de détails sur l'évolution du climat en [annexe 6](#).

1.4 L'évolution des écosystèmes doit être anticipée et accompagnée

L'évolution attendue du climat va également avoir des conséquences sur les écosystèmes qu'il est bon d'anticiper. Le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire (CEN-CVL) s'y attelle sur le Val de Sully³⁶ dans le cadre du projet *LIFE Natur'Adapt*. Situé le long de la Loire entre Gien et Châteauneuf-sur-Loire, le Val de Sully, composé de boisements alluviaux, de pelouses sur sables, de prairies, de mares et de milieux herbacés humides, concentre en effet une faune et une flore remarquables avec près de 121 espèces menacées en région Centre – Val de Loire. Il peut ainsi représenter l'ensemble des milieux naturels connus en Loire moyenne.

Ainsi que le souligne le Conservatoire, l'impact des modifications climatiques sur les habitats et les espèces sera profond et durable dans les prochaines décennies. Les habitats vont changer dans leur composition et leur structure, affectant les espèces. Afin d'analyser les transformations de la biodiversité du Val de Sully sous l'effet du climat, il étudie l'évolution potentielle de la fonctionnalité des habitats naturels plutôt que l'évolution des espèces, car celles-ci dépendent d'habitats naturels en bon état de conservation pour leur cycle de vie et de reproduction.

Un diagnostic de vulnérabilité permet d'approcher l'impact du changement climatique sur les habitats naturels. Celui-ci va aggraver la dégradation des habitats lié aux dysfonctionnements actuels de la dynamique fluviale. Les habitats les plus menacés sont donc les milieux humides et les boisements alluviaux qui ont un besoin vital d'être connectés à la ressource en eau, notamment à la nappe alluviale. Certains disparaîtront alors que d'autres pourront potentiellement se déplacer dans des niveaux topographiques plus favorables, au sein du lit actif de la Loire.

³⁵ HERGOTT François, 2022. Diagnostic de vulnérabilité au changement climatique du Val de Sully (Loiret). LIFE Natur'Adapt – Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire - 106 pages.

³⁶ Voir en particulier : Déploiement des outils Natur'Adapt sur le site test du Val de Sully (45). François Hergott, Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire : https://centrederesources-loirenature.com/sites/default/files/3.presentation_francois_hergott.pdf

Dans ce contexte futur d'augmentation de la fréquence des sécheresses et des températures extrêmes, d'une baisse du bilan hydrique des sols et d'un abaissement du toit de la nappe, la principale stratégie d'adaptation du Conservatoire consiste à chercher à conserver ces habitats :

- Soit de manière statique : il s'agit alors de maintenir au mieux les habitats dans leur état et leur localisation actuels (exemples : pelouses alluviales, prairies humides...) en ajustant de nombreuses actions de gestion (pâturage, fauche...) jusqu'à ce que les habitats présentent des signes tangibles de dégradation sous les contraintes climatiques ;
- Soit de manière dynamique qui amène à « migrer » certains habitats humides (forêts alluviales, mares...) vers des secteurs plus adaptés qui, plus bas topographiquement, sont plus proches du toit de la nappe.

La mission ne peut que recommander la généralisation de cette démarche prospective à l'ensemble des écosystèmes et la mise en œuvre des actions qui en découlent.

Dans le même esprit, mais au niveau national, l'ONEMA a réalisé un état des lieux des poissons d'eau douce à l'heure du changement climatique³⁷ et en a déduit des pistes d'adaptation. L'objectif général de cet ouvrage est ainsi de donner un aperçu des connaissances actuelles relatives aux modifications observées et projetées du climat et de l'hydrologie, et à l'impact de ces modifications sur les peuplements piscicoles. « *Les modifications du régime hydrologique liées à l'évolution du climat devraient affecter fortement mais aussi diversement les poissons (à savoir aggravation des étiages, augmentation des valeurs extrêmes). On peut donc s'attendre à des adaptations (comportementales, physiologiques, etc.) de certaines espèces leur permettant de survivre dans ces nouvelles conditions. L'expansion d'espèces adaptées à ces conditions ou a contrario, des extinctions locales pour celles qui ne le seront pas sont également attendues* ».

Il préconise un ensemble d'actions visant :

- le maintien et la restauration des continuités écologiques dans le cadre de la trame bleue³⁸ ;
- la maîtrise des prélèvements et le respect des régimes hydrologiques ;
- la maîtrise du réchauffement anthropique des eaux.

Il s'agit en règle générale d'actions classiques de restauration ou de maintien du bon état écologique visé par la directive cadre européenne sur l'eau (DCE).

Par ailleurs, la mission relève que sur la Loire, Catherine Boisneau et Éric Feuten³⁹ montrent que les grands migrateurs du bassin sont aujourd'hui tous plus ou moins menacés et que des efforts urgents doivent être portés sur la restauration de l'estuaire qui représente aujourd'hui l'un des points de blocage majeurs pour une restauration à long terme de la plupart des espèces. Les témoignages qu'elle a recueillis indiquent aussi que la prolifération de silures (espèce envahissante de prédateurs) accentue cette menace.

³⁷ *Les poissons d'eau douce à l'heure du changement climatique : état des lieux et pistes pour l'adaptation*, Florence Baptist, Nicolas Poulet et Nirmala Séon-Massin (coordinateurs), ONEMA, 2014 <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/poissons-deau-douce-lheure-changement-climatique-etat-lieux-pistes-ladaptation>

³⁸ La trame verte et bleue inclut une composante verte qui fait référence aux milieux naturels et semi-naturels terrestres et une composante bleue qui fait référence aux réseaux aquatiques et humides (fleuves, rivières, canaux, étangs, milieux humides...). Ces deux composantes se superposent dans des zones d'interface (milieux humides et végétation de bords de cours d'eau notamment) et forment un ensemble destiné à assurer le bon état écologique du territoire en permettant aux espèces de circuler et d'interagir.

³⁹ *Faune piscicole*, Catherine Boisneau et Éric Feuten, dans *La Loire fluviale et estuarienne : Un milieu en évolution*, Florentina Moatar (coordination éditoriale), Nadia Dupont (coordination éditoriale). <https://www.quae.com/produit/1334/9782759224036/la-loire-fluviale-et-estuarienne>

2 La contribution des retenues hydroélectriques à un nouveau modèle du soutien d'étiage sur le bassin Loire Bretagne

Ce chapitre présente la manière dont les ouvrages hydroélectriques peuvent augmenter ou améliorer leur contribution au soutien d'étiage sur le bassin Loire Bretagne. D'abord pour renforcer le dispositif de soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire reposant sur Naussac et Villerest. Mais aussi sur les autres dispositifs présentés dans la partie précédente : celui de la Vienne et certains dispositif locaux.

Il traite cependant également de Naussac et Villerest : l'essentiel des capacités de stockage de l'eau sur la Loire et l'Allier réside en effet dans ces deux ouvrages. La mobilisation des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage n'est dès lors envisageable que de manière complémentaire à l'optimisation de leur fonctionnement.

2.1 Mobiliser des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage

Ce paragraphe présente succinctement les conditions de mobilisation des retenues hydroélectriques : elles sont exposées plus complètement en [annexe 7](#). Le parc hydroélectrique du bassin Loire-Bretagne produit en moyenne 1,5 TWh et est capable de mobiliser quasi instantanément une puissance électrique de 660 MW. Cette puissance est, de plus, mobilisable à n'importe quel moment en hiver par jour de grand froid, tant qu'il subsiste de l'eau dans les barrages. Cette richesse doit ainsi être préservée.

Les données confidentielles fournies par le concessionnaire que la mission n'est pas autorisée à divulguer montrent que, sur la période 2011-2021, les ouvrages hydroélectriques situés dans le bassin Loire-Bretagne sont loin de conduire à la rente hydroélectrique⁴⁰ souvent évoquée, ce qui conduit à devoir indemniser le concessionnaire dans le cas d'une augmentation du soutien d'étiage qui pénaliserait la production électrique.

La question d'une plus forte implication des retenues hydroélectriques dans le soutien d'étiage va dépendre de la capacité de l'ouvrage, de la durée pendant laquelle la retenue est susceptible d'être engagée dans le soutien d'étiage, de la part du volume utile de la retenue qui est consacrée au soutien d'étiage pendant la période où elle y est engagée et des autres engagements, hors la production d'électricité, qui peuvent contraindre sa capacité à assurer le soutien d'étiage.

La présentation des dispositifs de soutien d'étiage effectuée en première partie montre que les retenues hydroélectriques présentes sur le bassin Loire-Bretagne sont déjà très fortement mobilisées pour le soutien d'étiage. C'est le cas des 7 concessions de la Vienne et de ses affluents (Mauldre et Taurion), du complexe de Montpezat, de la concession de Teillet-Argenty sur le Cher, et de celles de Guerlédan et de Saint-Michel – Saint-Herbot en Bretagne.

⁴⁰ De manière fréquente, les recettes qui varient selon les années en fonction de l'hydrologie et des prix de l'électricité, ne couvrent pas les charges qui sont à 95% des charges fixes. Les impôts locaux, taxes, versements et redevances au cahier des charges (TF, CFE, IFR, redevances agence de l'eau, redevances au cahier de charges, redevance en délais glissants...; hors impôt sur les sociétés) « *représentent plus de 30% des charges totales des concessions hydroélectriques dont 50% proviennent des taxes sur le foncier (taxe foncière et Cotisation Foncière pour les Entreprises)* ». Certaines composantes sont en diminution en 2021 par rapport aux exercices précédents du fait de la baisse des impôts de production enclenchée dans le plan France Relance mais cet effet est contrebalancé par une augmentation de la redevance en délais glissants. (Source note EDF)

Les seules retenues, ayant un volume utile significatif, non encore engagées dans le soutien d'étiage, sont :

- Le complexe de Lavalette – La Chapelette, propriété de la métropole de Saint-Etienne, situé sur le Lignon du Velay dont les chutes d'eau sont concédées à EDF ;
- Le barrage de Grangent, concédé à EDF, situé en amont de Villerest sur la Loire⁴¹.

Enfin deux retenues ne sont encore que très partiellement engagées dans le soutien d'étiage. Il s'agit :

- du complexe Les Fades – Queuille sur la Sioule ;
- et des trois retenues situées sur la Creuse dans le département de l'Indre : Eguzon, Roche-au-Moine et Roche-bat-l'Aigle.

Figure 12 : Principaux réservoirs et retenues sur l'Allier et la Loire amont



Schéma mission

D'un point de vue juridique, l'adoption en février 2014 par l'Union européenne d'une directive spécifique consacrée aux concessions⁴² et sa transposition dans le droit français ont fortement contraint les possibilités de modification des concessions hydroélectriques existantes. L'annexe 7 traite ce point en détail. De manière simplifiée, des ajustements limités⁴³ en faveur d'un soutien d'étiage accru sont possibles dans le cadre de discussions avec le concessionnaire actuel et dans le respect naturellement du droit européen et français des concessions.

Le renouvellement des concessions⁴⁴, notamment la démarche d'écoute GEDRE (Gestion équilibrée et durable de la ressource en eau), qui peut être organisée par l'Etat préalablement à l'avis de concession en application de l'article R.521-4 du code de l'énergie, permet de définir les attentes des parties prenantes concernant la ressource en eau, parmi lesquelles le soutien d'étiage. Les différents enjeux soulevés lors de cette démarche pourront alors être traduits lors du

⁴¹ Une partie du volume utile de Grangent est toutefois réservé en été au bénéfice du canal du Forez au cas où la part du débit réservé qui lui revient serait insuffisante.

⁴² Directive 2014/23/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 sur l'attribution de contrats de concession, <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0023&from=FR>

⁴³ Conformément à l'article R3135-8 du code de la commande publique relatif aux modifications de faible montant.

⁴⁴ Plusieurs concessions arrivent à échéance dans les prochaines années sur ce bassin : citons notamment celles de Peyrat le Château – Faux la Montagne (décembre 2026), de Versilhac – Vendets (barrage de Lavalette) (décembre 2027), de Monpezat (décembre 2028), de Grangent (décembre 2032), d'Eguzon et de la Roche-au-Moine (décembre 2032), de Montlarron (décembre 2033) ...

renouvellement par des dispositions spécifiques dans le cahier des charges de la future concession. L'article 43 du modèle actuel de cahier des charges⁴⁵ prévoit ainsi la conclusion de conventions liées au soutien d'étiage : « le concessionnaire conclut avec l'Etat, l'agence de l'eau et l'organisme chargé du soutien d'étiage une convention précisant les modalités techniques, et, le cas échéant, financières de ce soutien ».

Aucun avis d'appel public à la concurrence pour le renouvellement des concessions hydroélectriques n'a cependant été lancé depuis l'ouverture en octobre 2015 d'un précontentieux par la Commission européenne portant sur la position dominante d'EDF, sur le fondement des articles 102 et 106 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne dit TFUE. **Compte tenu de ce précontentieux, le lancement des procédures de renouvellement des concessions est suspendu à un accord entre la Commission et les autorités françaises**⁴⁶.

Indépendamment du cahier des charges de la concession, l'augmentation du soutien d'étiage doit s'intégrer dans la gestion des retenues hydroélectriques dont la production d'électricité reste la priorité. La compatibilité de ces deux objectifs pose des difficultés et conduit à un certain nombre de considérants importants :

- Le soutien d'étiage et le système énergétique ont des besoins différents (volume, débit, calendrier) et doivent être optimisés de manière conjointe. En règle générale, les volumes affectés au soutien d'étiage pénalisent l'atteinte de l'optimum énergétique des aménagements concernés ;
- Dans l'idéal, une retenue hydroélectrique engagée dans un soutien d'étiage devrait être pleine au début de la campagne, qui se situe en général début juin. Dans la pratique, le remplissage des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage commence à partir du mois de mars, ce qui ne permet pas forcément de garantir un plein remplissage en juin.
- Le volume d'eau à provisionner pour le soutien d'étiage doit être dimensionné au plus juste et ne doit pas être surestimé, sous peine de pénaliser la production électrique.
- **L'augmentation de la part dédiée au soutien d'étiage dans un réservoir a un impact négatif double sur la production d'électricité lié, d'une part, aux volumes directement lâchés dans le cadre du soutien du débit d'étiage et, d'autre part, à la constitution et à la garantie du stock pour le soutien d'étiage qui peut devenir structurante (perte de flexibilité en amont de la campagne de soutien d'étiage et limitation prématurée des turbinés énergétiques au printemps).** Cette « désoptimisation » énergétique n'est pas évaluée dans le cadre du présent rapport et nécessite des calculs utilisant les modèles de gestion de réservoirs. Dans la doctrine de la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), ce coût économique ne doit pas être supporté par l'exploitant hydroélectrique – ce qui pourrait remettre en cause l'équilibre économique du contrat de concession – mais par le bénéficiaire du service rendu.

Pour qu'une retenue hydroélectrique soit mobilisée pour un soutien d'étiage, il faut que le concessionnaire soit sollicité par un acteur souhaitant en bénéficier. La direction de l'eau et de la biodiversité considère que le soutien d'étiage constitue une dimension de la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI) définie à l'article 211-7 du code de l'environnement, même si celui-ci ne la cite pas expressément. Il s'agit donc d'une compétence des intercommunalités qui peuvent la déléguer à un EPTB.

⁴⁵ Décret n° 2016-530 du 27 avril 2016 relatif aux concessions d'énergie hydraulique et approuvant le modèle de cahier des charges applicable à ces concessions <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000032471614>

⁴⁶ Voir notamment *Compte de commerce 914 « Renouvellement des concessions hydroélectriques » Note d'analyse de l'exécution budgétaire 2020*, Cour des Comptes <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2021-04/NEB-2020-Renouvellement-concessions-hydroelectriques.pdf>

2.2 Mobiliser de nouvelles retenues en complément d'une optimisation de Naussac et Villerest sur le secteur Allier – Loire amont

Plus de 200 Mm³ ont été déstockés par les deux réservoirs de Naussac et Villerest en 2019. C'est le troisième volume le plus élevé après celui de 1989 qui dépassait 250 Mm³ (avant modulation des OSE) et celui de 2003 qui s'établissait à 235 Mm³. Malgré son importance, attestée par ces chiffres, ce soutien d'étiage ne permet plus d'ores et déjà de satisfaire l'ensemble des usages en équilibre avec le bon fonctionnement des milieux aquatiques, sur l'Allier aval et la Loire moyenne (les DOE ne sont déjà plus respectés 8 années sur 10).

Jusqu'à présent les usages les plus prioritaires ont pu être assurés, chaque année, malgré une modulation toujours plus forte des OSE conduisant à des débits soutenus inférieurs, à Gien, aux seuils d'alerte (50 m³/s), voire au seuil d'alerte renforcé (45 m³/s) et s'approchant, en 2022, du débit de crise (43 m³/s). Dans ces circonstances, où le soutien d'étiage rencontre ses limites, interviennent des arrêtés préfectoraux limitant les usages.

Les analyses de la première partie soulignent que :

- Le réservoir de Naussac est confronté au risque, avéré en 2022, d'un remplissage seulement partiel en début de campagne de soutien d'étiage, que le changement climatique devrait accroître fortement ;
- Le réservoir de Villerest peut également ne pas être plein en début de période en raison d'un débit sortant supérieur au débit entrant à la fin du printemps ;
- La gestion prudente des réservoirs conduit à ce que demeurent, en fin de campagne, des volumes relativement importants : au moins 39 Mm³ à Villerest depuis 2004 et 85 Mm³ à Naussac depuis 2007.

Les analyses de la première partie montrent que le volume manquant pour revenir au respect des DOE sur la Loire moyenne⁴⁷, 8 années sur 10, est de l'ordre de 27 Mm³. La différence entre le volume minimum de fin de campagne dans le réservoir de Villerest (39 Mm³) et celui en dessous duquel le soutien à l'OSE de Gien n'est plus assuré (13 Mm³) est équivalent : 26 Mm³.

La mission a cherché prioritairement à définir les moyens de mieux mobiliser, en année sèche, les volumes de Villerest et de Naussac, tout en conservant une gestion prudente visant à éviter toute interruption du soutien d'étiage avant la fin de la campagne, que la mission estime entièrement justifiée. Les débits naturels reconstitués à Gien, utilisés par la DREAL de bassin et l'EPL, ont atteint en 2022, sur trois semaines (fin juillet – mi-août), des niveaux compris entre 20 et 25 m³/s. Si le soutien d'étiage venait à s'interrompre, un retour brusque à de tels niveaux entraînerait vraisemblablement, outre l'impact sur le milieu naturel, des ruptures d'approvisionnement en eau potable ainsi que des restrictions dans le fonctionnement des centrales nucléaires.

L'approche suivie combine deux dimensions :

- Optimiser la gestion des deux réservoirs, en ayant bien à l'esprit que le volume mobilisable à partir des réservoirs de Naussac et Villerest est déterminé par leurs règles de gestion qui le limitent actuellement, dans la pratique, à 210 Mm³ ;
- Utiliser les ressources des retenues de Grangent et Lavalette pour Villerest et des Fades pour Naussac, en garantie automnale, pour maximiser l'utilisation des réservoirs en année sèche, sans risque d'interruption du soutien d'étiage.

⁴⁷ A Onzain

2.2.1 Optimiser la gestion de Naussac et Villerest

En général, en année sèche, le soutien d'étiage démarre à des dates précoces avant que les deux réservoirs n'aient achevé leur remplissage. Ce soutien précoce les empêche d'y arriver. Il sert à respecter les objectifs de soutien d'étiage à l'aval immédiat des ouvrages : l'OSE du pied du barrage pour Villerest et les OSE du confluent avec le Chapeauroux et de Vieille-Brioude pour Naussac. Contrairement à ceux de Gien et de Vic-le-Comte, ces OSE de proximité ne sont pas modulés. De plus, l'OSE de pied de barrage à Villerest a été relevé par le CGRNVES, en 1998, au-dessus des exigences du règlement d'eau du barrage, pour des raisons qui mériteraient d'être réexaminées.

La modulation de l'OSE de Villerest en dessous de 12m³/s se traduirait par une légère perte de production électrique (correspondant à une perte de puissance de quelques MW), car un débit inférieur à ce seuil ne peut pas être turbiné dans les installations actuelles. Pour l'éviter, EDF indique qu'il faudrait envisager d'équiper l'usine d'un groupe adéquat, sous réserve que cela soit techniquement faisable et économiquement viable.

Figure 13 : Naussac et Villerest – OSE de proximité



Schéma mission

Dans une vision globale du devenir de l'ouvrage et de la mise en place de la réserve automnale, l'Agence de l'eau pourrait participer au financement d'un investissement qui, dans un but d'optimisation du soutien d'étiage, permettrait de maintenir la production d'électricité.

Ce sujet des OSE de proximité est à la main du CGRNVES et peut faire l'objet de décisions assez rapides.

Recommandation 1. (CGRNVES) : Moduler les objectifs de soutien d'étiage de proximité de Naussac (confluence du Chapeauroux et Vieille Brioude) et de Villerest (pied du barrage)

Sur Naussac, diverses mesures techniques peuvent être envisagées pour améliorer le remplissage du réservoir :

- augmenter les volumes d'eau prélevés par pompage dans l'Allier ;
- autoriser le remplissage de Naussac par pompage et par dérivation du Chapeauroux en été en cas d'épisode pluvieux ;

Ces mesures sont détaillées dans [l'annexe 3](#) relative à Naussac et Villerest.

Recommandation 2. (EPL) : Explorer toutes les pistes d'augmentation du remplissage annuel du barrage-réservoir de Naussac et, en particulier, la possibilité de faire appel plus souvent au pompage dans l'Allier.

Sur Villerest, et à une échelle plus réduite, la mission considère qu'il est possible d'optimiser le fonctionnement du barrage en vue du soutien d'étiage sur deux points :

- une légère anticipation sur le mois de mai de la remontée à la cote maximale pour se donner plus de chance de l'atteindre ;
- et la conservation d'un volume d'eau plus important dans la retenue du 15 septembre au 15 octobre.

Ces deux possibilités, développées en [annexe 3](#), mettent en jeu l'articulation de l'écrêtement des crues et du soutien d'étiage. Elles supposent un aménagement du règlement d'eau et passent donc par des études détaillées à réaliser par l'EPL pour pouvoir en soumettre le projet au service de contrôle (DREAL AURA).

Ces améliorations supposent, dans certains cas, la réalisation d'investissements. D'autres peuvent intervenir par modification des règles de gestion. Il est dès lors souhaitable que ces dernières fassent l'objet d'un processus d'amélioration continue fondée sur des retours d'expérience réguliers.

2.2.2 Maximiser l'utilisation de Villerest par un appel éventuel à Grangent et Lavalette en automne

Deux grandes retenues, aux statuts différents, existent à l'amont de Villerest : Grangent et Lavalette. La mission propose de les utiliser pour contribuer au soutien d'étiage de la Loire après la saison touristique donc du 15 septembre au 30 novembre⁴⁸.

2.2.2.1 Le barrage de Grangent

La vocation première du barrage de Grangent, construit entre 1955 et 1957 et concédé à EDF en octobre 1960 jusqu'au 31 décembre 2032, réside dans la production d'électricité (avec une puissance maximale brute de 38,4 MW et une production énergétique moyenne annuelle d'environ 120 GWh). Mais il a également une fonction touristique⁴⁹ et d'alimentation en eau du canal du Forez (qui prélève environ 38 Mm³ en moyenne annuelle dont 3,5 Mm³ du premier juin au quinze septembre). La gestion de l'ouvrage est faite pour que la retenue soit à son niveau maximum au 1^{er} juin, ce qui certaines années, comme en 2022, peut pénaliser le remplissage de Villerest (voir 1.1.1.3). Ensuite, elle délivre à l'aval, du 1^{er} juin au 15 septembre, un débit réservé (partagé entre la Loire et le canal du Forez⁵⁰) en fonction des entrants au niveau de Bas-en-Basset, tout en maintenant le niveau de la retenue dans la frange du mètre supérieur pour la fonction touristique.

⁴⁸ La période de soutien d'étiage définie par le règlement d'eau du barrage de Villerest s'arrête au 30 novembre. Les rares années où la campagne de soutien d'étiage se prolonge sur le mois de décembre, une prolongation de la réservation au-delà du 30 novembre pourrait être négociée avec le concessionnaire.

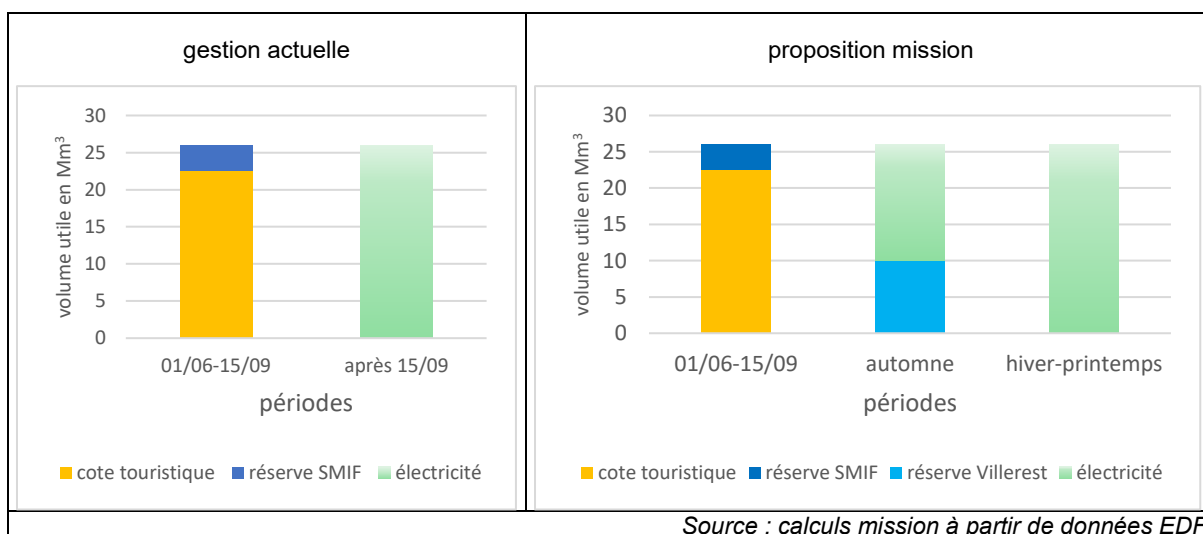
⁴⁹ Celle-ci conduit à conserver la cote du barrage du 1 juin au 15 septembre au plus près de 420 m NGF (en pratique entre 419,80 m NGF et 419,98 m NGF).

⁵⁰ Les règles de partage sont fixées par l'arrêté du préfet de la Loire n°2014283-0011 en date du 10 octobre 2014

Son volume total est de 57,4 Mm³, mais, du fait du culot de l'ouvrage, sa capacité utile⁵¹ n'est que de 26 Mm³. Du 1^{er} juin au 15 septembre, au-delà du débit réservé, l'ouvrage n'a aucune capacité disponible pour du soutien d'étiage, hors alimentation du canal du Forez. La capacité utile minimale recouverte au 15 septembre est comprise entre 26 et 22,5 Mm³, selon que la réserve prévue pour le canal du Forez a été entièrement utilisée ou pas du tout. Elle peut même être inférieure en année très sèche où le Syndicat mixte d'irrigation et de mise en valeur du Forez (SMIF) appelle durant l'été un volume d'eau supplémentaire, en se fondant sur le droit d'eau figurant dans le décret de 1863 concédant le canal du Forez. Ce fut le cas en 2022.

Dans ces conditions, la mission propose de réserver, en ordre de grandeur, un peu plus de 40 % de cette capacité, soit environ 10 Mm³, de mi-septembre à fin novembre, pour un éventuel remplissage complémentaire du réservoir de Villerest afin d'éviter le risque d'interruption du soutien d'étiage à l'OSE de Gien par ce dernier.

Figure 14 : Grangent gestion actuelle et proposition mission



Il apparaît en effet à la mission préférable pour le soutien d'étiage de la Loire et de l'Allier de mobiliser d'abord durant l'année les retenues de Naussac et de Villerest dont les eaux sont avant tout destinés au soutien d'étiage, plutôt que celles de Grangent, qui ont une valorisation supérieure pour la collectivité puisqu'elles peuvent apporter un soutien d'étiage comparable et qu'elles produisent une quantité d'électricité plus importante.

Cette réserve automnale ne change rien à l'obligation du concessionnaire de remplir la retenue à son maximum pour le 1^{er} juin. Elle est, sous cet aspect, sans impact sur la production d'électricité au printemps. Cette réserve fait par contre peser une contrainte qui peut entraîner à partir du 15 septembre une perte pour le concessionnaire : celui-ci dispose cependant encore du reste de la retenue, soit a minima 12,5 Mm³. Cette contrainte sera d'autant plus importante que la réservation sera maintenue longtemps. Afin de ne pas handicaper inutilement la production électrique et de limiter le coût de la compensation, cette réservation devra être annulée ou réduite le plus tôt possible, dès lors que la situation climatique particulière de l'année en cours et la modulation possible des OSE à l'automne montreront qu'elle s'avère inutile ou trop élevée (ce qui devrait être

⁵¹ En dehors de l'étiage, le fonctionnement usuel constaté ces dernières années correspond à l'exploitation d'une frange d'environ 10 m (entre 410 et 420 m NGF), soit 26 Mm³ (sur les 28,9 Mm³ utiles de la retenue compte tenu du culot non exploitable de 28,1 Mm³). En effet, un abaissement de la cote en-dessous de 410 m NGF pourrait conduire à une dégradation de la qualité de l'eau surtout en fonction de rythme éventuel d'abaissement (tel que pourrait être celui nécessaire à du soutien d'étiage conséquent par exemple à 10 m³/s, soit env. 1 Mm³/jour).

le plus souvent le cas). Le coût de cette réservation devrait donc être relativement limité. Il devra être précisé dans la cadre de la négociation de la convention qui permettra de mettre en œuvre cette réservation, sans attendre l'échéance de la concession en 2032.

2.2.2.2 Le complexe Lavalette – La Chapelette

Plus à l'amont, sur le Lignon du Velay, les deux barrages de Lavalette et de la Chapelette ont pour rôle principal l'alimentation en eau potable de la région stéphanoise. Le barrage de Lavalette, mis en service en 1914, et rehaussé en 1949, a une capacité de 41 Mm³. Les chutes d'eau des deux ouvrages ont été équipées d'usines hydroélectriques. Ces usines ont été concédées à EDF en 1952. Compte tenu des caractéristiques techniques des ouvrages, le volume turbinable par l'usine de Versilhac correspond à la partie supérieure de la retenue, soit un volume utile hydroélectrique de 30 Mm³. Les 11 Mm³ de la partie basse peuvent, si besoin, être délivrés à l'aval pour l'alimentation en eau potable, mais sans être turbinés. La convention signée en 1955 entre EDF et la ville de Saint-Etienne stipule que du 1^{er} octobre au 31 mars, un volume d'eau de 11 Mm³ est réservé pour la ville, et que du 1^{er} avril au 30 septembre, ce volume d'eau s'élève à 20 Mm³ (sous réserve du remplissage de la retenue). Alors que la population stéphanoise était en croissance régulière, un avenant à la convention, signé de 1971, a prévu que, sur demande de la ville, ces volumes d'eau pouvaient être augmentés. La croissance démographique ayant été à cette époque fortement surévaluée, les volumes réservés n'ont pas eu besoin d'être augmentés.

Le schéma d'aménagement des eaux du bassin du Lignon du Velay, approuvé en 2021, indique qu'en année plutôt haute, les eaux ainsi prélevées dans la retenue sont de l'ordre de 14,2 Mm³, principalement en été, dont 11,2 millions sont exportés au-delà du bassin. Hors année exceptionnelle⁵², le prélèvement maximal opéré sur Lavalette pour l'alimentation en eau potable de Saint-Etienne (9,2 Mm³) et pour d'autres collectivités de la Haute-Loire et de la Loire (5,4 Mm³) reste inférieur à 15 Mm³.

Les informations communiquées par Saint Etienne Métropole à la mission indiquent que, de 2003 à 2021, le volume présent dans la retenue au 30 septembre⁵³ se situe entre 20 et 31 Mm³, ce qui correspond à une quantité d'eau utilisable pour la production d'électricité comprise entre 9 et 20 Mm³. En 2022, le volume disponible au 1^{er} octobre était de 17,9 Mm³. Ce niveau inférieur à la fourchette habituelle est dû à des éclusées d'environ 6 Mm³ réalisées par EDF au mois de mai pour atteindre la cote touristique du barrage de Grangent. Elles ont conduit à un niveau bas, inférieur à 30 Mm³ au 1^{er} juin mais compatible avec la convention signée avec la métropole. En réaction à cette situation, Saint-Etienne Métropole a estimé nécessaire, pour préserver la ressource disponible pour son alimentation en eau potable en 2023, de demander à EDF de relever à :

- 15 Mm³, du 1^{er} octobre 2022 au 31 mars 2023, le volume réservé hivernal ;
- 25 Mm³, du 1^{er} avril au 30 septembre 2023, le volume réservé estival.

Cette réservation supplémentaire, qui est spécifique à l'année 2023, limite *de facto* la production d'électricité possible pendant l'hiver 2022-2023, période où l'équilibre entre l'offre et la demande électrique va être particulièrement tendu.

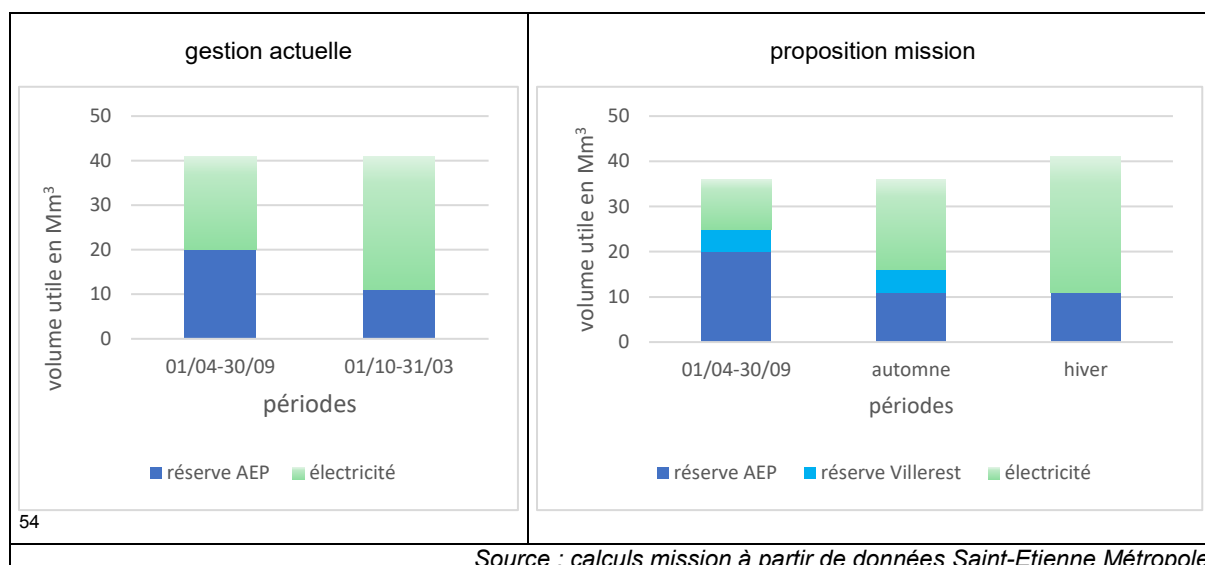
Dans ces conditions, la mission estime qu'une capacité de l'ordre de 5 Mm³ devrait pouvoir y être réservée pour un éventuel remplissage complémentaire du réservoir de Villerest à partir du 30 septembre, dans les mêmes conditions que celles proposées pour Grangent. Sous réserve d'une

⁵² Années (2017 et 2020) où des travaux sur la seconde grande retenue de Saint Etienne Métropole (barrage du Pas de Riot sur le Furan) ont conduit à des prélèvements sur Lavalette pouvant atteindre jusqu'à 14,4 Mm³.

⁵³ Le volume résiduel en fin de campagne est le bilan du stock provisionné en début d'été, des apports estivaux (aléatoires) et de la consommation réelle (variable d'une année sur l'autre).

négociation aboutie avec Saint-Etienne Métropole, cette réservation pourrait faire l'objet d'une convention spécifique entre l'EPL, EDF, Saint-Etienne Métropole et l'autorité concédante, assurant un équilibre entre alimentation en eau potable, production d'électricité et soutien d'étiage, sans attendre l'échéance de la concession en 2027.

Figure 15 : Lavalette – gestion actuelle et proposition mission



Source : calculs mission à partir de données Saint-Etienne Métropole

A la différence de ce qui a été proposé sur Grangent, la constitution, sur cette retenue, d'une réserve au bénéfice de Villerest aurait un double impact sur le concessionnaire :

- Elle l'obligerait à assurer un remplissage plus élevé de la retenue au 1^{er} avril (25 Mm³ au lieu de 20). La mission observe toutefois que jusqu'à présent, y compris en 2022, EDF a rempli la retenue entre 26 et 36 Mm³, soit bien au-dessus de la réserve dont bénéficie Saint-Etienne Métropole ;
- Elle limiterait sa capacité à produire de l'électricité à l'automne.

Le coût de cette réservation devrait donc, logiquement, être supérieur à celui d'un même volume à Grangent. Afin de ne pas handicaper inutilement la production électrique, cette réservation devra être annulée le plus tôt possible, dès lors qu'elle s'avèrera inutile (ce qui devrait être le plus souvent le cas).

Au total, la mission estime possible de réserver, dans ces deux retenues, un volume de l'ordre de 15 Mm³ à l'automne, au-delà respectivement du 15 et du 30 septembre, pour sécuriser la gestion du réservoir de Villerest face au risque d'interruption du soutien d'étiage pendant cette période. La prise en compte de ces volumes complémentaires dans la gestion du réservoir, par une révision des courbes planchers et d'alerte, et dans les modélisations MORDOR, conduirait à une consommation plus systématique, en année moyenne à sèche, de l'eau contenue dans Villerest sans remettre en cause la gestion prudente dont fait preuve le CGRNVES.

2.2.3 Atténuer les contraintes de la gestion pluriannuelle de Naussac par une mobilisation des Fades sur la Sioule

Comme présenté en partie 1, les ouvrages des Fades et de Queuille sur la Sioule délivrent un

⁵⁴ Rappel : sur une capacité de 41 Mm³, seuls 30 Mm³ sont utilisables pour produire de l'électricité

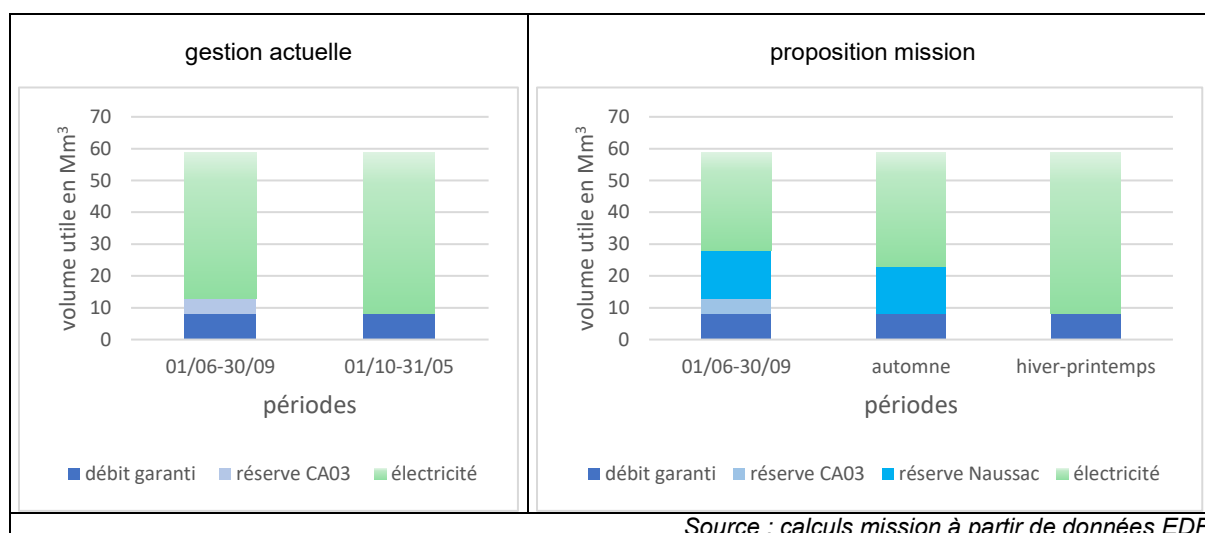
double soutien d'étiage :

- à hauteur de 2,5 m³/s au titre d'un régime garanti, obligation de la concession ;
- pour un débit complémentaire d'au maximum 0,7 m³/s, du 1^{er} juin au 30 septembre, dans le cadre d'une convention signée en 2020 avec la Chambre d'agriculture de l'Allier.

Ainsi, si la capacité utile des deux ouvrages est de 58,9 Mm³, leur capacité utile estivale est plus faible et a été estimée par EDF à 46 Mm³, une fois décomptés les volumes provisionnés pour les débits garantis et le soutien agricole. En pratique, le volume utile sur lequel pourrait être imputé un soutien d'étiage automnal serait toutefois moindre. La gestion printanière a, en effet, pour objectifs de provisionner le volume estival nécessaire au soutien d'étiage (env. 13 Mm³, cf. supra), mais aussi de produire au mieux des besoins énergétiques.

Dans ces conditions, la mission estime qu'une capacité de l'ordre de 15 Mm³ pourrait être mobilisée pour garantir un soutien d'étiage de l'Allier aval, puis de la Loire, en automne, au cas où le réservoir de Naussac risquerait de voir son niveau descendre en-dessous d'une cote rendant son remplissage pour l'année suivante trop incertain mais aussi dans le cas où le réservoir de Villerest serait épuisé. Comme pour Villerest, la prise en compte de ces volumes complémentaires dans la gestion du réservoir, conduirait à une consommation plus systématique, en année moyenne à sèche, de l'eau contenue dans Naussac sans remettre en cause la gestion prudente dont fait preuve le CGRNVES.

Figure 16 : Les Fades - gestion actuelle et proposition mission



Ce soutien d'étiage supplémentaire en provenance de Naussac est toutefois limité par la capacité annuelle de remplissage de ce réservoir qui a été voisine de 90 à 100 Mm³ sur les années 2016-2019, ce qui renforce l'intérêt de l'augmenter (cf. [annexe 3](#)). Compte tenu de cette limitation, il est possible que certaines années, cette réserve ne permette de déverser plus d'eau qu'à partir de Villerest.

La création d'une telle réserve devra donc s'accompagner, dans la gestion du réservoir de Naussac, de l'introduction de courbes d'alerte, à l'instar de celle existant sur Villerest, organisant l'appel à cette réserve en fonction du niveau du réservoir et de l'évolution prévue de celui-ci dans une vision pluriannuelle.

Comme pour Lavalette, la création d'une telle réserve aura un double impact sur la production d'électricité : au printemps pour assurer un remplissage plus élevé de la retenue et à l'automne,

tant que la réservation n'est pas levée. Afin de ne pas handicaper inutilement la production électrique, cette réservation devra être annulée ou réduite le plus tôt possible, dès lors qu'elle s'avèrera inutile ou trop élevée (ce qui devrait être le plus souvent le cas).

La mission souligne également qu'il serait possible d'augmenter la production d'électricité, de quelques MW, en plaçant une turbine sur la conduite correspondant au débit garanti de 2,5 m³/s. Ces eaux ne peuvent en effet pas être turbinées actuellement lorsqu'elles sont relâchées. Un tel projet ne permettrait de compenser ni la perte économique subie par le concessionnaire ni la perte énergétique. Par contre, le bilan énergétique serait plus faiblement dégradé. Les études et le chiffrage sont néanmoins à réaliser par EDF. Dans une vision globale du devenir de l'ouvrage et de la mise en place de la réserve automnale, l'Agence de l'eau pourrait participer au financement de l'investissement.

2.2.4 La modification de l'équilibre entre les soutiens d'étiage de la Loire et de l'Ardèche par les ouvrages de Montpezat ne répondrait pas aux ordres de grandeur

L'aménagement de Montpezat, décrit en [annexe 4](#), est le plus important du bassin pour la production d'électricité.

2.2.4.1 Le soutien d'étiage par Montpezat

Le complexe de Montpezat délivre un double soutien d'étiage :

- un débit garanti de 1 m³/s sur la Loire résultant des obligations du cahier des charges de la concession⁵⁵ ;
- un soutien sur l'Ardèche découlant de la convention intervenue en 1984 entre EDF et le Syndicat mixte d'équipement de l'Ardèche pour la construction du barrage de Pont-de-Veyrières sur la Fontaulière.

Le soutien d'étiage de la Loire est prioritaire par rapport à celui de l'Ardèche. Comme nous l'avons vu au 1.1.3, compte tenu des montants respectifs du débit garanti sur la Loire et de l'OSE à Vogüé sur l'Ardèche, si le soutien d'étiage au sens strict à partir de Montpezat, est principalement délivré vers l'Ardèche (entre 73 % et 100 % selon les années, en pratique), le volume déversé pendant cette période, vers l'Ardèche (8,8 Mm³) est quasiment similaire, en moyenne, aux volumes assurés à la Loire par le débit garanti dont elle bénéficie (8 Mm³).

Cependant les modalités de soutien sont très différentes :

- Sur la Loire, il est versé de manière continue via un débit garanti de 1 000 litres par seconde, assuré principalement (entre 60 et 100 % selon les années et en moyenne à 88 %) par le débit naturel du fleuve et accessoirement par le soutien d'étiage ;
- Tandis que, sur l'Ardèche, les règles pesant sur le bassin de démodulation de la Fontaulière permettent une plus grande variabilité. **Le débit d'objectif peut en effet être modulé en concertation avec les bénéficiaires du soutien ce qui, pour la mission, constitue une très bonne pratique pour préserver le stock (notamment s'il n'est pas maximum au début de l'étiage en année sèche) et/ou allonger la période de soutien jusqu'au 31 octobre, ce qui est fréquemment mis en œuvre.**

La priorité accordée à la Loire par le débit garanti risque de conduire, sous l'effet du changement

⁵⁵ Cahier des charges annexé à la loi 43-99 du 21 mars 1949 concédant à EDF les travaux d'aménagement de la chute de Montpezat.

climatique, à une modification progressive du partage du soutien d'étiage au détriment de l'Ardèche au fur et à mesure que diminuera le débit naturel de la Loire amont en été. Une baisse de 20 % des débits naturels, par rapport à la période 2000-2021, conduirait, en moyenne, à multiplier par 1,4 le soutien d'étiage de la Loire afin d'assurer le débit de 1 m³/s imposé au pont de la Borie. Une baisse de 40 % à la multiplier par 2,8. Dans tous les cas ceci réduira le volume pouvant servir au soutien d'étiage de l'Ardèche.

Une révision du partage des eaux, en été, entre la Loire et l'Ardèche, évoquée par certains acteurs, ne pourrait porter que sur un nombre très restreint de millions de m³ (nettement inférieur à 5). En effet, en 2016, la Loire a bénéficié de 3 Mm³ sur le volume maximum disponible de 12 Mm³. Une nouvelle règle de répartition ne pourrait être établie qu'en tenant compte des contraintes rencontrées par les acteurs de l'Ardèche et de la Loire ainsi que des effets prévisibles du changement climatique.

Au final, le complexe de Montpezat ne saurait apporter une sécurisation du soutien d'étiage par Villerest comparable à celle envisagée pour Grangent et Lavalette.

2.2.4.2 La création d'une STEP

Les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) consistent en un ensemble de deux réservoirs d'eau situés à deux niveaux différents (avec typiquement un dénivelé d'au moins 100 m) entre lesquels se trouve l'usine hydro-électrique. En passant du réservoir supérieur au réservoir inférieur, l'eau alimente la turbine de l'usine comme dans un barrage classique et peut ainsi produire de l'électricité durant les heures de pointe. Elle est remontée par un système de pompage situé également dans l'usine durant les heures creuses.

L'association *European Rivers Network (ERN) France – SOS Loire Vivante* préconise de créer une STEP sur Montpezat.

Cette solution n'a pas trouvé, pour le moment, de localisation possible sur Montpezat : la distance géographique qui sépare les bassins supérieurs du Gage et de La Palisse du bassin de démodulation de la Fontaulière (voir schéma en [annexe](#)) ne permet pas d'envisager un tel fonctionnement à partir des bassins existants.

Ainsi, si la création d'une STEP constitue une solution *a priori* intéressante, la mission ne voit pas comment elle peut être appliquée à l'usine de Montpezat.

Plus généralement, sur le reste du bassin Loire-Bretagne, les hauteurs de chute rencontrées limitent la puissance et donc l'intérêt d'éventuelles STEP.

2.2.5 En conclusion sur l'Allier et la Loire amont

Ce sont les capacités disponibles sur les bassins de la Loire amont et de l'Allier, bien plus que les besoins pouvant être projetés à moyen terme, qui déterminent les possibilités de renforcer et sécuriser le soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire assuré par Naussac et Villerest.

Les investigations de la mission la conduisent à proposer, après discussions techniques avec EDF, Saint-Etienne Métropole, l'EPL, la DREAL et l'AELB :

- de mobiliser à cet effet les trois retenues hydroélectriques existantes pour réserver à l'automne un volume d'environ 30 Mm³ au-delà du soutien que deux d'entre elles peuvent déjà procurer (Sioule par les Fades – Queuille et canal du Forez par Grangent) ;
- de moduler les OSE de proximité de Naussac (confluence du Chapeauroux et Vieille-Brioude) et de Villerest (pied du barrage) ;

- et d'explorer toutes les pistes possibles d'augmentation du remplissage annuel du barrage-réservoir de Naussac.

Les capacités correspondantes sont limitées :

- environ 15 Mm³ en amont de Villerest ;
- environ 15 Mm³, sur l'Allier aval en complément de Naussac.

La répartition ainsi proposée du volume total de la réserve automnale entre ces trois ouvrages doit rester indicative aux yeux de la mission tant que le concessionnaire de la chute d'eau est le même sur les trois ouvrages : c'est à lui de la déterminer chaque année en fonction de l'état des stocks présent sur chaque ouvrage au mois de mai. Suivant la répartition choisie par le concessionnaire, cette réserve automnale représenterait, si elle était effectivement utilisée comme soutien d'étiage, une perte d'électricité à la pointe de 10 à 14 GWh⁵⁶, soit une perte⁵⁷ d'environ 2 à 3 M€ (pour un MWh égal à 200 €) en partie compensée par la production d'une même quantité d'électricité à un moment où les prix seraient plus faibles.

Même si ces volumes apparaissent modestes au regard des volumes utiles des deux réservoirs de Naussac et Villerest, ils sont significatifs et susceptibles d'avoir un effet de levier, en favorisant une utilisation plus complète des volumes contenus dans les réservoirs, par une sécurité apportée face au risque d'interruption du soutien d'étiage à l'automne. La mission estime qu'ils sont susceptibles d'augmenter d'autant le volume maximum mobilisable actuellement limité dans le pratique à 210 Mm³ et donc de le porter entre 240 et 250 Mm³.

Pour la mission, il s'agit de passer d'une approche prudente à une approche prudentielle, assise sur la garantie apportée par la réservation de ces volumes dans les trois retenues.

Cette approche conduit à minimiser l'impact potentiel sur la production hydroélectrique, la réservation ayant toute chance d'être plus souvent annulée qu'utilisée : elle ne devrait être appelée en effet que dans le cas d'un automne sec, succédant à un été sec (voire également un printemps qui n'aurait pas permis de remplir totalement les ouvrages).

Afin de minimiser l'impact de la mise en place de cette réserve sur la production électrique la mission considère de plus que :

- Le remplissage des ouvrages, pour aboutir aux réserves mentionnées ci-dessus, ne doit commencer qu'après la période hivernale durant laquelle les réserves hydroélectriques sont régulièrement appelées pour faire face à la demande de pointe ;
- Le volume de soutien assurantiel pour la campagne de soutien d'étiage pourra être ajusté par exemple à la fin du mois de mai pour tenir compte du remplissage réel des ouvrages (sans s'éloigner notablement cependant des volumes envisagés) ;
- Il est souhaitable de pouvoir renoncer, au plus tôt au cours de la campagne, à cette réserve automnale, ou la réduire, s'il s'avère qu'elle ne sera pas nécessaire, ce qui permettra de limiter la contrainte énergétique et l'indemnisation correspondante ;
- Le volume ainsi réservé doit être considéré comme un volume total en laissant toute latitude au concessionnaire pour le répartir entre les trois ouvrages ;
- Ce volume pourra être revu à la baisse une année donnée, avant le début de la période d'étiage en cas de besoins exceptionnels en énergie et puissance à la pointe,

⁵⁶ Les puissances des ouvrages concernés sont de 22 MW pour Lavalette (Vershilac-Vendets), 38,4 MW pour Grangent et 46 MW pour les Fades-Queuille.

⁵⁷ Ce montant ne couvre pas la perte de valeur de la production liée à la mise en place de cette réserve.

correspondant par exemple à une indisponibilité programmée du parc nucléaire ou à une rupture probable de l'approvisionnement en gaz ;

- L'indemnisation du concessionnaire, pour la perte correspondant à la mise en place de la réserve, devra être versée même si le soutien d'étiage n'est pas mis en œuvre. Toutefois, comme cela se pratique actuellement sur certains soutiens en Adour Garonne, l'indemnisation sera réduite si cette réserve est levée avant la fin de la période. Les déversements éventuels devront eux aussi être indemnisés.

2.2.5.1 Conforter l'EPL dans son rôle de pivot de la gestion opérationnelle et de caisse de financement du soutien d'étiage

La gestion opérationnelle des réservoirs de Naussac et Villerest est assurée par l'EPL. L'appel aux volumes réservés dans les retenues de Grangent et Lavalette, pour le réservoir de Villerest, et à la retenue des Fades pour le réservoir de Naussac, ne peut reposer que sur un dialogue en fonction de l'évolution du niveau de chacun des réservoirs entre l'EPL et le ou les propriétaire et concessionnaire des ouvrages correspondants qui ont la responsabilité des lâchers à l'aval de leur barrage. C'est à lui qu'il reviendra d'annuler les réservations ou d'appeler auprès d'EDF tout ou partie des volumes réservés.

La proposition de la mission ne peut techniquement être mise en œuvre que dans le cadre d'une convention entre l'EPL, EDF, Saint-Etienne Métropole pour Lavalette, et l'autorité concédante conformément aux éléments juridiques présentés au point 2.1.3 ci-avant. Celle-ci pourra avantageusement s'inspirer des conventions en vigueur sur le bassin Adour-Garonne⁵⁸, signée entre l'EPTB, l'Agence de l'eau, EDF, l'Etat et définissant les rôles de chacun.

Cette garantie aura un coût : la constitution de cette réserve entraîne en effet une perte pour le concessionnaire, qui doit être indemnisé, même en année où elle ne sera pas consommée. La rémunération devra de plus être d'autant plus forte que la réserve sera levée tardivement : si la réserve venait à être levée au quinze septembre, la rémunération devrait être faible (correspondant à la perte résultant des contraintes de cote sur les Fades et Lavalette jusqu'à cette date). Le prix de la prestation devra être négocié avec EDF pour les retenues de Grangent et des Fades, avec EDF et Saint-Etienne métropole pour la retenue de Lavalette.

L'EPL finance le coût du soutien d'étiage assuré par les réservoirs de Naussac et Villerest par des redevances perçues auprès des bénéficiaires dans le cadre d'un arrêté inter-préfectoral du 10 novembre 2006 qui « déclare d'intérêt général l'exploitation, l'entretien et l'aménagement par l'Etablissement Public Loire des barrages-réservoirs de Naussac [...] et de Villerest [...], pour le soutien des étiages de l'Allier et de la Loire destiné à améliorer les possibilités de prélèvement dans ces cours d'eau et leurs nappes d'accompagnement ». Les fondements juridiques et les modalités pratiques de ce mode de financement sont détaillés en [annexe 3](#).

Le coût de ces réservations peut-il être financé dans ce cadre ? La mission considère, en première analyse, que oui, pour les raisons suivantes :

- Les réservations visent, dans une démarche prudentielle, à permettre d'utiliser plus complètement l'eau contenue dans les deux réservoirs en garantissant autrement le gestionnaire vis-à-vis du risque d'interruption brutale du service rendu pour le soutien d'étiage. Les dépenses correspondantes peuvent donc être considérées comme faisant

⁵⁸ Voir notamment le contrat de coopération provisoire signé en vue de la mobilisation de réserves d'Edf pour le soutien d'étiage signée le premier juillet 2020 https://www.lagaronne.com/sites/default/files/upload/contrat_edf_2020_2021_2022_du_1er_juillet_2020_allege_pour_site.pdf ou la convention spécifique relative au bassin du Lot signée le 23 août 2019 https://www.lagaronne.com/sites/default/files/upload/20190823_convention_specifique_lot.pdf

partie des coûts d'exploitation des réservoirs et être prises en compte dans le budget annexe de l'EPL.

- Ces dépenses d'exploitation complémentaires peuvent être répercutées sur les bénéficiaires dans le cadre de la déclaration d'intérêt général de 2006. Car elles améliorent bien leur capacité de prélèvement dans l'Allier ou la Loire, chaque année par effet de levier sur l'optimisation de la gestion de Naussac et Villerest, et exceptionnellement par complément de soutien d'étiage.
- La charge pesant sur chaque bénéficiaire n'est pas fondée sur le coût du prélèvement opéré l'année en cours mais sur un volume prélevable représentant la capacité de prélèvement dont il bénéficie grâce à l'existence du dispositif dans son ensemble. Ainsi, le coût d'exploitation de Villerest est répercuté sur tous les bénéficiaires, y compris ceux du Val d'Allier qui ne prélèvent pas d'eau provenant de ce réservoir. De la même façon, le coût de Naussac est répercuté sur tous les bénéficiaires, y compris ceux situés sur la Loire à l'amont du bec d'Allier qui ne prélèvent pas d'eau provenant de ce réservoir. Lorsque de manière exceptionnelle, la retenue des Fades déversera de l'eau, le coût correspondant, qui participera du dispositif d'ensemble, pourra être répercuté sur tous les bénéficiaires, y compris ceux situés sur l'Allier à l'amont de la confluence de la Sioule comme ceux situés sur la Loire à l'amont du bec d'Allier.

La possibilité de financer ces réservations dans le cadre de la déclaration d'intérêt général (DIG) actuelle gagnerait à être vérifiée par une analyse juridique plus poussée. Au cas où ce ne serait pas possible, une nouvelle DIG pourrait être prise. Cela offrirait l'occasion de supprimer les distorsions d'imputation entre bénéficiaires relevées par la mission⁵⁹.

Le dispositif proposé par la mission peut être mis en place de manière progressive et à court terme, les conventions relatives à chaque retenue pouvant être conclues indépendamment les unes des autres.

2.2.5.2 Adapter la gouvernance du dispositif

La gouvernance du dispositif de soutien d'étiage de l'Allier et la Loire par l'EPL est organisé autour du CGRNVES, présidé par la préfète coordonnatrice de bassin.

La mission a recueilli de nombreux témoignages de satisfaction quant au travail de ce comité, y compris pendant une année aussi difficile que 2022, et quant au pilotage assuré par la préfète de bassin avec son appui.

La mission considère que cette gouvernance présente deux caractéristiques fortes qu'il faut absolument préserver :

- 1) Elle articule, au sein du même comité, gestion courante et gestion de crise. Cette articulation doit être absolument maintenue car la performance des administrations en charge de la gestion de crise est fondée sur une expérience, des connaissances et des compétences techniques qui ne peuvent être acquises et entretenues que par une articulation constante à la gestion courante.
- 2) Elle associe toutes les parties prenantes représentées au comité de bassin. Cette association des parties prenantes, dans toute leur diversité, est une condition essentielle de l'efficacité d'un processus d'amélioration continue des règles et pratiques de gestion par retour d'expérience tel que proposé par la mission. Elle est aussi une condition essentielle de l'acceptabilité sociale des mesures de gestion de crise.

⁵⁹ Voir [Annexe 3](#)

La gouvernance constituée autour du CGRNVES gagnerait sans doute à évoluer. L'extension des responsabilités de l'EPL découlant des propositions de la mission pourrait fournir l'occasion d'une telle évolution.

Dans cet esprit, la mission recommande de mieux distinguer la gestion courante, de la compétence du président de l'EPL, sur la base de règles préétablies et validées par le CGRNVES, et la gestion de crise, de la compétence de la préfète de bassin, en conservant au CGRNVES une pluralité de fonctions adaptée :

- Définir de nouvelles règles de gestion de Villerest et de Naussac pour tenir compte des novations qui pourraient suivre la remise de ce rapport : modulation des OSE de proximité, optimisation du remplissage des réservoirs et prise en compte des réserves automnales constituées dans les retenues hydroélectriques de Grangent, Lavalette et des Fades ;
- Conseiller le président de l'EPL pour l'amélioration continue des règles pratiques de gestion des réservoirs et de l'appel aux réserves complémentaires ;
- Conseiller la préfète de bassin pour la gestion de crise.

La mise en place de la réserve automnale que la mission propose repose sur une idée simple. Sa mise en œuvre, qui conduit à coordonner la gestion, durant une grande partie de l'année, des réserves d'eau de cinq ouvrages différents, en fonction de l'état des stocks et des prévisions météorologiques, soulèvera diverses difficultés qui seront surmontées par retours d'expérience successifs. Le CGRNVES doit jouer un rôle central d'association de toutes les parties prenantes à l'affinement des nouvelles règles de gestion en fonction de l'expérience acquise, en veillant à préserver la fonction énergétique de l'ensemble.

Recommandation 3. (EPL) : Etudier, en lien avec EDF et Saint-Etienne Métropole, la possibilité de réserver la disponibilité, à l'automne, d'environ 30 Mm³ d'eau dans les retenues de Grangent, Lavalette et des Fades en appui de Naussac et Villerest.

2.3 Préserver le soutien d'étiage de la Vienne

Le dispositif de soutien d'étiage de la Vienne est présenté en [partie 1.1.2](#).

La mission constate que ce dispositif a prouvé son efficacité, y compris durant les étés secs de 2019 et de 2022 qui pourraient préfigurer ceux du milieu de siècle. Son efficacité repose sur EDF qui en est, à la fois, le fournisseur et le bénéficiaire principal, et qui exploite l'ensemble des aménagements mis à contribution en procédant aux ajustements opérationnel en temps réel. La préserver passe par le maintien de cette unité y compris après l'échéance des concessions en cours, dont notamment celle de Peyrat-le-Château⁶⁰ en 2026.

La mission a pris connaissance avec intérêt des études de l'influence du changement climatique sur les ressources en eau sur le bassin de la Vienne, présentées par Antea lors du séminaire sur l'eau et le climat organisé par l'EPTB de la Vienne en juin 2022. Elle ne peut qu'encourager les acteurs à poursuivre leurs travaux en vue d'évaluer la robustesse du dispositif face au changement climatique

Elle constate aussi que ce dispositif s'appuie sur un ensemble de retenues, dont la capacité utile totale de 134,5 Mm³ est limitée à 65,7 Mm³ du 1^{er} avril au 31 août par la cote touristique du lac de Vassivière, et que ce dispositif puissant peut, certaines années délivrer un soutien d'étiage d'un

⁶⁰ La concession de Peyrat-le-Château inclut le lac de Vassivière et les barrages de Chammet et Faux-la-Montagne

ordre de grandeur comparable à celui délivré par Villerest ou par Naussac. La Vienne constitue par ailleurs un affluent important de la Loire. Son DOE de 30 m³/s à Nouâtre représente 36 % du DOE de 83 m³/s de la Loire à Langeais juste à l'amont du bec de Vienne. La mission invite l'AELB à évaluer, dans le cadre de son étude HMUC globale sur le bassin de la Loire, l'impact du soutien d'étiage de la Vienne sur la Loire aval ainsi que l'intérêt et l'opportunité d'une prise en compte d'objectifs situés sur la Loire aval par ce dispositif.

2.4 Adapter les dispositifs locaux au changement climatique

La mission n'a pas étudié en détail les 4 dispositifs locaux existants.

Le dispositif de soutien d'étiage de l'Aulne par les retenues de Saint-Michel et Saint-Herbot applique tous les principes des législations actuelles⁶¹ et est géré par objectif de soutien d'étiage. Il apparaît, à première vue, capable de s'adapter aux évolutions climatiques attendues.

2.4.1 Le cas du Cher : l'adoption souhaitable d'objectifs de soutien d'étiage variables

Le dispositif de soutien du Cher à partir des retenues de Rochebut et Prat repose sur un débit garanti du 1^{er} juin au 30 novembre appuyé sur un volume garanti au 1^{er} juin. Il est défini dans le cahier des charges de 2013 de la concession de Teillet-Argenty. Malgré le caractère récent de ces dispositions et des alertes antérieures à sa dernière formalisation⁶², ce dispositif se révèle déjà inadapté⁶³ :

- Le débit garanti ne peut être tenu durant toute la période d'étiage que si les apports naturels sont suffisants, ce qui n'est déjà plus assuré et risque d'être de moins en moins le cas dans le futur. Des dérogations préfectorales sont dès lors régulièrement nécessaires ;
- Le besoin d'un soutien d'étiage jusqu'au 15 décembre exprimé par les collectivités territoriales excède la période d'engagement (1^{er} juin – 30 novembre) prévue dans le cadre de la concession.

Le déséquilibre entre les ressources disponibles et les consommations d'eau sur le bassin du Cher est quelque peu atténué par les transferts d'eau, détaillés en [annexe 8](#), dont il bénéficie à partir de la Loire, de l'Allier et de la Creuse. Mais ceci ne permet pas de répondre à tous les besoins.

Suite à une expérimentation réalisée en 2020 et 2021, EDF a proposé aux collectivités territoriales situées à l'aval du barrage une adaptation du dispositif par voie conventionnelle qu'elles n'ont pas acceptée.

La mission considère que cette situation fournit un exemple très convaincant du fait que le changement climatique rend caduques les approches en termes de débits et volumes garantis sur une longue période et calculés sur une situation antérieure considérée comme une référence stable. Une gestion par OSE modulables aux objectifs de Montluçon et Vierzon serait sans doute bien plus

⁶¹ Voir [point 2.1](#)

⁶² Fin mai 2011, constatant que le remplissage de Rochebut était incomplet, le CGRNVES avait recommandé d'envisager une réduction précoce du débit délivré de façon à minimiser le risque d'avoir à réduire encore plus fortement ce soutien si la sévérité de l'étiage se prolongeait et se confirmait

⁶³ Voir présentation plus détaillée [au 1.1.3](#).

adaptée⁶⁴.

Le Cher fait partie du périmètre institutionnel de l'EPL et de son périmètre en tant qu'EPTB. L'EPL porte, en outre, les études des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Cher amont et Cher aval. Il pourrait donc utilement apporter à ses membres situés dans le bassin du Cher l'appui de son expérience des OSE pour trouver une solution plus adaptée à la situation.

La mission recommande que, conformément au cahier des charges de la concession et en lien avec la révision du SAGE Cher amont, soit définie en concertation avec l'ensemble des parties prenantes, une solution de gestion par lâchers et OSE modulables en fonction du volume contenu dans la retenue et des prévisions météorologiques⁶⁵ de façon à pouvoir assurer un soutien des débits jusqu'à la fin de la période d'étiage.

Un soutien d'étiage supplémentaire à celui prévu par le cahier des charges de la concession devra donner lieu à indemnisation du concessionnaire.

2.4.2 Le cas de la Creuse : une situation de déséquilibre qui risque de s'aggraver

Aucune demande de mise en place d'un dispositif de soutien d'étiage à plus large échelle que la convention passée par le syndicat des irrigants de l'Indre avec EDF n'a été reçue par la mission. Pour autant la question pourrait se poser.

Pendant la décennie 2011-2020, les DOE aux points nodaux de ce cours d'eau (Glénic dans la Creuse et Leugny dans la Vienne) n'ont été respectés qu'une année sur deux. Ceci révèle une situation de déséquilibre qui a été confirmée en 2019 par les difficultés rencontrées par certaines collectivités dans leur alimentation en eau potable. Or, le bassin de la Creuse transfère à partir de la Creuse et de la Gartempe une partie de son eau vers des sous-bassins voisins (Vienne et Cher) pour y assurer une partie de leur alimentation en eau potable (voir [annexe 8](#)). **Ce déséquilibre ne pourra que s'aggraver sous l'effet du changement climatique.**

Sept barrages hydroélectriques sont situés sur la Creuse :

- quatre dans le département de la Creuse, sur l'amont du cours d'eau : Confolent, Champsanglard, Les Chezelles et l'Âge, pour un volume utile total de 6,2 Mm³ ;
- trois dans le département de l'Indre : Eguzon, Roche-au-Moine et Roche-bat-l'Aigle, pour un volume utile total de 25,6 Mm³.

Le barrage d'Eguzon représente à lui seul 70 % du volume utile cumulé amont aval, avec 22,1 Mm³. Son règlement d'eau, approuvé en juin 2013 à l'occasion du renouvellement de la concession, a été révisé en juillet 2019. La retenue est aujourd'hui fortement contrainte :

⁶⁴ D'après le retour d'expérience de l'été 2019 et les avis des préleveurs d'eau potable du département, les prélèvements pour l'alimentation des usines de production d'eau potable ainsi que des installations industrielles et agricoles ne sont pas impactés si le débit délivré à l'aval de Rochebut/Prat reste supérieur ou égal à 60 % du débit actuellement garanti. C'est également le cas pour ce qui concerne la ville de Vierzon, dont le Cher est la seule source d'alimentation en eau potable. La fédération de pêche souligne cependant qu'un faible débit délivré conjugué à une température des eaux élevée pendant la période estivale peut entraîner une baisse de la qualité de l'eau avec un effet potentiel sur la population piscicole et souhaite par conséquent que le passage à un tel débit intervienne le plus tard possible dans la saison (pas avant septembre-octobre). Note DREAL Auvergne Rhône Alpes du 18 mai 2022 transmise à la mission.

⁶⁵ Cette solution pourrait reposer sur un débit faible au début de la période d'étiage (correspondant à des apports naturels faibles) de façon à ne pas vider l'ouvrage en cas d'absence d'apports naturels durant toute la saison, et de revoir cette courbe à la hausse ou à la baisse en fonction des apports naturels constatés ainsi que des prévisions météorologiques.

- Elle doit respecter une cote touristique du 1^{er} juillet au 31 août avec un marnage admissible de 1m ;
- Elle est exploitée au printemps de manière à favoriser la reproduction des sandres et des gardons en lien avec la fédération de l'Indre pour la pêche et la protection des milieux aquatiques (FDPMA) ;
- Elle peut enfin fournir un soutien d'étiage dans le cadre d'une convention passée avec les irrigants de l'Indre (dans le cadre de la contrainte touristique évoquée ci-dessus).

Plusieurs barrages, sans exploitation pour la production d'électricité, sont également situés dans le sous-bassin de la Gartempe.

Les difficultés d'alimentation en eau potable observées en 2019 montrent que ce bassin peut être confronté à des déficits de ressource. L'étude HMUC et la révision du SAGE Creuse, actuellement en cours, devraient permettre de préciser les problématiques de ce sous bassin, notamment les besoins pour les milieux, la répartition fine entre usages et également sa sensibilité aux effets du changement climatique.

La mise en place d'un soutien d'étiage plus ambitieux pourrait ainsi être étudiée par les collectivités territoriales concernées avec l'appui de l'EPTB Vienne qui pilote déjà des études prospectives sur ce bassin.

2.4.3 Le cas du Blavet : des améliorations possibles du règlement d'eau

La concession de Guerlédan intègre trois fonctions accessoires : la limitation des inondations sur le territoire aval, et en particulier sur la commune de Pontivy, un soutien d'étiage pour assurer les besoins en eau potable et pour la vie piscicole et le développement du tourisme estival.

Mais, de fait, ces trois contraintes (dont certaines sont contradictoires : le soutien d'étiage ne permet pas de maintenir la cote touristique en année d'étiage sévère lorsque les débits sont faibles) réduisent très fortement le potentiel de production électrique de la retenue. Le concessionnaire a donc souligné auprès de la mission que la rentabilité de la concession de Guerlédan n'était plus assurée.

Une triple voie d'amélioration semble possible sur cette retenue consistant d'une part à chercher à mieux protéger les populations à l'aval contre les inondations, à accroître l'amplitude du marnage de la retenue et à mieux concilier les enjeux de soutien d'étiage avec ceux du tourisme.

La mission considère que son règlement d'eau pourrait ainsi être revu, sans attendre l'échéance de la concession en 2048, à la lumière du retour d'expérience des années d'exploitation depuis le renouvellement de 2008, au vu de l'hydrologie actuelle et future sur le bassin ainsi qu'en considérant les projections des besoins en eau potable et en écrêtement de crue. La réalisation du creux hivernal préventif pourrait être adaptée suivant le débit entrant dans la retenue et plus généralement suivant l'hydrologie et les prévisions météorologiques sur le bassin. La modulation du débit délivré à l'aval mériterait également être étudiée. L'analyse, à engager par les collectivités territoriales compétentes, pourrait ainsi porter sur la faisabilité de remplacer le régime garanti par un système d'OSE modulables en fonction des enjeux, d'alimentation en eau potable, mais aussi de vie piscicole et de biodiversité aquatique. Une telle étude devrait comporter une approche socioéconomique sur les différents services rendus par le barrage : production électrique, soutien d'étiage, protection contre les inondations.

3 Le changement climatique renforce la nécessité d'une gestion quantitative à l'échelle du bassin

La présente partie tente d'estimer les ordres de grandeur des déséquilibres auxquels il va falloir faire collectivement face et explore, au-delà des améliorations pouvant être apportées au dispositif de soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire présentées en partie 2, les divers moyens d'action possibles : maîtrise des prélèvements, amélioration de la rétention et du stockage de l'eau, évolution des objectifs réglementaires.

3.1 Les ressources actuellement mobilisées pour le soutien d'étiage ne suffiront pas à satisfaire les DOE, ni à court ni à moyen terme

3.1.1 Les conclusions pouvant être tirées des ordres de grandeur disponibles

En l'absence d'une étude prospective globale faisant référence pour l'ensemble des parties prenantes, comme il en existe sur d'autres bassins, trois sources permettent de mieux appréhender les ordres de grandeur des quantités d'eau nécessaires sur le bassin de la Loire pour faire face au changement climatique.

3.1.1.1 Les calculs présentés par la mission en 1^{ère} partie de ce rapport

Les ordres de grandeur, pour recouvrer une capacité à respecter, 8 années sur 10, les DOE du SDAGE 2022-2027, issus des analyses de la première partie, sont :

- 57 millions de m³ à Montjean, 23 millions de m³ à Gien (DOE de 65 m³/s) et 19 millions de m³ à Cuffy, immédiatement, pour recouvrer, à DOE inchangés, la satisfaction huit années sur dix des DOE, dans les conditions de la décennie 2011-2020 ;
- 270 millions de m³ à Montjean, 160 millions de m³ à Gien (DOE de 65 m³/s) et 65 millions de m³ à Cuffy à l'horizon du milieu du siècle, à DOE inchangés, si l'on considère qu'une année équivalente à 2019 pourrait se produire plus de deux fois chaque décennie.

Il s'agit de quantités d'eau supplémentaires à verser au-delà du soutien d'étiage déjà assuré l'année correspondante.

3.1.1.2 L'étude d'adaptation du mode de gestion des barrages de Villerest et de Naussac sous l'effet du changement climatique réalisée par l'EPL⁶⁶

Cette étude conclut qu'à l'horizon du milieu du siècle, les besoins de soutien d'étiage à Gien pour satisfaire un OSE de 60 m³/s huit années sur dix du 1^{er} juin au 31 décembre, appelleraient un soutien d'étiage de 350 Mm³, soit 200 Mm³ supplémentaires par rapport à la période 2001-2014, en moyenne sur 13 projections climatiques testées. De plus, 10 projections sur 13 concluent à un volume nécessaire supérieur au volume total des deux réservoirs.

Les mêmes calculs montrent qu'un objectif à Gien de 50 m³/s pourrait être tenu huit années sur dix au milieu du siècle avec un soutien d'étiage de 239 Mm³ : tous les modèles donnent cette fois un volume nécessaire inférieur au volume total des deux réservoirs.

⁶⁶ Design Hydraulique et Energie – EPL, « Etude d'adaptation du mode de gestion des barrages de Villerest et de Naussac sous l'effet du changement climatique – Phase 4 Elaboration d'une stratégie d'adaptation du mode de gestion des barrages », 15 avril 2017

Tableau 1 : Volume nécessaire pour respecter en 2050 un OSE à Gien du 1^{er} juin au 31 décembre

	Année moyenne	Scénario quinquennal (1/5)
OSE à Gien égal à 60 m ³ /s	238	350
OSE à Gien égal à 50 m ³ /s	153	239

Ces calculs théoriques ne prennent pas en compte la dynamique de gestion, en situation, de la ressource disponible tenant compte du double risque de prolongation automnal de l'étiage et de non remplissage de Naussac pour la prochaine campagne.

Ces résultats dépendent naturellement des hypothèses d'évolution des prélèvements qui sont retenues et qui sont présentées dans le volume deux de l'étude.

3.1.1.3 Les projections du modèle MORDOR au 31 mai 2022

Ces projections faisaient état d'un besoin respectivement de 288 Mm³ (dans le cas d'une année sèche de probabilité 1/10) et de 371 Mm³ (dans le cas d'une année très sèche de probabilité 1/20) pour répondre à un OSE à Gien de 50 m³/s jusqu'à la fin de l'année.

3.1.1.4 Les constats de la mission

La question centrale pour juger de la soutenabilité de ces divers ordres de grandeur est de pouvoir estimer quel sera le volume réellement mobilisable à partir des deux réservoirs à l'avenir.

La première partie a établi que, dans les règles de gestion actuelles, le volume mobilisable maximum, compte tenu des risques de non-remplissage des réservoirs et d'interruption du soutien d'étiage à l'automne, est de 210 Mm³. Les propositions présentées dans la partie précédente doivent permettre de porter ce volume maximum mobilisable à environ 250 Mm³. Ceci rehausse la capacité du dispositif à faire face à un plus grand nombre de situations climatiques et hydrologiques. Mais pas à toutes.

Au terme de ses analyses, et compte tenu des calculs dont elle dispose, la mission tire les conclusions suivantes de la confrontation des divers ordres de grandeur présentés ci-dessus :

- 1) Le dispositif de soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire, renforcé comme le propose la mission, pourrait permettre de servir un OSE à Gien égal à 50 m³/s, non seulement en année moyenne à l'horizon 2050, mais aussi, théoriquement, en année sèche quinquennale alors que le dispositif actuel ne le permettrait pas ;
- 2) Même avec les améliorations proposées, ce dispositif restera en difficulté en cas d'année sèche de probabilité 1/10 ou de succession d'années sèches, hiver inclus ;
- 3) L'écart aux DOE actuels n'a aucune chance de se résorber du seul fait des améliorations proposées.

3.1.2 La nécessité d'une étude globale à l'échelle du bassin de la Loire

Ces diverses approches ne fournissent pas une référence partagée. Les études HMUC qui se lancent actuellement sur divers sous-bassins fourniront des indications localisées lorsqu'elles seront achevées, mais pas cette vision globale. Pour l'obtenir, il apparaît indispensable que soit menée, à l'échelle du bassin de la Loire (le fleuve et tous ses affluents), une étude prospective de même nature, permettant de disposer d'ordres de grandeur, partagés par tous les acteurs. La

définition du cahier des charges d'une telle étude, a été engagée. Ce travail doit être rapidement mené à terme et complété par la définition des conditions de réalisation d'une telle étude (maîtrise d'ouvrage, cahier des charges, dispositif de pilotage, rôle du conseil scientifique du comité de bassin, modalités d'articulation aux études HMUC locales, etc.).

L'un des rôles du conseil scientifique pourrait consister à définir les modalités d'articulation des études HMUC locales avec l'étude HMUC globale de façon à assurer une cohérence d'ensemble des approches méthodologiques, voire des résultats, et à identifier les raisons des discordances possibles. Il pourrait aussi se prononcer sur la manière de prendre en compte les principaux résultats de la démarche Explore 2 dans les études HMUC en cours ou existantes. Il pourrait enfin tenter d'apprécier l'ampleur des incertitudes liées aux modélisations employées.

Recommandation 4. (AELB) : Effectuer une étude prospective globale (HMUC) sur la totalité du bassin de la Loire, servant de cadre de cohérence à l'ensemble des études de même nature financées par l'agence sur de nombreux sous-bassins et prenant en compte les résultats disponibles d'Explore 2. Impliquer le conseil scientifique du comité de bassin, en cours d'installation, dans la définition, le pilotage et l'exploitation de cette étude.

3.1.3 Tous les leviers d'action doivent être mobilisés

La solution, éprouvée, pour répondre au changement climatique, toutes choses égales par ailleurs, resterait la modulation des OSE, c'est-à-dire la baisse des débits effectifs sur l'Allier et la Loire moyenne. Cette pratique n'est pas sans risques. On ne peut pas compter uniquement sur elle pour assurer la satisfaction de tous les usages. Encore moins pour assurer le bon état des milieux.

Plusieurs interlocuteurs rencontrés par la mission lui ont fait part de leur demande de voir le projet de construction d'un ou plusieurs nouveaux grands réservoirs être porté et financé par l'Etat pour répondre aux enjeux de l'eau sur le bassin Loire-Bretagne dans le contexte du changement climatique. Pour des raisons détaillées en [annexe 9](#), la mission estime que cette idée doit prendre en compte plusieurs enseignements tirés des analyses présentées aux chapitres précédents et qu'elle ne constitue qu'une hypothèse soumise à de forts aléas.

Il faut donc s'intéresser à tous les leviers d'action disponibles, pour recouvrer un équilibre entre le bon état des milieux et l'ensemble des usages, à savoir :

- la réduction des consommations nettes sur une période d'étiage étendue⁶⁷ ;
- et la révision des DOE, en lien avec l'évolution inéluctable des milieux.

La réduction des consommations en période d'étiage ne peut s'envisager que si tous les acteurs sont sollicités de manière équitable. La mission a exploré cette perspective pour les principaux usages en période d'étiage sur la bassin Loire-Bretagne mis en évidence au [point 1.2.2](#) : agriculture, énergie, canaux et eau potable.

3.2 Une maîtrise progressive des consommations s'impose pour sécuriser les usages et assurer la qualité des milieux

La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) promulguée le 30 décembre 2006⁶⁸ en application

⁶⁷ A l'occasion des Assises de l'eau, le Gouvernement a retenu, en juillet 2019, « un objectif de réduction des prélèvements d'eau de 10 % en 5 ans et de 25 % en 15 ans »

⁶⁸ LOI n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques

de la DCE d'octobre 2000 introduit la reconnaissance du droit à l'eau pour tous et la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la gestion des ressources en eau. Elle s'inscrit dans l'objectif de rétablir - ou de maintenir lorsque c'est déjà le cas - le bon état des milieux aquatiques.

Le SDAGE est l'outil principal de mise en œuvre de la DCE, ainsi l'article L.212-1 du code de l'environnement indique que le SDAGE fixe des orientations fondamentales, déclinées en dispositions, permettant de satisfaire aux principes d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Ces règles de gestion sont définies en réponse aux objectifs de qualité et de quantité des eaux définis pour chaque masse d'eau du bassin.

La DCE affiche une grande ambition environnementale en fixant pour objectif emblématique le bon état des eaux dès 2015. Pour autant elle n'oublie pas les réalités financières puisque l'atteinte du bon état est notamment soumise à des critères de réalisme économique : c'est la notion de coûts disproportionnés pour les industriels, les agriculteurs et les collectivités territoriales qui peut, le cas échéant, justifier la fixation d'objectifs moins stricts ou plus éloignés dans le temps.

On rejoint ainsi la notion de gestion équilibrée et durable de la ressource en eau, précisée par l'article L. 211-1 du code de l'environnement (issu de l'article 20 de la LEMA) qui prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer en particulier les usages économiques, notamment pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable, ainsi que la promotion d'une politique active de stockage de l'eau pour un usage partagé permettant de garantir l'irrigation.

Le même article du code de l'environnement précise la notion de gestion équilibrée et durable en fixant des priorités et tout d'abord la satisfaction des exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population. Viennent ensuite d'autres usages, à concilier avec la vie biologique et la protection contre les inondations, comme l'agriculture, l'industrie, la production d'énergie, le transport, le tourisme, les loisirs et sports nautiques.

Ces éléments sont détaillés en [annexe 10](#).

Face aux tensions sur les usages de l'eau dans un contexte de raréfaction, il est précisé dans le propos introductif du SDAGE Loire Bretagne 2022-2027 que « *tout au long de la préparation du SDAGE, le comité de bassin Loire-Bretagne a eu le souci constant d'émettre des préconisations et des dispositions réalistes, c'est-à-dire ne rendant pas incompatible l'atteinte du bon état des eaux avec l'exercice des activités agricoles et industrielles, ou encore avec celui de la production d'électricité d'origine hydraulique.* »

3.2.1 La maîtrise des prélèvements agricoles en application des conclusions du Varenne agricole de l'eau et du changement climatique

3.2.1.1 L'agriculture en Loire-Bretagne occupe une place économique de premier plan et figure comme consommateur d'eau majeur

L'état des lieux du SDAGE adopté fin 2019 montre qu'en légère hausse depuis 2010 (+2 %), la production de la branche agricole du bassin Loire Bretagne représente en 2016 un total d'environ 20,8 milliards d'euros, soit près de 32 % de la production nationale. La production se répartit à 60 % pour la production animale et 40 % pour la production végétale. Le secteur agricole emploie environ 215 000 personnes au sein de 110 000 exploitations. L'industrie agroalimentaire constitue le premier employeur industriel du bassin Loire-Bretagne avec 150 000 emplois.

Les analyses de la première partie montrent qu'en période d'étiage, l'irrigation occupe la première place des usages avec plus de 50 % des consommations nettes (différence entre le volume prélevé et le volume restitué au milieu naturel), principalement dans une grande partie centrale et sud-ouest du bassin. L'alimentation en eau des élevages constitue également un prélèvement significatif en région Pays de la Loire et Bretagne essentiellement. Des prélèvements unitaires importants en eau de surface pour l'irrigation s'exercent le long des grands axes fluviaux ainsi que dans quelques grandes nappes souterraines, calcaires de Beauce et calcaires du Jurassique.

3.2.1.2 L'irrigation est limitée sur le bassin Loire-Bretagne mais se développe face au changement climatique.

Seulement environ 5 % de la surface agricole utile du bassin Loire-Bretagne est aujourd'hui irriguée soit environ 505 000 ha. L'évolution est variable suivant les départements du bassin depuis l'année 2000 avec une relative stabilisation entre 2000 et 2010 et une augmentation contrastée depuis.

Historiquement, on constate une forte densité de prélèvements, qui s'étale des Pays de la Loire à la Beauce, en Champagne Berrichonne, le long des axes Loire – Allier et dans le Forez. Les zones irriguées se développent logiquement là où se croisent des zones agricoles de grande culture ou de maraîchage avec une situation de faibles pluies efficaces (quantité d'eau de pluie disponible après évapotranspiration).

La majeure partie de la hausse globale des prélèvements sur l'axe Pays de la Loire – Beauce est due à l'irrigation qui continue de se développer depuis 20 ans. Une augmentation des prélèvements pour l'irrigation est aussi notable en Auvergne sur l'axe Allier entre Clermont-Ferrand et Moulins (Limagne), d'une part, et sur la plaine du Forez au Nord-Est de Saint Etienne, d'autre part. Néanmoins, les efforts mis en œuvre, notamment grâce au SDAGE, permettent d'observer depuis ces 10 dernières années (2009 – 2019 d'après les données disponibles) que l'évolution des prélèvements liés à l'irrigation dans la Sarthe et le Maine-et-Loire sont à la baisse.

En contre-point, des baisses significatives sont mises en avant sur le marais Poitevin et la Champagne Berrichonne.

Ces évolutions sont détaillées en [annexe 11](#)

3.2.1.3 Le monde agricole est inquiet face aux sécheresses des dernières années et projections climatiques futures

Face aux sécheresses estivales à répétitions et aux projections du changement climatique qui va renforcer les températures et l'évapotranspiration et donc le déficit hydrologique, la profession agricole est fortement préoccupée par l'accès à l'eau comme l'ont montré notamment les débats en comité de bassin lors de l'adoption du SDAGE 2022-2027. Ainsi, en 2022, à la différence des cultures d'hiver récoltées au début de l'été qui ont été assez peu affectées, les cultures de printemps ont pâti des stress hydriques et thermiques liés à la sécheresse et aux températures élevées ; leurs rendements sont en forte baisse, notamment pour le maïs non irrigué. Les prairies sont aussi affectées, avec des rendements inférieurs de 30 % par rapport à la moyenne des 5 dernières années, sans compter la perte de production de lait des vaches soumises à la canicule.

A titre d'exemple, lors d'un déplacement en Auvergne et dans une note transmise ensuite à la mission (Cf. note en [annexe 12](#)), la coopérative Limagrain⁶⁹ fait état d'un besoin de 20 Mm³

⁶⁹ Limagrain est une coopérative agricole et un groupe semencier international détenus par près de 1 500 agriculteurs installés en Limagne Val d'Allier. Présent dans 57 pays et rassemblant plus de 9 000 collaborateurs, le Groupe réalise un chiffre d'affaires de 1 984 M€ auxquels s'ajoutent 680 M€ de chiffre d'affaires des activités réalisées conjointement avec ses partenaires stratégiques. Pour plus de précisions consulter limagrain.com

supplémentaires pour l'irrigation sur la plaine de la Limagne. Sont envisagés des projets collectifs de retenues d'eau, dont certains déjà engagés, pour pallier l'urgence de la situation face aux épisodes de sécheresse. La coopérative a la volonté de réfléchir de manière concertée avec les autres acteurs dans une vision multiusage. La note conclut en indiquant que « *cette réflexion à l'échelle locale devra être couplée à une vision plus globale sur la construction de grands ouvrages incluant notre indépendance énergétique aux énergies fossiles et déterminant la pertinence de créer des barrages hydroélectriques* ».

3.2.1.4 Un retard dans la prise de conscience des enjeux sur l'eau en amont du bassin

Si en Vendée ou en Beauce, les enjeux ont été bien identifiés depuis longtemps et une gestion collective est déjà opérationnelle avec des outils de suivi quantitatif de la ressource, en amont de bassin, la prise de conscience a été plus tardive avec peu d'initiatives collectives et une quasi absence de gestion quantitative, à l'exception du département de l'Allier⁷⁰. La prise de conscience s'est cependant enclenchée en réaction aux sécheresses récentes notamment de 2019.

Des initiatives existent cependant de mobilisation de ressources existantes comme sur le bassin de la Sioule, où une convention de soutien d'étiage, plafonnée à 4,8 Mm³ réservés sur la retenue des Fades au bénéfice de l'agriculture, a été passée en 2020 par EDF avec la Chambre d'agriculture de l'Allier : l'indemnisation du concessionnaire est effectuée selon la méthode du coût de partage des charges.

Dans le Puy-de-Dôme, un projet de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE) et un SAGE sont maintenant lancés qui vont déboucher sur la définition d'un volume prélevable sur la base d'une étude HMUC. Il faudra mettre en place un organisme unique de gestion collective (OUGC) pour porter les projets collectifs et solliciter des financements européens.

3.2.1.5 Des démarches concertées sont engagées dans les territoires pour dégager des pistes d'adaptation de l'accès à la ressource en eau pour l'agriculture

Le Varenne sur l'eau et l'adaptation au changement climatique, a conclu début février 2022, que la réponse au changement climatique nécessite un changement de modèle agricole, plus économe en eau et protecteur des sols. Il est favorable également au renforcement de la ressource en eau pour l'irrigation, dans le respect du renouvellement de la ressource et du bon état des milieux. La profession agricole du bassin Loire-Bretagne a participé à ces travaux, notamment les chambres d'agriculture qui ont réalisé à cette occasion des diagnostics territoriaux en matière d'adaptation⁷¹. Ils permettent d'identifier les points de vulnérabilité des productions, territoire par territoire, mais également les nouvelles opportunités liées aux évolutions climatiques. Ce travail a été mené en concertation étroite avec les Conseils régionaux, DRAAF, DREAL, Agences de l'eau, organismes de recherche et instituts techniques. Des filières de production emblématiques ont été identifiées qui ont été étudiées dans un territoire bien identifié. La vulnérabilité au changement climatique de chaque couple « productions / régions agricoles » a été débattue en région et soumise à une analyse atouts, faiblesses, opportunités, menaces (AFOM).

Des leviers d'action d'adaptation (évolutions des systèmes de production, équipements, outils de

⁷⁰ La Chambre d'Agriculture de l'Allier a été désignée comme Organisme Unique de Gestion Collective de l'eau pour l'irrigation agricole en 2008 sur tout le département.

⁷¹ Les diagnostics territoriaux réalisés par les chambres d'agriculture dans le cadre de la thématique 2 du Varenne de l'eau et du changement climatique sont téléchargeables à l'adresse : https://rd-agri.fr/external_data/varenne/thematique2/VARENNE%20GT2%20-%20Diagnostics%20territoriaux.zip

prédiction, génétique et sélection variétale, infrastructures locales...) sont ainsi d'ores et déjà identifiés pour renforcer la pérennité des productions locales. Ce travail à l'échelle fine de la petite région agricole permet également de montrer des opportunités de développement de nouvelles productions ou de nouveaux modes de production. Il a permis d'initier des plans d'action d'adaptation des systèmes agricoles au changement climatique qui s'inscrivent dans les orientations du Varenne sur l'eau.

Cependant, face au constat de l'aggravation des déficits hydriques en été, ces travaux débouchent en général sur l'expression d'un besoin de sécuriser l'accès à l'eau pendant les périodes de sécheresse par la création de nouvelles retenues, l'irrigation apparaissant comme une « assurance sécheresse ». La quantification de ces besoins nécessite des études type HMUC et une concertation préalable (PTGE, SAGE), dans le respect des dispositions du SDAGE, portant sur l'ensemble des usages à l'échelle des territoires.

Ces démarches qui prennent plusieurs années ne sont pas finalisées à ce stade. Seul un PTGE est approuvé sur le bassin Loire-Bretagne (PTGE Sèvre-Niortaise et Mignon) et 13 autres sont en cours de concertation en septembre 2022. Nous ne disposons donc pas encore de données chiffrées consensuelles sur les besoins en eau pour l'agriculture à l'horizon 2050.

A court terme, on peut envisager un accroissement très limité des prélèvements, voire la création de volumes supplémentaires d'eau dans des retenues de quelques millions de m³ à définir dans le cadre de démarches concertées territoriales. Le préfet de la région AURA a ainsi lancé un programme « 100 retenues pour la région » d'ici fin 2022 comme une des actions phares de sa stratégie eau-air-sol. 21 projets de retenues sont identifiés dans ce cadre en Allier, 16 dans le Puy-de-Dôme, 21 dans la Loire et 17 en Haute-Loire.

Mais globalement et à un terme plus ou moins rapproché selon les régions agricoles, il ne sera pas possible d'étendre les surfaces irriguées. Il faudra renforcer les pratiques agricoles déjà engagées moins consommatrices d'eau et des prélèvements dans le cadre d'une gestion collective (OUGC) pouvant englober des retenues nouvelles créées conformément à la démarche du Varenne de l'eau et de l'adaptation au changement climatique. Il faudra aussi accompagner la profession vers des modèles d'agriculture non irriguée ou seulement très partiellement irriguée compatibles avec le changement climatique. Mais dans l'immédiat, une mise en place de la gestion quantitative de l'eau et le suivi des prélèvements apparaissent indispensables à la mission.

3.2.2 Les pistes très encadrées d'accès de l'agriculture à la ressource en eau

La thématique 3 du Varenne a repris les conclusions du rapport CGAAER -CGEDD « Changement climatique, eau, agriculture »⁷² de juillet 2020. Il est acté que la réponse au changement climatique nécessite un changement de modèle agricole, plus économe en eau et protecteur des sols, mais également que, partout où cela est possible, il est envisageable de rendre la ressource en eau plus disponible pour l'irrigation, dans le respect du bon état des milieux, en privilégiant, notamment par des financements incitatifs et un accompagnement adapté, les retenues de substitution, les démarches de gestion collective de l'eau ou en développant les techniques innovantes de réutilisation des eaux usées traitées ou de recharge de nappes.

3.2.2.1 Les retenues de substitution

Il s'agit d'ouvrages artificiels permettant de substituer des volumes prélevés en période de hautes

⁷² Rapport du CGAAER / CGEDD - Changement climatique, eau et agriculture d'ici 2050, <https://agriculture.gouv.fr/rapport-du-cgaaer-cgedd-changement-climatique-eau-et-agriculture-dici-2050>

eaux à des volumes prélevés en période de basses eaux. « *Les retenues de substitution permettent de stocker l'eau par des prélèvements anticipés ne mettant pas en péril les équilibres hydrologiques, elles viennent en remplacement de prélèvements existants* »⁷³. Les prélèvements peuvent être réalisés dans les eaux de surface ou dans les eaux souterraines. Ces retenues sont obligatoirement étanches et déconnectées du milieu naturel (cours d'eau, nappe, eaux de ruissellement/fossé/drainage) en dehors de la période de remplissage prévue.

On distingue entre les retenues collinaires et les « bassines ». Les retenues collinaires sont conditionnées à la topographie et à l'étanchéité naturelle du sol, à la taille du bassin versant qui doit être suffisante, et au montant des investissements conditionnant la rentabilité de l'ouvrage. Quant aux « bassines », ce sont des ouvrages de stockage d'eau, creusés, terrassés et dont le fond est étanchéifié à l'aide d'une géo-membrane. Elles sont remplies par pompage actif l'hiver dans les rivières ou la nappe phréatique.⁷⁴

Les retenues de substitution présentent un certain nombre d'avantages : pour l'environnement, celui de diminuer la pression sur le milieu naturel en été, en évitant l'aggravation des étiages naturels des cours d'eau ou les baisses piézométriques de la nappe ; pour les irrigants, celui de sécuriser l'apport d'eau, l'eau des retenues de substitution déconnectées des cours d'eau et nappes n'étant pas soumise aux mesures de limitation temporaire des usages de l'eau (arrêtés sécheresse).

Elles ne sont cependant pas exemptes d'inconvénients comme la perte de quantités d'eau par évaporation, une détérioration de la qualité de l'eau par eutrophisation et un coût d'investissement élevé. Elles font l'objet de vifs mouvements de contestations de la part d'associations de protection de la nature notamment dans le département des Deux-Sèvres, avec une forte médiatisation et des recours en justice pour empêcher leur réalisation⁷⁵.

L'instruction du gouvernement du 7 mai 2019 limite les financements aux ouvrages de substitution pour l'irrigation agricole inscrits dans un PTGE approuvé par le préfet coordonnateur de bassin ou le préfet référent. Dans le cadre du SDAGE, l'agence de l'eau Loire-Bretagne accompagne les études et travaux de création de retenues de substitution à un taux maximum de 70 % uniquement dans les territoires en déficit quantitatif ayant défini des volumes prélevables, qui, par définition, sont plus faibles que les volumes prélevés autorisés. Seules sont aidées, par l'AELB, les retenues collectives avec gestion des prélèvements par un OUGC.

3.2.2.2 *Autres pistes de mobilisation de ressources*

La réutilisation des eaux usées traitées (REUT) apparaît comme une ressource insuffisamment exploitée mais soumise, du fait des risques sanitaires, à des contraintes techniques, réglementaires et socio-économiques⁷⁶. Dans le bassin Loire-Bretagne, on peut signaler le cas de l'association syndicale autorisée, l'ASA, de Limagne Noire, qui recycle une partie des eaux usées de la ville de Clermont-Ferrand depuis 1998 pour l'irrigation de 750 ha répartis sur 50 exploitations.

La recharge artificielle de nappes (RAN) consiste à infiltrer ou à injecter, directement ou

⁷³ Instruction du Gouvernement du 7 mai 2019 relative au projet de territoire pour la gestion de l'eau et reprise du guide juridique de la construction de retenues de 2011.

⁷⁴ Pour pouvoir être considéré comme une retenue de substitution, un ouvrage qui intercepterait des écoulements doit impérativement être équipé d'un dispositif de contournement garantissant qu'au-delà de son volume et en dehors de la période autorisée pour le prélèvement, toutes les eaux arrivant en amont de l'ouvrage ou à la prise d'eau sont transmises à l'aval, sans retard et sans altération.

⁷⁵ Cf Le Monde Mag, 2 avril 2022- Dans les Deux Sèvres, les méga-bassines font déborder le vase.

⁷⁶ Terre-net, « Irrigation : quel avenir pour la réutilisation des eaux usées ? », Nicolas Mahey, 15/09/2020, Terre-net Média

indirectement dans une nappe des eaux de surface de provenances variées en utilisant la nappe comme un réservoir de stockage. Elle peut s'envisager en alternative de bassines, sans doute d'acceptabilité sociale plus facile.

3.2.2.3 La généralisation de la gestion quantitative de l'eau avec une gouvernance adaptée

Les conclusions de la thématique 3 du Varenne renforcent le rôle des PTGE qui avaient été instaurés par les Assises de l'Eau comme cadre de concertation locale entre les différents usages de l'eau avant toute création de nouvelle retenue. Elles prévoient un renforcement du rôle du préfet coordonnateur dans le pilotage de ces démarches, notamment pour maîtriser les dérives de calendrier et avec une possibilité d'arbitrage de sa part en cas de blocage.

Une instruction complémentaire destinée aux préfets coordonnateurs est en chantier mais ne devrait pas aboutir avant fin 2022. Les préfets coordonnateurs de bassin pourront déterminer un volume prélevable non seulement en étiage⁷⁷, mais aussi en hautes eaux, compte tenu des statistiques hydrologiques, permettant de déterminer les débits nécessaires au fonctionnement du cours d'eau tout au long de la période de hautes eaux, le cas échéant complétées par les résultats d'études relatives aux effets prévisibles du changement climatique. Ce volume prélevable hivernal serait utilisable pour capter l'eau excédentaire pour la stocker au moins jusqu'à l'été suivant. Un travail méthodologique, attendu d'ici fin 2022, a été confié à l'INRAE et à l'OFB, pour évaluer ces volumes prélevables en hiver.

Le Varenne mentionne également une meilleure mobilisation des retenues existantes de toute nature qu'il s'agisse des grands ouvrages hydrauliques existants : réservoirs hydroélectriques (la présente mission s'inscrit en application de cette disposition dans le cas du bassin Loire-Bretagne), ouvrages en gestion de VNF ou autres retenues existantes peu ou non utilisées.

Des interlocuteurs de la mission ont mentionné leurs préoccupations quant à l'existence de nombreux étangs ou plans d'eau privés mal entretenus, voire quasiment abandonnés, en Haute-Vienne et en Creuse. S'ils peuvent constituer une piste de mobilisation de ressources en eau, ils posent souvent un problème de qualité de la ressource (températures élevées en été, développement de cyanobactéries, connexion directe avec les cours d'eaux). Un inventaire des retenues d'eau permettra de les identifier et d'engager des opérations de sensibilisation des propriétaires pouvant conduire à une gestion renouvelée après mise aux normes ou à leur effacement.

Sur un territoire de la taille d'un SAGE ou d'un PTGE, l'idée générale est qu'il est possible d'avoir une approche multiusage partagée entre tous les acteurs, de mettre en place une organisation rigoureuse assurant une connaissance globale et parfaite des débits des cours d'eau et niveaux des nappes ainsi que de tous les prélèvements sur la **base d'études HMUC, gages d'une gestion confiante, réactive et concertée. Dans ces conditions, les acteurs devraient accepter a priori plus facilement le fait qu'il ne peut pas y avoir d'assurance totale de voir leurs besoins individuels satisfaits, car les efforts de tous sont connus et considérés comme équitablement répartis**⁷⁸.

⁷⁷ Le décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau et à la gestion des situations de crise liées à la sécheresse a été complété suite au Varenne par le décret 2022-1078 du 29 juillet 2022 relatif à la gestion quantitative de la ressource en dehors de la période de basses eaux. A cette période d'étiage où les tensions sont maximales, le décret de 2021 confie au préfet le soin d'encadrer la détermination du volume prélevable

⁷⁸ On peut citer cependant comme contre-exemple que deux bassines ont été vandalisées fin juillet 2022 en Vendée par un collectif anonyme d'opposants alors qu'elles avaient fait l'objet de démarches concertées et étaient parfaitement autorisées.

La mission recommande d'étendre à l'ensemble du bassin l'utilisation des outils de gestion quantitative de l'eau

Cependant, les PTGE resteront de nature contractuelle et ne vaudront pas autorisation de création de nouvelles retenues. Les conclusions du Varenne pourront être intégrés aux SDAGE à l'initiative des comités de bassin. Comme le SDAGE Loire-Bretagne vient d'être révisé en mars 2022, cette éventualité ne sera possible que par une nouvelle révision et n'est donc pas à l'ordre du jour dans l'immédiat.⁷⁹

3.2.3 L'évolution de la consommation d'eau des centrales nucléaires en fonction des futurs contextes énergétiques envisageables mérite d'être étudiée

Les réacteurs nucléaires (12 sur la Loire, 2 sur la Vienne) présents sur les bords de la Loire ont une double interaction avec le fleuve : ils prélèvent et consomment de l'eau afin d'évacuer une partie de la chaleur produite par le réacteur et ils rejettent également des effluents radioactifs dans le fleuve. **Ces opérations, en particulier les rejets d'effluents radioactifs, ne peuvent cependant être réalisées que si le débit dans la Loire est suffisant pour assurer leur dilution.** Jusqu'à ce jour, y compris durant l'été 2022, aucune perte environnementale de production sur le bassin Loire Bretagne, justifiée par une limite réglementaire en échauffement ou en débit, n'a été constatée⁸⁰.

3.2.3.1 Les consommations d'eau des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires du bassin Loire-Bretagne bénéficient d'aéroréfrigérants qui permettent d'évacuer l'essentiel de la chaleur dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau (non radioactive). On estime que la chaleur apportée au fleuve représente environ 2 à 4 % de la chaleur produite par le réacteur. De fait, l'augmentation de température entre l'amont et l'aval d'un centre de production nucléaire est strictement encadrée : **elle doit être inférieure à 1°C pour un site nucléaire de la vallée de la Loire (voire 1,5 °C si le débit est important et si la température de l'eau est inférieure à 15 °C).** En pratique, l'échauffement est limité à quelques dixièmes de degrés en aval du rejet après mélange⁸¹.

Les prélèvements bruts nécessaires au refroidissement réalisés par les **12 réacteurs nucléaires sur la Loire** constituent le premier facteur d'usage de l'eau par leur quantité : en moyenne annuelle de 2011 à 2021, ils ont prélevé 643 Mm³/an⁸². Mais, l'essentiel de ces prélèvements, 74 % en moyenne, est restitué au fleuve⁸³ si bien que le prélèvement net annuel moyen, dû essentiellement

⁷⁹ La FNSEA et la coopération agricole ont déposé un recours gracieux contre le nouveau SDAGE Loire – Bretagne qui « restreint leur usage de l'eau ». Ce recours ayant été rejeté par la préfète coordonnatrice de bassin, ces organisations envisagent de saisir le tribunal administratif.

⁸⁰ Pour l'ensemble de ce paragraphe forcément succinct, voir le volet Prélèvements d'eau et rejets de l'édition 2020 du guide très complet publié par EDF sur les « Centrales Nucléaires et leur environnement ».

https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/nucleaire/ENVIRONNEMENT/guide_2020_-_centrales_nucleaires_et_environnement.pdf

⁸¹ Le CNPE de Civaux bénéficie d'un aéroréfrigérant supplémentaire sur le circuit de restitution de l'eau qui permet de refroidir les eaux rejetées : dès lors que la température de la Vienne dépasse les 25 °C, l'augmentation de température liée à la centrale de Civaux doit être quasi-nulle.

⁸² *Impacts socio-économiques du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villerest (période de référence 2019) Rapport final décembre 2020*, EPL <http://oaidoc.eau-loire-bretagne.fr/exl-doc/doc00035896.pdf>

⁸³ Sur l'ensemble de l'année 2019, 74 % de l'eau ainsi prélevée sur les centrales de bord de Loire a été restitué au fleuve.

à l'évaporation de l'eau à l'intérieur des aéroréfrigérants, sur cette période n'a été que de 168 Mm³. Le programme de maintenance du parc nucléaire prévoit l'arrêt des réacteurs pour maintenance préférentiellement durant l'été compte tenu de la demande plus faible d'électricité, ce qui limite de fait la consommation d'eau pendant cette période. Cette consommation d'eau, mesurée sur la seule période d'étiage prise ici de juillet à octobre, s'est en effet élevée à 50 Mm³ en 2019 (26 % de la consommation annuelle nette d'eau de refroidissement) et 40 Mm³ en 2020 (20 % de la consommation nette annuelle d'eau de refroidissement). Pour la Vienne, les 2 réacteurs nucléaires de Civaux ont consommé 15 Mm³ en 2019 (42 % de sa consommation nette annuelle d'eau de refroidissement) et 9,8 Mm³ en 2020 (32 % de sa consommation nette annuelle d'eau de refroidissement).

Il est difficile de se prononcer sur le fonctionnement des réacteurs nucléaires et donc sur l'évolution de leur consommation d'eau durant la période estivale dans le futur. Celui-ci sera influencé par le fort développement prévu des énergies renouvelables (éolien, notamment en mer, et solaire) qui conduira progressivement à des besoins de flexibilité accrus des différents moyens contribuant au mix énergétique (production, consommation, stockage) et qui entraînera un moindre besoin de production des centrales nucléaires durant l'été. A l'inverse, l'augmentation attendue des usages de l'électricité notamment pour les pompes à chaleur et la mobilité électrique ainsi que, dans le cadre du marché européen de l'électricité, la fermeture en Europe des centrales au charbon et au lignite ainsi que des centrales nucléaires en Allemagne, peut conduire à un besoin plus important d'électricité nucléaire en été. Ce besoin serait encore accentué par un moindre recours aux centrales à gaz dans un contexte de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de tension sur ce marché. De plus, la plus forte récurrence des événements caniculaires montre néanmoins le caractère stratégique de la production électrique d'origine nucléaire lorsque les conditions climatiques estivales s'avèrent exceptionnelles et que la production en base par les énergies renouvelables (EnR) variables (éolien, solaire) se révèle insuffisante. Ceci a, par exemple, conduit le ministère de la transition énergétique à demander à EDF début août 2022, d'examiner la possibilité de faire fonctionner les centrales nucléaires de manière accrue, dans le respect de la protection des intérêts mentionnés à l'article L 593-1 du code de l'environnement.

La mission recommande qu'EDF étudie l'impact de l'évolution de la demande électrique et du besoin de flexibilité du mix électrique (européen) sur les consommations d'eau en période estivale des centrales nucléaires des bords de Loire et de la Vienne.

3.2.3.2 La dilution des effluents

Un centre nucléaire de production d'électricité, un CNPE rejette également des effluents radioactifs⁸⁴ en quantité limitée dans la rivière⁸⁵ dans le cadre des autorisations qui lui sont accordées par l'autorité de sûreté nucléaire (ASN). Ces opérations ne peuvent se faire que si la concentration en produits radioactifs dans la rivière reste inférieure aux seuils fixés et que si le débit est suffisant pour assurer leur dilution. De plus, lorsque le débit à Gien devient trop faible (inférieur à 100 m³/s), une coordination des rejets entre les différentes centrales est assurée de façon à éviter que les rejets ne se superposent et amènent à des concentrations excessives. Enfin, en dessous d'un certain seuil propre à chaque CNPE, les rejets sont interdits : 30 m³/s à Dampierre et Belleville, 46 m³/s pour Saint-Laurent et 54 m³/s pour Chinon. Pour un débit à Gien inférieur à 60 m³/s, les sites du Val de Loire sont en phase de coordination des rejets. Le retour d'expérience accumulé depuis plus de 30 ans sur les quatre sites nucléaires montre que ce débit

⁸⁴ Si la quantité de tritium rejetée dépend uniquement de la quantité d'électricité produite, celle des autres effluents va dépendre de la modulation de la production des réacteurs. Une augmentation des transitoires de production conduira donc à une augmentation de la production des effluents.

⁸⁵ Les effluents radioactifs liquides représentent un volume d'environ 11 000 m³ par an et par réacteur (auxquels on pourrait ajouter également les exhaures (non radioactifs) de la salle des machines : environ 55 000 m³).

est sans impact sur le fonctionnement des tranches.

Lors de l'étiage 2020, au cours duquel l'OSE à Gien a progressivement été abaissé jusqu'à 45 m³/s, le site de Chinon a observé à plusieurs reprises un débit inférieur à 54 m³/s, empêchant les rejets d'effluents radioactifs, sans impact toutefois, sur le fonctionnement global du CNPE. La durée cumulée pendant laquelle les rejets n'ont pu être réalisés était de l'ordre de 9 jours. Une situation similaire s'est produite en 2022.

L'expérience acquise en matière de flexibilité du parc nucléaire français montre que le volume des effluents radioactifs liquides émis par des réacteurs très manœuvrés est plus élevé d'environ 20 % à ceux émis par des réacteurs exploités en continu, ce qui conduit à un besoin de disposer de plus de périodes dans l'année où leurs rejets sont possibles, ou de plus de capacités de stockage temporaire sur site⁸⁶.

3.2.4 Des travaux permettraient d'importantes économies d'eau sur les canaux de VNF

Sur le bassin de la Loire, les canaux de VNF n'assurent plus aujourd'hui de transport de marchandises, mais permettent des activités de plaisance (péniches-hôtels, bateaux de location, bateaux promenades et plaisance privée) pour des retombées économiques⁸⁷ d'environ 20 M€ par an : sur les canaux du Briare et nord du canal latéral à la Loire, l'activité « péniches hôtels » en génère 3 M€ à elle seule. Ils servent aussi d'approvisionnement en eau pour l'agriculture⁸⁸).

Ces différents canaux, représentés sur une carte en [annexe 14](#), ont prélevé, pour les années 2018 à 2021, un volume total annuel moyen d'environ 144 Mm³ et sur la période de mai à novembre un volume moyen d'environ 120 Mm³. Environ 80 Mm³ (dont un peu plus de 30 Mm³ de juin à octobre) ont ainsi été prélevés à Roanne pour alimenter le canal de Roanne à Digoin, et un peu plus de 50 Mm³ dans l'Allier à Cuffy, via la rigole des Lorrains, dont 20 Mm³ de juin à octobre en 2019 et 2020 (30,4 en 2018).

En cas d'été particulièrement sec, la navigation peut être interdite ou réduite. Ce fut notamment le cas en 2019 et 2022.

Cinq pistes sont possibles pour diminuer la consommation d'eau : réduire les fuites sur certains biefs de canaux, restaurer les capacités de stockage des barrages d'alimentation du canal de Briare, réduire les consommations agricoles issues de prélèvements dans les canaux, moderniser la gestion hydraulique et abaisser des cotes d'exploitation.

VNF a ainsi indiqué à la mission que les économies globales en volume d'eau ainsi réalisées

⁸⁶ Le lecteur pourra consulter sur ce sujet le volet Prélèvements d'eau et rejets de l'édition 2020 du guide très complet publié par EDF sur les « Centrales Nucléaires et leur environnement ».

https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/nucleaire/ENVIRONNEMENT/guide_2020_-_centrales_nucleaires_et_environnement.pdf

⁸⁷ Les retombées économiques sur un territoire correspondent aux ressources résultant de l'activité et perçues par les acteurs économiques du territoire (restaurants, sites touristiques, ...). Elles prennent en compte les sources de retombées (opérateurs, clientèle et personnel à bord) ainsi que les bénéficiaires (entreprises, individus et collectivités). Les données chiffrées sont issues d'une étude nationale sur les retombées économiques par filière du tourisme fluvial territorialisées ensuite par itinéraire en fonction des trafics présents. Voir notamment : <https://www.vnf.fr/vnf/rntf-2020-vnf-devoile-sa-nouvelle-etude-sur-les-retombees-economiques-du-tourisme-fluvial/>

⁸⁸ Plusieurs associations d'irrigants ont attaqué en justice l'arrêté Préfectoral d'autorisation des Lorrains de Juillet 2019, en cela qu'il oblige à ne pas dépasser un volume de prélèvement de 34 millions de m³ d'Avril à Octobre (recours perdu).

pourraient s'élever à environ 60 Mm³ chaque année pour un montant de travaux estimé en première approximation de 110 M€.

La mission recommande que VNF réalise des études en vue de dégager les solutions les plus pertinentes pour réduire les besoins en eau des canaux et propose, en liaison avec l'AELB, les plans de financement correspondants

Dans le cadre de la mise en place d'une gestion quantitative globale, l'Agence de l'eau pourrait engager un travail similaire avec le SMIF d'identification des économies d'eau possibles sur le canal du Forez. Celui-ci, alimenté depuis la retenue de Grangent, représente une infrastructure vitale pour la plaine du Forez : il fournit en effet de l'eau pour l'irrigation, pour l'alimentation en eau potable (en particulier pour la ville de Feurs) et pour les industriels. Il permet de plus le remplissage en hiver des étangs présents dans le secteur de Mornand-en-Forez et de Saint-Paul-d'Uzore. Les volumes prélevés par le canal ont été en moyenne annuelle, de 1989 à 2013, de 38,5 Mm³, dont les trois quarts en période estivale (avril-septembre).

3.2.5 La nécessité d'ambitieux programmes de sécurisation et d'économie sur l'alimentation en eau potable

3.2.5.1 L'AEP est un usage prioritaire aux consommations globalement stabilisées dans le bassin

Si l'on tient compte du fait que 80 % de l'eau urbaine prélevée est rejetée dans le milieu, la consommation nette en eau potable du bassin est de 192 Mm³ (soit 10 % des volumes annuels consommés) dont 48 Mm³ pendant les mois d'étiage (soit 6 % des volumes de cette période). Les grandes agglomérations génèrent les plus fortes densités de prélèvements, notamment le long des grands axes fluviaux. Malgré l'augmentation de 7% de la population entre 2007 et 2015, l'état des lieux 2019 du SDAGE indique une légère baisse des prélèvements. Cela peut s'expliquer par les économies d'eau réalisées par les consommateurs, notamment du fait de l'augmentation constante du prix de l'eau sur la même période. Les volumes consommés en étiage pour l'AEP ne sont majoritaires qu'en Bretagne.

3.2.5.2 Des difficultés d'approvisionnement sont rencontrées en étiage

A l'étiage, certaines zones sont en tension, notamment les communes touristiques dont la population augmente fortement en été. En Bretagne les évolutions démographiques et l'impact du changement climatique conduisent à prévoir des tensions d'ici 2030 à l'exception du Finistère⁸⁹.

Dans certaines zones d'élevage, une tension apparaît entre approvisionnement pour les besoins des populations et abreuvement du bétail qui est en partie réalisé par des prélèvements sur le réseau d'eau potable, surtout en été⁹⁰.

Au cours de l'été 2019⁹¹, des agglomérations du bassin avaient déjà été soumises à des restrictions. Il a fallu recourir à des captages abandonnés pour des questions de qualité ce qui a entraîné une dégradation de la qualité de l'eau brute arrivant dans les usines de traitement.

⁸⁹ Cf. Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne, 2021- Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau en Bretagne, 216 p.

⁹⁰ Quand la température dépasse 25°C, une vache laitière consomme autant d'eau qu'un habitant (tous usages confondus) et les territoires ruraux en amont de bassins comptent souvent plus de vaches que d'habitants.

⁹¹ La mission n'a pas pu établir un bilan complet pour la sécheresse de printemps et d'été 2022. Elle a été bien anticipée par les services d'état, les collectivités locales et distributeurs d'eau. Même si la situation a été très tendue, l'ARS de bassin n'a ainsi pas eu à déplorer de coupures particulières de la distribution d'eau.

3.2.5.3 Les actions à engager pour la maîtrise de l'eau potable

Différentes actions sont envisageables pour la maîtrise de l'eau potable, à savoir :

- réviser les SDAEP dans une perspective d'adaptation au changement climatique ;
- anticiper la réalisation de plans de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE) en intégrant les effets du changement climatique et en s'appuyant sur les études HMUC ;
- maîtriser les fuites et développer le renouvellement des réseaux ;
- sécuriser l'approvisionnement en développant l'intercommunalité des services d'eau et les interconnexions de réseaux ;
- mettre en place une tarification incitative de l'eau.

Ces actions sont présentées de manière plus détaillée en [annexe 15](#).

La mission recommande une généralisation, dans l'ensemble du bassin, d'une révision des SDAEP dans la perspective du changement climatique afin de guider les efforts de sécurisation de l'alimentation en eau potable et de maîtrise des consommations à entreprendre par les collectivités compétentes.

3.2.6 La nécessité d'une démarche globale

La réduction des consommations nettes en période d'étiage ne sera pas facile. Elle se heurtera aux demandes de chaque catégorie d'utilisateur de bénéficier d'une ressource sécurisée, voire de plus d'eau, pour faire face au changement climatique sans changer fondamentalement ses modes de production ou ses habitudes de consommation, et à la tentation de chacun de reporter sur les autres les efforts à consentir. Pour la mission, la seule voie qui peut être suivie en la matière est de solliciter tous les acteurs, sans exception, de manière équitable.

Recommandation 5. (préfète coordonnatrice de bassin) : Engager toutes les catégories d'utilisateurs dans des programmes concrets de réduction de leurs consommations nettes d'eau en période d'étiage (juin-octobre), dont notamment : 1) La profession agricole dans la généralisation, sur l'ensemble du bassin, de l'utilisation des outils de gestion quantitative de l'eau, 2) EDF dans l'étude de l'impact de l'évolution de la demande et du besoin de flexibilité du mix électrique sur les consommations d'eau en période estivale de ses centrales nucléaires, 3) Voies Navigables de France dans les études nécessaires pour dégager les solutions les plus pertinentes pour réduire les besoins en eau de ses canaux, 4) Les collectivités compétentes pour l'alimentation en eau potable dans des actions de sécurisation des ressources, de réduction des fuites et de maîtrise des consommations.

Recommandation 6. (Comité de bassin et AELB) : Accompagner financièrement les programmes de réduction des consommations d'eau en période d'étiage dans le cadre des programmes de l'agence.

3.3 Les avantages des solutions fondées sur la nature doivent être mieux évalués pour soutenir leur plus large déploiement

Une solution fondée sur la nature (SFN)⁹² doit contribuer de façon directe à un défi de société identifié, autre que celui de la conservation de la biodiversité et s'appuyer sur les écosystèmes et présenter des bénéfices pour la biodiversité. Le défi sociétal qui nous concerne est la gestion de l'eau pour se prémunir des sécheresses estivales dans le cadre du changement climatique. Pour y répondre, les SFN ne s'appuient pas sur des ouvrages ou aménagements hydrauliques classiques (canalisations, barrages, forages, ...) qualifiés de solutions « grises » (comme le béton) mais sur les fonctionnalités des milieux humides. Les SFN rejoignent les notions d'ingénierie écologique et d'agroécologie déjà évoquées dans les pistes de renforcement de la résilience de l'agriculture (cf. [3.2.2 ci-avant](#)), elles réservent une place essentielle à la préservation et à la conservation des processus naturels.

L'action 11 des Assises de l'Eau en 2019 fait explicitement référence au renforcement de l'utilisation des SFN pour préserver les rivières et milieux humides, avec un pôle d'animation placé sous l'égide de l'OFB. Les travaux du Varenne sur l'eau et l'adaptation au changement climatique évoquent également les SFN comme facteurs de résilience de l'agriculture face au changement climatique⁹³. Les programmes d'intervention des agences de l'eau soutiennent les mesures d'adaptation dont celles fondées sur la nature pour la restauration des milieux aquatiques ou la gestion des eaux pluviales (mesures 1A et 1D du SDAGE Loire-Bretagne).

L'EPL, propriétaire de 650 ha dans la Nièvre sur le site du Veudre, envisage un projet de développement intégré multiusage qui s'inscrit dans cette logique. L'objectif poursuivi est d'optimiser l'expansion des crues et de développer une capacité de stockage naturel de l'eau pour la restituer en période de sécheresse, favoriser la biodiversité et préserver l'environnement du site, tout en valorisant et agissant de manière résiliente sur l'habitat et le patrimoine culturel. Une étude d'opportunité et de faisabilité du projet est inscrite au budget 2022 de l'EPL.

Cependant, malgré leurs avantages évidents en matière de préservation du milieu naturel, l'impact quantitatif des SFN sur la disponibilité des ressources en eau n'est pas évident. Ainsi, le passage d'une prairie à une forêt entraîne une diminution de la recharge des eaux souterraines, alors qu'une conversion en terre agricole peut conduire paradoxalement à une augmentation de la recharge, pour un même contexte climatique et une même position dans un bassin-versant. Une végétation avec des racines profondes (arbres fruitiers, 15 à 20 m de profondeur), en tête de bassin-versant entraîne plutôt une réduction de la recharge des eaux souterraines.

De fait, le bilan des actions de l'Agence de l'eau Loire Bretagne ne mentionne aucun état quantitatif de l'impact des SFN sur la ressource en eau. Cette situation est dommageable pour leur pleine reconnaissance par les acteurs locaux et pour soutenir leur plus large déploiement.

⁹² Le concept de SFN a émergé, sous l'impulsion de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), lors de la conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en 2009, à Copenhague. C'est à l'issue de la COP21 en 2015, puis en 2016, à l'occasion du Congrès mondial de la nature, que la place des SFN dans l'atteinte des objectifs de développement durable et notamment dans l'action climatique a été réellement reconnue au niveau international

⁹³ Rapport de la thématique 2 du Varenne sur l'eau et l'adaptation au changement climatique, partie 2.4.2 « Agriculture de résilience, exemples, perspectives, enseignement »

Recommandation 7. (AELB) : Mettre en place, avec l'appui du conseil scientifique du comité de bassin, des bilans quantitatifs de la gestion de la ressource en eau des solutions fondées sur la nature et, en particulier, une évaluation des capacités de stockage d'eau des zones humides.

3.4 La révision des DOE doit accompagner ces évolutions

Dans son considérant 19, la directive cadre sur l'eau⁹⁴, subordonne les mesures relatives à la quantité à l'objectif d'une bonne qualité des eaux. La gestion du soutien d'étiage doit donc contribuer au maintien ou à la reconquête de la qualité des eaux. Ceci a trois implications majeures :

- 1) Les objectifs de soutien d'étiage, qui sont fixés en fonction de l'eau disponible dans les stockages pour fournir une quantité d'eau suffisante, notamment pour l'alimentation en eau potable, durant toute la période de soutien d'étiage, doivent chercher à tenir compte de l'état des milieux et doivent respecter en particulier les débits minimum biologiques (DMB) (même si l'exemple du Cher⁹⁵ montre que cet objectif n'est pas toujours atteignable) ;
- 2) Les objectifs de soutien d'étiage ne peuvent pas viser simplement à préserver les usages sans s'intéresser à la qualité des eaux et à la réduction des prélèvements ;
- 3) Les objectifs de soutien d'étiage devraient être en relation avec les DOE qui, selon le SDAGE Loire-Bretagne, correspondent au « débit moyen mensuel en période de basses eaux d'étiage au-dessus duquel il est considéré que, dans la zone nodale, l'ensemble des usages est possible en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique ».

Ces deux notions (OSE et DOE) correspondant à des réalités différentes : respectivement des objectifs de débit instantané destinés à gérer au quotidien le débit d'étiage et un objectif de débit mensuel moyen. Il ne saurait de fait y avoir de relation directe entre elles : fixer et tenir un OSE, en un point nodal, à la valeur du DOE de ce point, revient à assurer son respect 10 années sur 10, ce qui appellerait à le réviser à la hausse. Force est de constater que sur le bassin Loire-Bretagne, il y a une déconnexion de plus en plus affirmée entre le DOE et les objectifs de gestion. A l'inverse, si, comme c'est le cas actuellement dans la gestion opérationnelle des OSE du soutien de la Loire et de ses affluents prenant leur source dans le Massif central, le soutien d'étiage n'assure plus le respect des DOE 8 années sur 10, on ne peut pas se contenter de constater l'écart sans réagir. Un plan d'actions devrait être élaboré et mis en œuvre pour recouvrer un équilibre entre le bon état des milieux et l'ensemble des usages.

Dans un contexte de changement climatique, c'est un équilibre évolutif qu'il faut essayer d'atteindre, en acceptant l'incertitude qui pèse nécessairement sur la cible à atteindre (niveau et échéance). Sur les cours d'eau soutenus, le soutien d'étiage, pour respecter la DCE, doit se donner aussi pour objectif d'aider les milieux à évoluer, ou à migrer, au rythme qui peut être le leur, selon les leçons qui pourront être tirées de démarches comme le Life *Natur'Adapt*.

A l'horizon du milieu du siècle, les milieux ne seront plus ceux que nous avons connus dans la période (1976 – 2012) qui a servi de référence pour l'établissement des DOE du SDAGE. Et ce quel que soit l'effort qui sera consenti sur les usages et les prélèvements, ne serait-ce que du fait de la poursuite de l'augmentation des températures de l'air et de l'eau et de l'évolution des débits

⁹⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&from=EN>

⁹⁵ Un débit de 1,55 m³/s à l'aval de Treillet-Argenty pendant toute la période d'étiage conduit à vider la retenue en année sèche avant qu'elle ne se finisse.

naturels et de leur variabilité. Les débits assurant le bon état de milieux substantiellement transformés n'ont aucune chance de correspondre aux DOE actuels établis sur des données hydrologiques passées.

On retrouve ici, sur le cas particulier du changement climatique, l'idée que le bon état des eaux de surface, demandé par la directive cadre sur l'eau, doit être conçu dans une vision dynamique de la rivière et de ses écosystèmes⁹⁶. Outre les orientations et les pistes mentionnées ci-avant, il convient donc d'engager, en vue du prochain SDAGE, un travail de révision des DOE du bassin de la Loire intégrant la perspective du changement climatique. Les études HMUC engagées sur les différents sous-bassins ainsi que l'étude HMUC globale à l'échelle du bassin de la Loire mentionnée au 3.1.2 doivent contribuer à préparer cette révision.

Ce travail serait facilité par une mise à jour de la directive cadre sur l'eau visant à lui faire prendre en compte le changement climatique ainsi que les politiques européennes de prévention et d'adaptation qui ont été progressivement développées depuis sa promulgation en 2000. Ces travaux européens gagneront à être éclairés par des travaux de terrain les anticipant. La direction de l'eau et de la biodiversité du ministère de la transition écologique devrait, dans cet esprit, accompagner les acteurs du bassin dans cette démarche. Les définitions européennes et nationales actuelles du bon état et des réseaux de référence ne sauraient être invoquées pour s'exonérer de ce travail indispensable.

Recommandation 8. (AELB et DEB) : Engager une démarche de révision des débits objectifs d'étiage (DOE) du bassin Loire-Bretagne dans la perspective du prochain SDAGE.

Dans le cadre de ce rapport, cette recommandation s'adresse aux DOE du seul bassin Loire-Bretagne d'autant plus que la définition des DOE varie, de fait, selon les différents bassins. La problématique leur est cependant commune : le bassin Adour-Garonne va ainsi mener un chantier sur la prise en compte de l'impact du changement climatique dans les DOE. L'accompagnement de la DEB devrait bénéficier à ces deux démarches.

⁹⁶ Les enjeux pour l'application de la DCE portent sur la compréhension de la dynamique des écosystèmes, l'approfondissement des connaissances relatives aux eaux souterraines, un important développement de l'écotoxicologie et une approche de l'économie de l'eau. Cf. Les enjeux de recherche liés à la directive-cadre européenne sur l'eau, Pierre-Alain Roche, Gilles Billen, Jean-Paul Bravard, Henri Décamps, Didier Pennequin, Eric Vindimian, Jean-Gabriel Wasson, <https://www.researchgate.net/publication/248548325> Les enjeux de recherche liés à la directive-cadre européenne sur l'eau

Conclusion

Dans la lignée des Assises de l'eau et du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique, les ministres chargés de l'agriculture, de l'énergie et de l'environnement ont confié, en février 2022, au CGAAER et à l'IGEDD une mission d'expertise sur les conditions de mobilisation des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage sur le bassin de la Loire.

Le sujet posé se trouve au croisement de diverses politiques publiques :

- La politique de l'énergie;
- La politique nationale de l'eau déclinée territorialement par les politiques des collectivités compétentes en matière d'alimentation en eau potable d'assainissement ainsi que de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI), dans le cadre d'une nécessaire solidarité amont – aval ;
- La politique agricole ;
- Les politiques de développement économique et touristique des collectivités territoriales.

Certaines de ces politiques, dont notamment le développement de l'énergie hydroélectrique, relèvent de l'Etat. D'autres de la compétence des collectivités territoriales, dont notamment le soutien d'étiage dans le cadre de la GEMAPI. Par ailleurs, la gestion du soutien d'étiage s'opère soit dans un cadre de gestion courante à la main des collectivités, en année normale, soit dans le cadre d'une gestion de crise assurée par l'Etat, en année de sécheresse, comme celle que nous venons de connaître. **La mobilisation des retenues hydroélectriques repose, avant toute chose, sur le concessionnaire de l'ouvrage qui doit respecter son cahier des charges ainsi que le règlement d'eau arrêtés par l'Etat. Le soutien d'étiage articule donc, dans cette double dimension, répartition des compétences et passage d'une gestion courante à une gestion de crise, les compétences de l'Etat et celles des collectivités avec les responsabilités du concessionnaire.**

Les retenues hydroélectriques sont déjà largement mobilisées dans des dispositifs de soutien d'étiage bénéficiant à la Loire amont, à quatre de ses affluents (Cher, Creuse, Vienne et Sioule) et à deux fleuves côtiers bretons (Aulne et Blavet). Le plus important de ces dispositifs est celui de la Vienne. Les autres sont des dispositifs locaux. Le principal dispositif présent sur le bassin est cependant celui consacré au soutien de l'Allier et de la Loire, géré par l'Etablissement public Loire (EPL) à partir des réservoirs de Naussac et Villerest, pour lequel la production d'électricité n'est qu'une mission secondaire.

Les ressources de retenues, faisant l'objet d'une concession hydroélectrique, encore mobilisables sur le bassin pour du soutien d'étiage (aux Fades, à Grangent et à Lavalette) peuvent apporter un complément appréciable mais limité (30 Mm³) au dispositif de soutien de l'Allier et de la Loire reposant sur Naussac et Villerest, dont le volume maximum mobilisable plafonne actuellement à 210 Mm³.

Les propositions formulées par la mission visent dans l'immédiat à optimiser le dispositif existant de soutien de l'Allier et de la Loire, le renforcer par une mobilisation assurantielle d'une partie des ressources des trois retenues de Grangent, Lavalette et des Fades, dont l'impact sur la production hydroélectrique devrait être limité et adapter les autres dispositifs, plus locaux, rencontrant déjà des difficultés que le changement climatique ne fera qu'aggraver.

Ces recommandations s'adressent donc à une pluralité d'acteurs, dont au premier chef des collectivités territoriales, et pas seulement à l'Etat et à ses services ou établissements publics. Si ces propositions sont, en apparence, simples, leur mise en œuvre pourra se révéler délicate, notamment pour la réservation automnale constituée dans les retenues de Grangent, Lavalette et

des Fades qui conduit à coordonner la gestion durant l'année des retenues d'eau de cinq ouvrages différents en fonction de l'état des stocks et des prévisions météorologiques. Les nouvelles règles de gestion correspondantes s'affineront progressivement à partir de retours d'expérience partagés avec toutes les parties prenantes.

Par ailleurs, les améliorations proposées ne permettront pas de répondre aux ordres de grandeur nécessaires pour faire face, à DOE inchangés, aux sécheresses constatées aujourd'hui, qui seront de plus en plus fréquentes demain.

Aussi, la seule solution, étudiée pour les principaux usages au chapitre 3, est de **réduire les consommations, ce qui ne peut s'envisager que si tous les acteurs sont sollicités de manière équitable. La question des droits d'eau anciens serait également à mettre sur la table dans ce cadre : la recommandation 7A-6 du présent SDAGE recommande d'ailleurs déjà à l'autorité administrative de réviser les autorisations existantes accordées sans limitation de durée de validité, ainsi que les autorisations n'ayant pas fait l'objet de limitation en volume prélevé. Les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre de cette mesure mériteront une analyse précise. La démarche suppose la mise en place d'une gestion quantitative généralisée, garantissant la transparence des prélèvements de tous les usages. L'agriculture qui est le premier consommateur net en étiage avant les centrales nucléaires, pourra s'appuyer sur les recommandations d'adaptation du thème 2 du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique.**

Les orientations, en la matière, figurant dans le rapport ne pourront être suivies d'effet que si elles sont appropriées par un grand nombre d'acteurs. Le comité de bassin, les comités mis en place par les établissements publics territoriaux de bassin (EPTB), les commissions locales de l'eau et les instances de concertation des PTGE, devraient jouer un rôle essentiel à condition de développer des méthodes de travail mobilisant l'intelligence collective des acteurs concernés.

Dominique AUVERLOT



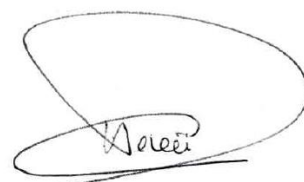
**Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts**

Claude BERNHARD



**Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts**

Alain NEVEÜ



**Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts**

Annexes

Annexe 1 Lettre de mission



Réf :SEB/2021-12/47339

Paris, le

21 JAN. 2022

La ministre de la transition écologique

Le ministre de l'agriculture et de l'alimentation

La secrétaire d'Etat auprès de la ministre de la transition écologique, chargée de la biodiversité

à

Monsieur le vice-président du Conseil général de l'Environnement et du développement durable

Monsieur le vice-président du Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux

Objet : Expertise sur les conditions de mobilisations des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage pour le bassin de la Loire

Plusieurs cours d'eau du bassin de la Loire présentent fréquemment des étiages sévères qui peuvent se prolonger sur la période automnale. Les retenues de Naussac et de Villerey participent d'ores et déjà au soutien d'étiage de la Loire et de l'Allier et sont gérées en tenant compte de ce possible prolongement. Dans une optique de gestion équilibrée et durable de la ressource en eau (article L211.1 du code de l'environnement), les préfets de départements sont amenés à prendre des arrêtés de restriction temporaire d'usage de l'eau. Ces phénomènes vont s'accroître dans les années à venir en raison du dérèglement climatique. Les études prospectives pour le bassin de la Loire¹ font état d'une diminution significative des débits annuels des cours d'eau, comprise entre -10% et -40% d'ici 2070, ainsi que d'une baisse prononcée des débits d'étiage dans certains secteurs. Le plan d'adaptation au changement climatique pour le bassin Loire-Bretagne atteste de la vulnérabilité moyenne à élever du sous-bassin Allier – Loire amont face au changement climatique, l'Allier amont étant même très vulnérable dans certains scénarios.

Le bilan des Assises de l'eau présenté le 14 juillet 2020 au comité national de l'eau a permis de faire le point sur les mesures décidées pour atteindre les trois objectifs principaux définis lors des Assises de l'eau, à savoir la protection et la restauration des milieux aquatiques, l'économie et le partage de la ressource et l'amélioration de la qualité des services rendus aux usagers.

La mobilisation des retenues des concessions hydroélectriques fait partie des différentes options à évaluer. Les conclusions des Assises de l'eau (action 6.c)² prévoient ainsi une large concertation sur la participation des retenues hydroélectriques à la gestion quantitative.

¹ https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/files/live/sites/sdage-sage/files/Planification-gestion%20des%20eaux/Plan%20d'adaptation%20changement%20climatique/PACC-LB_26042018.pdf

² https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20190701_Dossier_de_presse_Assises_Eau.pdf

Selon les termes de l'article L.211.1 II du code de l'environnement, *la gestion équilibrée de la ressource en eau doit permettre en priorité de satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population. Elle doit également permettre de satisfaire ou concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences :*

*1° - de la vie biologique du milieu récepteur, et spécialement de la faune piscicole et conchylicole ;
2° - de la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations ;
3° - de l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, des transports, du tourisme, de la protection des sites, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées.*

L'augmentation des capacités de production hydroélectrique constitue un enjeu prioritaire de la politique énergétique, non seulement au regard de l'atteinte de nos objectifs en matière d'énergie renouvelable, mais encore des besoins de flexibilité croissants du système électrique compte tenu de l'intégration d'énergies renouvelables intermittentes.

Il paraît donc approprié, de rechercher une conciliation ou une priorisation entre différentes missions d'intérêt général dont la production d'électricité renouvelable en partie pilotable et le soutien au système électrique d'une part, et le maintien des débits d'étiage au profit des autres usages d'autre part. Dans le cas particulier de la Loire, les besoins pour le refroidissement des centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) doivent faire l'objet d'une attention particulière. Il en est de même de l'enjeu majeur de la préservation des habitats et frayères et de la restauration des capacités de migration et d'accès du saumon de l'Allier à ces habitats. La cohérence avec les investissements réalisés dans cet objectif, dans le sous bassin Allier-Loire, doit être systématiquement recherchée.

Dans ce contexte, nous vous demandons de bien vouloir conduire une expertise sur les conditions de mobilisations des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage pour le bassin Loire - Bretagne.

L'expertise développera spécialement les points suivants :

- Identifier et étudier les concessions présentant un intérêt pour un soutien d'étiage en prenant en compte les transferts d'eau existant entre sous-bassins, tant sous l'angle technique qu'économique. Il s'agit d'identifier les ouvrages, d'évaluer les volumes potentiellement mobilisables, de quantifier les besoins souhaités pour les différents usages dans le bassin de la Loire et particulièrement dans le sous-bassin Allier – Loire amont, de mesurer leur impact sur le débit des rivières et leur sensibilité au coût d'accès en tenant compte des démarches de projet de territoire pour la gestion de l'eau lorsqu'elles sont engagées.
 - La rentabilité restante pour les exploitants hydroélectriciens afin de préserver l'intérêt de la concession et la compatibilité avec d'autres usages de l'eau déjà contractualisés.
 - Les conséquences financières pour l'État à la fois en termes de perte de redevance et, le cas échéant, en termes de pertes de dividendes ou de fiscalité remontant du ou des concessionnaires.

La liste des retenues comprenant des concessions est précisée en annexe.

- Évaluer les conséquences de la nouvelle répartition pour le réseau électrique, en termes de flexibilité et de sécurité d'approvisionnement ;

² https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20190701_Dossier_de_presse_Assises_Eau.pdf

- En lien avec la fiche de doctrine de la DGEC sur le sujet, préciser pour les usages économiques, les modalités d'indemnisation du concessionnaire et prévoir les bases d'une gestion annuelle au plus près du contexte climatique en cours, pour permettre ainsi une relation transparente entre concessionnaire, État et bénéficiaires du soutien d'étiage ;
- Si nécessaire, étudier les possibilités de regroupements des concessions ouvertes par la loi de transition énergétique pour la croissance verte, en consolidant l'interprétation des articles L.521-16-1 et 2 et R.521-60 et suivants du code de l'énergie ;
- Si, compte-tenu du changement climatique, certaines concessions ne s'avéraient plus rentables, mais que la valorisation de la retenue à des fins de soutien d'étiage s'avérait pertinente au regard d'autres éléments pouvant justifier la rentabilité de cet usage, étudier les hypothèses de transfert de propriété des ouvrages correspondants et de leur gestion ;
- Identifier les nouveaux projets de station de transfert d'énergie par pompage qui pourraient être menés pour compenser la perte de flexibilité du réseau électrique due à ce soutien d'étiage. Il s'agira également d'analyser la rentabilité de tels projets et de déterminer, le cas échéant, le soutien public – compatible avec les directives européennes - nécessaire à leur réalisation.
- Dans la continuité du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique, identifier les besoins issus du secteur agricole et définir les modalités de mobilisation de ces ressources pour l'usage agricole, dans le respect des autres usages.

Cette expertise pourra s'appuyer sur les conclusions de la mission CGEDD-CGAAER de juin 2021, « Conditions de mobilisation des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage pour le bassin Adour-Garonne ».

Elle prendra en compte les objectifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie et le contexte du renouvellement des concessions hydroélectriques en France.

Pour conduire vos investigations, vous bénéficierez de l'appui des directions générales de l'énergie et du climat, et de l'aménagement, du logement et de la nature. Vous solliciterez également les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement des régions concernées, l'agence de l'eau Loire-Bretagne, l'Office français de la biodiversité, les principales collectivités, les concessionnaires actuels, les usagers potentiels, en particulier les représentants du secteur agricole et les principales ONG concernées.

Nous souhaitons disposer de vos conclusions sous 6 mois.

Barbara POMPILI



Julien DENORMANDIE



Bérandère ABBA



Annexe : liste des concessions concernées par la mission

Guerlédan
Rochebut
Confolent
Eguzon
Roche au Moine
Grangent
Issarlès
La Palisse
Gage
Queuille
Les Fades
Chammet
Roche Talamie
Saint-Marc
Mont Larron
Vassivière
Lavaud-Gelade

Annexe 2 Liste des personnes rencontrées

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
GUTTON	Martin	Agence de l'eau Loire-Bretagne	Directeur général	10 février, 16 mars, 24 juin et 13 septembre 2022
BRULÉ	Hervé	DREAL Centre	Directeur	11 février, 24 février, 21 mars et 27 septembre 2022
LOCQUEVILLE	Bruno	DRAAF Centre	Directeur	11 février, 24 février 2022
PITON	Pierre	DRAAF Centre	Ingénieur général de bassin	11 février 2022
CHEVALLIER	Alexandre	Ministère de la transition écologique / cabinet	Conseiller énergie et climat	17 février 2022
CROSNIER	Gilles	MAA/DGPE/SCPE/ sous-direction performance environnementale et valorisation des territoires	Expert eau	17 février 2022
GARNIER	Claire-Cécile	MTECT/DGALN/DE B/EARM/ Bureau de la ressource en eau et des milieux aquatiques	Cheffe de bureau	17 février et 28 juin 2022
HAZET	Charles	MTECT/DGALN/DE B/ sous-direction de la protection et de la gestion de l'eau des ressources minérales et des écosystèmes aquatiques	Adjoint au sous-directeur	17 février et 28 juin 2022
LAILHEUGUE	François	MTE/DGEC/DE/SD3 / bureau des énergies renouvelables hydrauliques et marines	Chargé de mission concessions hydroélectriques	17 février, 14 mars 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
VERGOBBI	Bénédicte	secrétariat d'Etat à la biodiversité / cabinet	conseillère eau, écosystèmes aquatiques et mobilisation	17 février 2022
CHOUMERT	Guillaume	Préfecture de la région Centre – Val de Loire / Secrétariat général pour les affaires régionales	Secrétaire régional adjoint politiques publiques	24 février et 27 septembre 2022
AYPHASSORHO	Hugues	MTECT/CGEDD/mission d'inspection générale territoriale de Bordeaux	Membre permanent	11 mars 2022
PLICHON	Pierre	MTE/DGEC/DE/SD3 / bureau des énergies renouvelables hydrauliques et marines	Adjoint à la cheffe de bureau	14 mars 2022
De CHERGÉ	Bruno	EDF/division production et ingénierie hydraulique / pôle énergie renouvelables	Délégué relations institutionnelles et régulations	15 mars 12 avril, 5 juillet, 9 et 26 septembre 2022
COMBÉMOREL	Jean-Paul	EDF/ direction action régionale Centre – Val de Loire	Directeur action régionale & délégué de bassin	15 mars, 8 et 12 avril, 5 juillet et 9 septembre 2022
LECUNA	Sylvain	EDF/		15 mars 2022
LAUGIER	Cécile	EDF/direction production nucléaire et thermique / division production nucléaire	Directrice environnement et prospective	15 mars, 12 avril et 5 juillet 2022
TABARY	Luc	EDF/ Hydro	Chargé de mission coordination de l'eau et changement climatique	15 mars, 12 avril, 17 mai, 5 juillet, 9 et 26 septembre 2022
GITTON	Claude	MTECT/CGEDD/sec tion milieux, ressources et risques	Membre permanent	21 mars 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
CAZIN	Pascale	DRAAF Nouvelle Aquitaine	Directrice adjointe	21 mars 2022
ETCHESSAHAR	Séverine	DRAAF Nouvelle Aquitaine / service régional d'économie agricole et agroalimentaire		21 mars 2022
FEUILLET	Christian	DREAL Centre / service eau biodiversité risques naturels et Loire / département délégation de bassin Loire Bretagne	Chef de département	21 mars et 13 avril 2022
MAILHOS	Pascal	Préfecture de la région Auvergne – Rhône-Alpes	Préfet	29 mars 2022
NOARS	Françoise	Préfecture de la région Auvergne – Rhône-Alpes	Secrétaire générale pour les affaires régionales	29 mars 2022
NERON	Alice	Préfecture de la région Auvergne – Rhône-Alpes / SGAR	Chargée de mission bassin, développement durable, environnement	29 mars , 19 et 20 2022
RONDREUX	Estelle	DREAL Auvergne – Rhône-Alpes	Directrice adjointe	29 mars 2022
BARTHELEMY	Dominique	DREAL Auvergne – Rhône-Alpes	Chef adjoint du service Eau, hydroélectricité et nature	29 mars et 19 mai 2022
ROUSSET	Guillaume	DRAAF Auvergne – Rhône-Alpes	Directeur adjoint	29 mars et 20 mai 2022
REGAD	Jacques	DREAL Nouvelle Aquitaine	Directeur adjoint	31 mars 2022
GABRIELLI	Pierre-Paul	DREAL Nouvelle Aquitaine / Service des risques naturels et hydrauliques	Chef de service	31 mars 2022
HUART	Jean	DREAL Nouvelle Aquitaine / SRNH / Département ouvrages hydrauliques	Chef de département	31 mars et 23 mai 2022
GOUPIL	Sébastien	DREAL Nouvelle Aquitaine Service patrimoine naturel /	Adjoint au chef de département	31 mars 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
		Département eau et ressources minérales		
GANDRIEAU	James	Comité de bassin Loire-Bretagne / commission inondations Plan Loire	Président	1 ^{er} avril 2022
DORON	Jean-Paul	Comité de bassin Loire-Bretagne	Vice-président	1 ^{er} avril 2022
BURLOT	Thierry	Comité de bassin Loire-Bretagne	Président	4 avril 2022
FERRAND	Emmanuel	Conseil régional Auvergne-Rhône-Alpes	Conseiller régional délégué	4 avril et 20 mai 2022
FALON	Gérard	MAA/CGAAER	Membre permanent	6 avril 2022
KOSUTH	Pascal	MET/CGEDD/MRR	Membre permanent	6 avril 2022
BOISNEAU	Philippe	Comité de bassin Loire-Bretagne / commission territoriale Loire moyenne	Président	6 avril 2022
MERY	Yoann	Comité de bassin Loire-Bretagne	Vice-président	8 avril 2022
CHALOT	Marion	Comité de bassin Loire-Bretagne	Représentante des producteurs d'électricité et d'hydroélectricité	8 avril 2022
DESBORDES	Marc	EDF/ direction opérationnelle Nord Massif central et Bretagne	Attaché de bassin	8 avril, 17 et 19 mai 2022
ORFEUVRE	Jean-Jacques	Comité de bassin Loire-Bretagne	Représentant de France Nature Environnement Auvergne – Rhône-Alpes	8 avril 2022
ROUSSET	Nathalie	Comité de bassin Loire-Bretagne / commission territoriale Allier - Loire amont	Présidente	11 avril et 19 mai 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
JOLY	Alain	MAA/CGAAER	Membre permanent	11 avril 2022
BERNARD	Pierre	EDF/ division technique générale	Hydro-météorologue	12 avril 2022
BESNARD	Amélie	EDF / division ingénierie / service environnement parc nucléaire	Référente rejets thermiques	12 avril 2022
GAILHARD	Joël	EDF/ division technique générale		12 avril 2022
LEDEUX	Jean-Louis	Comité de bassin Loire-Bretagne / commission territoriale Vienne – Creuse	Président	12 avril 2022
COLIN	Renaud	Établissement public Loire / direction développement et gestion territorialisée	Directeur	13 avril 2022
LEHMANN	Emmanuel	Établissement public Loire / direction ressource en eau	Chef du service des barrages	13 avril 2022
ROSSIGNOL	Benoît	Établissement public Loire / direction ressource en eau	Directeur	13 avril, 19 mai, 23 juin et 15 septembre 2022
CARTIER	Johnny	DREAL Centre / service eau biodiversité risques naturels et Loire	Chef de service	13 avril 2022
De LAPOUGE	Vladimir	DREAL Centre / service eau biodiversité risques naturels et Loire / Délégation de bassin Loire - Bretagne	Chargé de mission CGRNVES	13 avril 2022
PASQUET	Fabien	DREAL Centre / service hydrométrie prévision des étiages crues et inondations	Chef de service	13 avril 2022
BRIDET	Jean-François	Conseil régional Centre – Val de Loire	Vice-président délégué à la biodiversité aux parcs naturels régionaux, à la	14 avril 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
			Loire et rivières, à l'eau, à l'air et à la condition animale	
DEGUET	Gilles	Comité de bassin Loire-Bretagne	Représentant de France Nature Environnement Centre Val de Loire	14 avril 2022
VENDROT	Michel	Comité de bassin Loire-Bretagne	Représentant de la fédération France Canoë Kayak	14 avril 2022
MORARD	Valéry	Agence de l'eau Loire-Bretagne	Directeur général adjoint	14 avril 2022
SAPPEY	Alain	Agence de l'eau Loire-Bretagne / direction de l'évaluation et de la planification	Chef du service planification	14 avril et 24 juin 2022
RIEFFEL	Jean-Noël	Office français de la biodiversité / direction régionale Centre – Val de Loire	Directeur régional	14 avril 2022
STEINBACH	Pierre	Office français de la biodiversité / direction régionale Centre – Val de Loire	Chargé de mission	14 avril 2022
ENGSTRÖM	Régine	Préfecture de la région Centre – Val de Loire,	Préfète coordinatrice de bassin	14 avril et 27 septembre 2022
COUTURIER	Christian	Comité de bassin Loire-Bretagne/ commission territoriale Maine- Loire-Océan	Président	25 avril 2022
BONNEFOUS	Nicolas	Comité de bassin Loire-Bretagne et CGRNVES	Représentant de la chambre d'agriculture de l'Allier	25 avril et 20 mai 2022
BESSIN	Sabine	Comité de bassin Loire-Bretagne et CGRNVES	Représentante de la fédération départementale Loire de pêche et de protection	26 avril 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
			du milieu aquatique	
TAUFFLIEB	Éric	Comité de bassin Loire-Bretagne / commission planification	Président	4 mai 2022
FELIX	Irène	Comité de bassin Loire-Bretagne	Vice-présidente	4 mai 2022
BALUSSOU	Fabienne	Préfecture de la Haute-Vienne	Préfète	9 mai 2022
NUQ	Stéphane	Direction départementale des territoires de la Haute-Vienne	Directeur	9 mai 2022
HULOT	Eric	Direction départementale des territoires de la Haute-Vienne	Chef du service eau environnement forêt	9 mai 2022
JANIN	Claire	Agence régionale de santé Centre - Val-de Loire	Ingénieure coordonnatrice des ARS du bassin Loire-Bretagne	16 mai et 5 septembre 2022
BRETON	Frédéric	Conservatoire d'espaces naturels Centre – Val-de-Loire	Directeur	16 mai 2022
BARBIERO	Céline	EDF/ Hydro / unité petite hydraulique		17 mai 2022
BOUCARD	Florian	EDF	Délégué territorial Bretagne Normandie	17 mai 2022
LION	Michel	SHEMA (société hydraulique d'études et de missions d'assistance)	Directeur général délégué	17 mai 2022
PAGESSE	Pierre	Comité de bassin Loire-Bretagne	Représentant des communes rurales	17 mai 2022
SCHUFFENECKER	Dominique	Préfecture de la Loire	Secrétaire général	19 mai 2022
RÉGNIER	Élise	Direction départementale des territoires de la Loire	Directrice	19 mai 2022
MOJA	Philippe	Direction départementale des	Adjoint au chef de service	19 mai 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
		territoires de la Loire / service eau et environnement		
DAUDEL	Christophe	DRAAF Auvergne – Rhône-Alpes / pôle transition agricole et montagne	Chef du pôle	19 mai 2022
RIAUX	Jean-Michel	Préfecture de la Loire	Sous-préfet de Montbrison	19 mai 2022
CABANE	Roland	Fédération départementale de pêche et de protection des milieux aquatiques de la Loire	président	19 mai 2022
MURGUE	Éric	Fédération départementale de pêche et de protection des milieux aquatiques de la Loire	directeur	19 mai 2022
ROUSSEL	Pierre	Conservatoire des espaces naturels d'Auvergne	Vice-président	19 mai 2022
ASTIC	Sylvaine	Préfecture de la Loire	Sous-préfète de Roanne	19 mai 2022
CHARRETIER	Nicolas	Chambre d'agriculture de la Loire	élu membre du bureau	19 mai 2022
CROIZIER	Nadine	Chambre d'agriculture de la Loire / service développement des territoires	Responsable du service	19 mai 2022
FRÉCHET	Daniel	Établissement public Loire	Président	19 mai 2022
PÉLISSIER	Franck	Direction départementale des territoires de la Loire / service économie agricole et développement rural	Adjoint au chef de service	19 mai 2022
BENOÎT	Jérôme	EDF / Groupement d'usines Loire	Coordinateur technique	19 mai 2022
SAMOUILLET	Jean	EDF / Groupement d'usines Loire	Responsable	19 mai 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
THUINET	Christophe	Établissement public Loire	Représentant pour le site de Villerest	19 mai 2022
CHOPIN	Philippe	Préfecture du Puy-de-Dôme	Préfet	20 mai 2022
LENOBLE	Laurent	Préfecture du Puy-de-Dôme	Secrétaire général	20 mai 2022
DUPUY	Manuelle	Direction départementale du Puy-de-Dôme	Directrice adjointe	20 mai 2022
NICOLAU	Nathalie	Direction départementale du Puy-de-Dôme / bureau politique territoriale de l'eau	Cheffe du bureau	20 mai 2022
PINEAU	Xavier	Direction départementale du Puy-de-Dôme / service eau environnement forêt	Adjoint à la cheffe de service	20 mai 2022
GRAVIER	Marie-Hélène	DREAL Auvergne – Rhône-Alpes / service eau hydroélectricité et nature	Cheffe de service	20 mai 2022
AUBERGER	Éliane	Conservatoire des espaces naturels d'Auvergne	Présidente	20 mai 2022
BARBIN	Claude	Chambre de commerce et d'industrie Puy-de-Dôme Clermont Auvergne métropole	président	20 mai 2022
GONZALES	César	Conseil départemental du Puy-de-Dôme / direction de l'aménagement du territoire	directeur	20 mai 2022
LEMERLE	René	Syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable de Basse-Limagne	Président	20 mai 2022
MAZEAU	Lucile	SAGE Allier aval	Animatrice	20 mai 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
MORVAN	Jean-Pierre	Agence de l'eau Loire-Bretagne / délégation Allier – Loire amont	directeur	20 mai 2022
NICOLAS	Bertrand	Chambre d'agriculture du Puy-de-Dôme	Vice-président	20 mai 2022
VIDAL	Sébastien	Association pour le développement de l'irrigation en Auvergne	président	20 mai 2022
GRELICHE	Éric	Limagrain	Vice-président	20 mai 2022
ROBERT	Maud	Limagrain	Responsable affaires publiques	20 mai 2022
TARDIF	Vincent	Limagrain	Directeur stratégie nouvelles filières	20 mai 2022
ARNAUD	Baptiste	Syndicat des irrigants individuels du Puy-de-Dôme	Président	20 mai 2022
AYMARD	Philippe	Syndicat des irrigants individuels du Puy-de-Dôme	Vice-président	20 mai 2022
DESHAYES	Ludmilla	Chambre d'agriculture du Puy-de-Dôme	Ingénieure irrigation	20 mai 2022
MARTENS	Julien	Chambre d'agriculture de l'Allier	Technicien irrigation	20 mai 2022
PICARD	Delphine	DRAAF Auvergne – Rhône-Alpes / service économie agricole	Cheffe du service	20 mai 2022
DARPHEUILLE-GAZON	Virginie	Préfecture de la Creuse	préfète	23 mai 2022
MEROT	Bastien	Préfecture de la Creuse	Secrétaire général	23 mai 2022
NICOLAY	Laetitia	DREAL Nouvelle Aquitaine/ service des risques naturels et hydrauliques	Adjointe au chef de service	23 mai 2022
RENAUD	France	Direction départementale des	Adjointe au chef de service	23 mai 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
		territoires de la Creuse / service espace rural, risques et environnement		
SCHWARTZ	Pierre	Direction départementale des territoires de la Creuse	directeur	23 mai 2022
TARDIEU	François	INRAE / laboratoire d'écophysiologie des plantes sous stress environnementaux	Directeur de recherche	25 mai 2022
AUGEARD	Bénédicte	Office français de la biodiversité / direction de la recherche et de l'appui scientifique	Directrice adjointe	25 mai 2022
OBLED	Loïc	Office français de la biodiversité / direction générale déléguée police, connaissance, expertise	Directeur général délégué	25 mai 2022
POULET	Nicolas	Office français de la biodiversité – Institut de mécanique des fluides de Toulouse / pôle de recherche et développement en écohydraulique	Chargé de mission biodiversité aquatique continentale	25 mai 2022
SAGNES	Pierre	OFB – IIMFT / pôle de recherche et développement en écohydraulique	directeur	25 mai 2022
GRYTTE	Isabelle	DREAL Bretagne / service du patrimoine naturel	Cheffe du service	3 juin 2022
PRÉAU	Jean-Michel	DRAAF Bretagne / service régional de l'agri-environnement, de la forêt et du bois	Chef du service	3 juin 2022
MARY	Jean-François	Comité de bassin Loire-Bretagne/ commission territoriale Vilaine et côtiers bretons	Président	3 juin 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
JEGOU	Jean-Luc	Établissement public territorial du bassin de la Vilaine	Directeur	3 juin 2022
BONNARD	Bertrand	Saint-Etienne Métropole / direction de l'eau	Directeur adjoint	21 juin 2022
CRAPSKY	Stéphane	Saint-Etienne Métropole / direction de l'eau	Directeur	21 juin 2022
PAREDES	Frédéric	Saint-Etienne Métropole / Pôle action territoriale et proximité	Directeur général adjoint	21 juin 2022
SUBTIL	Pierre-Yves	Saint-Etienne Métropole / direction de l'eau	Responsable des barrages	21 juin 2022
MOATAR	Florentina	INRAE	Directrice de recherche	21 juin 2022
GUILBERT	Alexandra	MTECT/DGALN/DE B/EARM/ Bureau de la politique de l'eau		28 juin 2022
LEQUIEN	Alexandra	MTECT/DGALN/DE B/EARM/ Bureau de la ressource en eau et des milieux aquatiques	Adjointe à la cheffe de bureau	28 juin 2022
BURNER	Simon	European Rivers Network (ERN) France – SOS Loire vivante	Directeur	28 juin 2022
EPPLÉ	Roberto	ERN France – SOS Loire vivante	Président	28 juin 2022
VEAU	Frédéric	Délégation interministérielle en charge du suivi des conclusions du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique	Délégué interministériel	4 juillet 2022
FEUTRY	Stéphane	EDF/direction production nucléaire et thermique /		5 juillet 2022

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
		division production nucléaire		
BONNEFOY	Jean-Yves	Syndicat mixte d'irrigation et de mise en valeur du Forez (SMIF)	Président	8 juillet 2022
BROSSE	Chantal	Conseil départemental de la Loire	Vice-présidente chargée de l'agriculture	8 juillet 2022
MICHEL	Marc	Conseil départemental de la Loire / service agriculture		8 juillet 2022
PION	Julien	SMIF	Technicien	8 juillet 2022
ROSSIGNEUX	Annick	SMIF	Directrice	8 juillet 2022
GODET	Jérémie	Établissement public territorial du bassin de la Vienne (EPTB Vienne)	Président	18 juillet 2022
LORIOT	Stéphane	EPTB Vienne	Directeur	18 juillet 2022
EUDE	Jean-Claude	Établissement public Loire	Directeur général	15 septembre 2022
CADIC	Sandrine	DREAL Centre	Directrice régionale adjointe	16 septembre 2022
CAVARD	Nicolas	DREAL Centre / service hydrométrie prévision des étiages crues et inondations	Adjoint au chef de service	16 septembre 2022
BLANCHET	Jean-François	Groupe BRL	Directeur général	26 septembre 2022
BARRY	Philippe	Conseil départemental de la Haute-Vienne	Conseiller départemental délégué à l'eau	11 octobre 2022
CHUPIN	Sylvie	Conseil départemental de la Haute-Vienne	Directrice du cabinet du président	11 octobre 2022
NANY	Sébastien	Conseil départemental de la Haute-Vienne	Directeur du pôle Développement	11 octobre 2022

Annexe 3 Les réservoirs de Villerest et de Naussac

Cette annexe décrit le fonctionnement actuel des ouvrages de Naussac et de Villerest et détaille leurs pistes d'optimisation présentées dans le corps du rapport. Il présente également la manière dont est organisé le soutien d'étiage et le rôle du Comité de gestion des réservoirs de Naussac et Villerest et des étiages sévères (CGRNVES).

Mais, avant toute chose, il convient de souligner l'intérêt que représentent ces ouvrages : comme le souligne l'EPL, Villerest a permis d'écarter efficacement les crues depuis sa mise en service en 1985. A titre d'exemple, en 2008, au pic de la crue, le barrage a permis de réduire la hauteur d'eau de près de 2 m à Roanne et de 0,4 m à Tours grâce au stockage de l'eau à l'amont du barrage ce qui a entraîné une élévation du niveau d'eau d'environ 12 m dans la retenue. La gestion par l'EPL de Villerest et de Naussac (mis en service en 1983), sous la surveillance du Comité de gestion des réservoirs de Naussac et Villerest et des étiages sévères (CGRNVES), a de plus permis de soutenir toutes les périodes d'étiage, y compris les étiages prolongés de 2003 (le plus sévère pour Villerest depuis 1985) et de 2015 (le plus long pour les 2 barrages depuis 1983).

Le soutien d'étiage assuré par Naussac et Villerest

Les règlements d'eau de ces ouvrages, détenus par l'EPL qui en assure la gestion administrative, financière et technique, en s'appuyant pour l'exploitation et la surveillance sur un prestataire choisi par voie d'appel d'offres (actuellement BRL Exploitation), définissent des objectifs du soutien d'étiage ainsi que les conditions dans lesquelles ce soutien d'étiage est délivré :

soit pour Villerest, dans la Loire :

- 60 m³/s à Gien⁹⁷ ;
- un débit garanti de 10 m³/s au pied de l'ouvrage⁹⁸ du 1^{er} décembre au 15 septembre et 8 m³/s le reste du temps ;

et pour Naussac, dans l'Allier :

- 6 m³/s à Vieille-Brioude⁹⁹ ;
- 2 m³/s à l'aval du de la confluence du Donozau¹⁰⁰.

Pour ce dernier réservoir, le concessionnaire doit, en outre, « *se conformer aux consignes qui lui seront données par une commission de gestion technique du réservoir de Naussac mises en place à cet effet* »¹⁰¹. La même disposition a été reprise, pour Villerest, dans l'article 6 de son règlement d'eau. Les règlements d'eau des deux ouvrages prévoient également qu'ils soutiennent les autres objectifs qui seront fixés par le comité de gestion technique des réservoirs de Naussac et Villerest (CGTRNV), créé par un arrêté interministériel du 28 février 1978.

En application de ces dispositions, les objectifs de soutien d'étiage (OSE) des deux réservoirs sont définis par le (CGRNVES) créé par un arrêté du préfet coordonnateur de bassin en date du 7 juillet 2004, qui poursuit, à ce titre, la mission assurée auparavant par le CGTRNV.

Ce comité, présidé par la préfète de bassin ou, par délégation de celle-ci, par le DREAL de bassin,

⁹⁷ Article 3 du règlement d'eau du barrage de Villerest annexé au décret du 4 mai 1983 l'approuvant

⁹⁸ Article 6 du règlement d'eau du barrage de Villerest annexé au décret du 4 mai 1983 l'approuvant

⁹⁹ Article 4 du décret du 6 février 1976 déclarant d'utilité publique l'aménagement du réservoir de Naussac, disposition reprise par l'arrêté du préfet de la Lozère n°94-1923 du 16 novembre 1994

¹⁰⁰ Article 5 de l'arrêté du préfet de la Lozère n°94-1923 du 16 novembre 1994

¹⁰¹ Article 14 du cahier des charges annexé au décret du 11 juin 1976 portant concession de l'aménagement et l'exploitation du réservoir de Naussac.

est actuellement composé de :

- 16 membres représentant l'administration ;
- 8 membres désignés par le comité de bassin (4 élus représentant des collectivités territoriales et 4 membres représentant les autres usagers) ;
- Le président de l'EPL.

Les décisions du comité modulent les objectifs qui figurent dans les règlements d'eau des ouvrages au travers de la programmation des lâchures, à la hausse ou à la baisse. Ainsi sur la Loire :

- L'OSE au pied du barrage de Villerest a été porté à 12 m³/s, pour sécuriser des captages d'eau, à destination de l'alimentation en eau potable, dans la nappe d'accompagnement du fleuve, alors que débit réglementaire pour cet ouvrage est de 10 m³/s jusqu'au 15 septembre puis de 8 m³/s du 15 septembre au 30 novembre. Il convient également de noter qu'en dessous de 12 m³/s les lâchures effectuées à Villerest ne peuvent pas être turbinées ;
- L'OSE à Gien fait l'objet de règles de modulation (entre 50 et 60 m³/s) et de décisions spécifiques. En août 2022 l'OSE à Gien a été abaissé jusqu'à 38 m³/s.

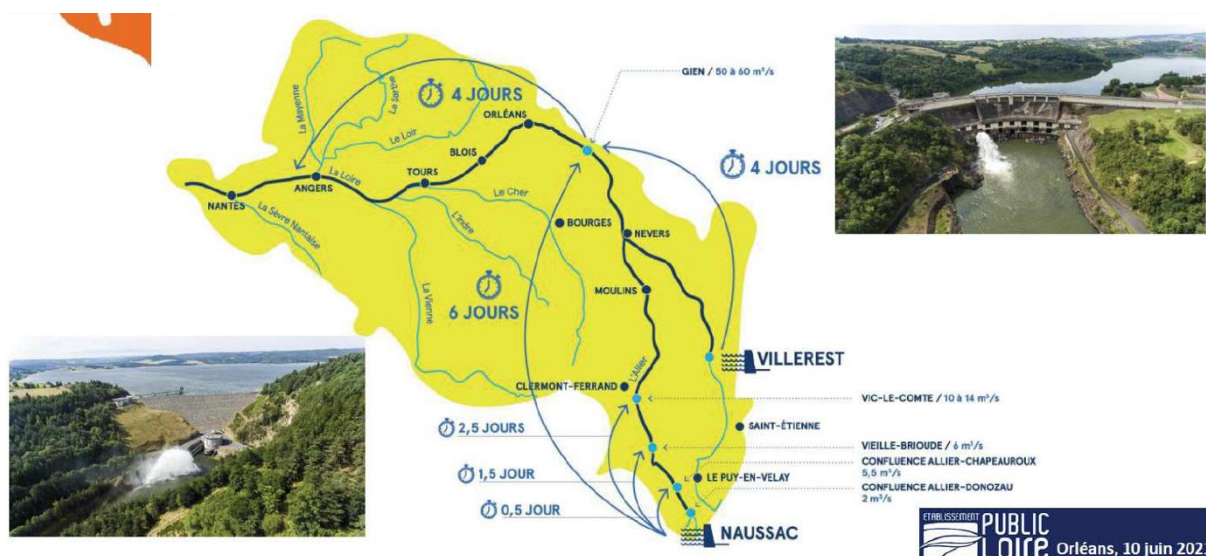
Les objectifs relatifs à l'Allier et au débit de la Loire à Gien sont régis par des décisions permanentes du CGRNVES qui ont fixé les valeurs présentées ci-dessus. A l'intérieur de la fourchette de 50 à 60 m³/s définie par le comité, l'OSE est fixé par la préfète coordonnatrice de bassin. Si les circonstances l'imposent, le comité délibère pour fixer un OSE en dehors de la fourchette définie par sa décision permanente.

Les débats, voire les délibérations spécifiques, du comité sont fondées sur les résultats de projections effectuées par un modèle hydrographique développé par EDF dénommé MORDOR, et exploité par la DREAL Centre Val-de-Loire. Ce modèle, limité aux bassins de l'Allier et de la Loire à l'amont de Gien, calcule, sur le fondement d'analyse statistiques, météorologiques et climatiques, le volume d'eau nécessaire, au jour de la simulation, pour assurer le soutien d'étiage jusqu'à sa fin prévisible, pour diverses valeurs de l'OSE à Vic-le-Comte sur l'Allier et à Gien sur la Loire. Les tableaux ainsi produits permettent à la préfète coordinatrice, ou au comité, de fixer l'OSE à Gien en fonction du volume d'eau mobilisable disponible dans les réservoirs de Naussac et Villerest.

L'EPL détermine les lâchures à opérer, jour par jour, à partir des réservoirs de Naussac et Villerest, pour respecter les OSE fixés par la préfète de bassin ou le CGRNVES ou figurant dans les règlements d'eau. Il s'appuie, pour ce faire, sur un modèle, dénommé LOLLA, qui tient compte non seulement des observations et des prévisions de pluie et de débit à 6 jours mais aussi des temps de propagation de l'eau entre les réservoirs et les points auxquels sont fixés les OSE à respecter, ainsi que des incertitudes associées (hydrométrie et météorologie). Les incertitudes avec lesquelles la pratique opérationnelle du soutien d'étiage doit composer sont :

- Structurelles et permanentes, comme celle entachant les mesures de débit aux stations hydrométriques évaluées en général à 15 % ;
- Ponctuelles. Ainsi, mi-août 2022, les passages pluvio-orageux du 14 au 18 août et l'arrêt de l'irrigation pour le maïs dans le Val d'Allier se sont accompagnés d'une diminution des prélèvements et d'un rétablissement des débits bien plus forts que ce que prévoyait le modèle MORDOR, et donc d'une difficulté à ajuster en temps réel les lâchures opérées depuis Naussac aux OSE en vigueur.

Figure 17 : Le soutien des débits par les barrages de Villerest et Naussac



Le réservoir de Villerest

Reconnu d'utilité publique par décret d'avril 1977¹⁰² au profit de l'institution interdépartementale pour la protection des vals de Loire¹⁰³, le réservoir de Villerest constitue, avec une capacité estivale maximale de 132,61 Mm³, l'ouvrage principal sur la Loire. Conformément au premier article de ce décret, il a pour rôle « d'écrêter les crues de la Loire, de soutenir les étiages de ce fleuve et de permettre éventuellement la production d'énergie hydroélectrique ». Son règlement d'eau a été approuvé par le décret du 4 mai 1983 déjà cité. La concession de l'aménagement et de l'exploitation de la chute d'eau de Villerest a ensuite été accordée à EDF en novembre 1984 et l'ouvrage a été mis en service en 1985.

L'écrêtement des crues

La gestion du réservoir de Villerest opère un compromis entre les objectifs d'écrêtement des crues et de soutien d'étiage à travers ses règles de gestion qui définissent quatre cotes d'exploitation :

- 315 m NGF, soit 130 Mm³, du 1^{er} décembre au 14 février ;
- 314 m NGF, soit 123 Mm³, du 15 février au 31 mai (creux printanier) ;
- 315,3 m NGF, soit 133 Mm³, du 1^{er} juin au 14 août (période de soutien d'étiage) ;
- 304 m NGF, soit 68 Mm³, du 15 septembre au 30 novembre (creux automnal).

La cote maximale pouvant être atteinte pour l'écrêtement des crues est de 324 m NGF, soit 235 Mm³. La capacité d'écrêtement pendant le creux automnal est donc de 167 Mm³. Elle est de 112 Mm³ pendant le reste de l'année, la cote étant abaissée à 314 m NGF, voire au-dessous, en cas de risque de crue, si elle n'y est pas déjà.

Seules les crues supérieures à 1000 m³/s sont écrêtées. D'après les données fournies par l'EPL, ont été écrêtées par le réservoir de Villerest, depuis sa mise en service :

- une unique crue printanière, le 26 avril 1986, avec un volume écrêté de 4,4 Mm³, pour une cote restant comprise entre 314 et 315 m NGF ;

¹⁰² <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000875675>

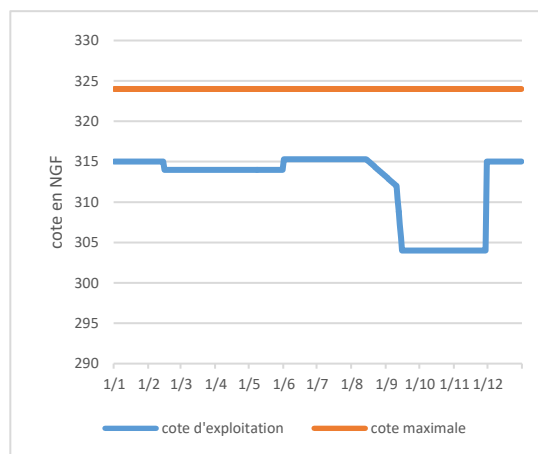
¹⁰³ Devenue en 1983 l'Etablissement public pour l'aménagement de la Loire et de ses affluents (EPALA), qui a pris, à l'été 2001, la dénomination d'Etablissement public Loire.

- six crues automnales, les 6 novembre 1994, 14 novembre 1996, 22 novembre 2002, 3 décembre 2003, 4 novembre 2008 et 22 novembre 2016 avec des volumes écrêtés respectivement de 13,6 Mm³, 6 Mm³, 9,2 Mm³, 128,5 Mm³, 71,6 Mm³ et 6 Mm³. La cote maximale de 324 NGF n'a jamais été atteinte ni même approchée.

La priorité accordée à l'écrêtement des crues emporte deux conséquences pour le soutien d'étiage :

- Le volume stocké est au maximum de 123 Mm³ jusqu'à la fin du mois de mai. Le volume cible de 133 Mm³ ne peut être atteint en juin que si le débit de la Loire le permet.
- Le volume stocké doit être limité à 68 Mm³ à compter du 15 septembre. Des lâchures peuvent être opérées entre le 15 août et le 15 septembre pour tenir cet objectif au-delà de celles requises par le soutien d'étiage à l'Objectif de Gien ou à celui de Villerest. La capacité à faire face à un étiage tardif se trouve limitée par ce creux.

Figure 18 : Villerest – cotes du réservoir



Source : données EPL

Le soutien d'étiage

Le réservoir de Villerest opère un soutien d'étiage pour satisfaire l'un ou l'autre des deux objectifs suivants de débit dans la Loire, ou les deux simultanément :

- 12 m³/s au pied de l'ouvrage (au niveau du DOE), suite à la décision prise par le CGTRNV le 20 mai 1998 ;
- de 60 à 45 m³/s à Gien (niveaux intermédiaires entre le DOE (65 m³/s) et le DSA (50 m³/s), d'une part, entre le DSA et le débit de crise (DCR à 43 m³/s), d'autre part).

Il peut ainsi arriver que des lâchures soient effectuées uniquement pour l'OSE de Villerest, sans besoin pour Gien. Ce fut le cas entre le 1^{er} mai et le 17 juin 2022.

Lorsque les lâchures servent l'OSE de Gien, elles servent souvent aussi celui de Villerest.

Le remplissage du réservoir

Une telle situation de soutien précoce à l'OSE de Villerest se rencontre les années où l'hiver et le printemps sont secs avec un débit de la Loire relativement faible. Lors de son remplissage en vue d'atteindre sa cote touristique d'été, la retenue de Grangent ne délivre alors qu'un débit minimal dans la Loire conduisant à un débit entrant dans le réservoir de Villerest inférieur à 12 m³/s. Celui-ci doit alors soutenir l'OSE de Villerest au détriment de son propre remplissage. Cette situation était déjà intervenue à cinq reprises depuis la mise en service du réservoir : en 1997, 2003, 2006, 2011 et 2022.

En année à hiver et printemps secs, la retenue de Grangent et le réservoir de Villerest sont en concurrence pour leur remplissage au détriment de ce dernier situé en aval et à l'avantage de la première située en amont. La cote touristique de Grangent l'emporte alors sur le soutien d'étiage par Villerest. Des réflexions devraient être engagées en vue de décider comment articuler le remplissage de ces deux ouvrages, en contexte de changement climatique, dans la perspective du renouvellement de la concession de Grangent à l'échéance de 2032.

Les ordres de grandeur du fonctionnement du barrage

Le soutien apporté par Villerest au débit de la Loire combine donc, dans des proportions très variables selon les années :

- un soutien pour satisfaire l'OSE de Gien ou de Villerest ;
- des abaissements du niveau de la retenue pour créer le creux printanier, le creux automnal ou un creux en cas de risque de crue (abaissement pour crue), ou pour revenir à la cote maximale après l'avoir dépassée (abaissement de régulation).

Le réservoir de Villerest est en permanence alimenté par la Loire et lâche de l'eau dans le fleuve. Il n'y a soutien que lorsque les lâchures opérées sont supérieures au débit entrant. Ce dernier n'étant pas mesuré, le système d'information de l'EPL ne fournit pas directement le soutien apporté par le réservoir à la Loire. L'EPL calcule donc, *a posteriori*, un volume consacré au soutien d'étiage à l'objectif de Gien pour le réservoir de Villerest. Les méthodes utilisées par l'EPL ont varié au fil du temps et ne sont pas clairement documentées jusqu'en 2015.

Chaque jour pendant la campagne de soutien d'étiage, le volume délivré par l'ouvrage est calculé par l'EPL en référence à un des deux OSE ci-dessus qui devient l'OSE directeur du jour. Malheureusement, le système d'information de l'établissement ne conserve pas cette information que depuis 2021. Il n'est donc pas possible de retracer précisément pour quel objectif ont été utilisées jusqu'en 2020 les ressources du réservoir ni de mesurer précisément l'impact de la modulation de l'OSE de Gien.

Pour travailler sur une série temporelle homogène, la mission a effectué une modélisation du fonctionnement du réservoir à partir des relevés journaliers des niveaux d'eau dans le réservoir communiqués par l'EPL. Cette modélisation n'a appelé aucune remarque ni de l'EPL ni de la DREAL Centre-Val de Loire. La lecture de ces informations a été complétée par les éléments issus des bilans présentés devant le CGTRNV puis le CGRNVES.

Cette modélisation permet de repérer :

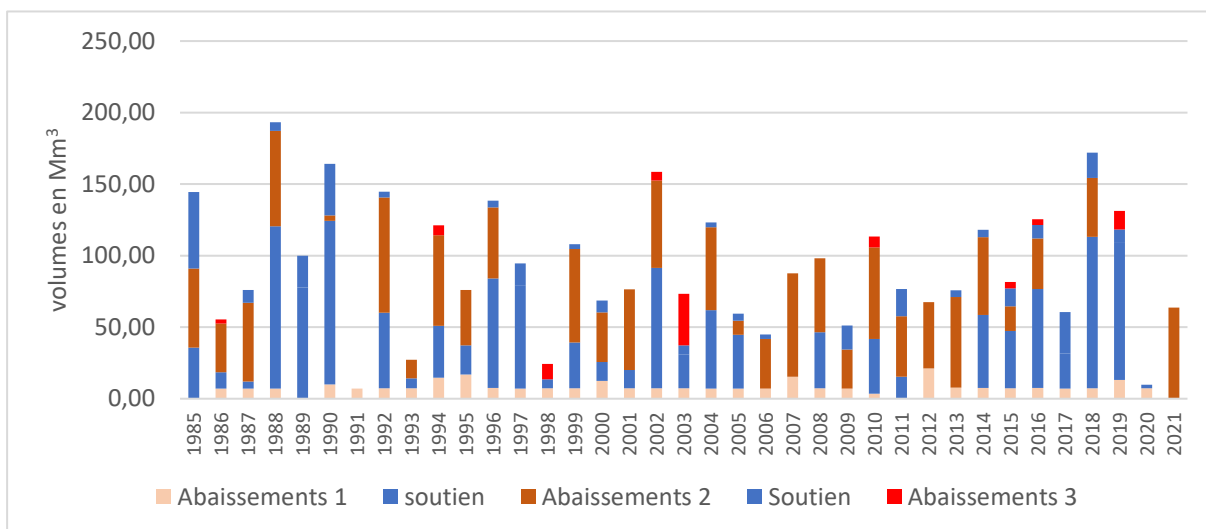
- les abaissements de l'hiver et du printemps (du 1^{er} janvier au 31 mai), dénommés abaissement 1 dans le graphique ci-dessous ;
- les abaissements de l'été (du 1^{er} juin au 15 septembre) , dénommés abaissement 2 dans le graphique ci-dessous ;
- les abaissements de l'automne (après le 15 septembre en cas de crue), dénommés abaissement 3 dans le graphique ci-dessous ;
- les soutiens, hors abaissement, qu'ils soient à l'OSE de Gien ou à celui de Villerest ;
- les écrêtements des crues ;
- et les périodes de maintien du niveau dans le réservoir.

Lorsque de l'eau est déstockée pour abaisser le niveau du réservoir, une partie du volume correspondant peut couvrir un besoin de soutien d'étiage intervenant au même moment. Notamment entre le 15 août et le 15 septembre pour former le creux automnal. La totalité des volumes concernés est attribuée, dans ce modèle, à l'abaissement car c'est lui qui commande l'importance des lâchures effectuées.

Dans cette approche, il apparaît que :

- Le débit de la Loire est soutenu chaque année par des déstockages d'eau ;
- Les années où ce soutien est limité aux seules exigences d'abaissement du niveau du réservoir pour la prévention des crues sont très peu nombreuses (2007, 2008, 2010 et 2021) ;
- La répartition des volumes entre les abaissements et le soutien est extrêmement variable selon les années (pluviométrie) et les régimes de modulation des OSE.

Figure 19 : Villerest – composantes du soutien du débit de la Loire



Source : analyse mission de données EPL

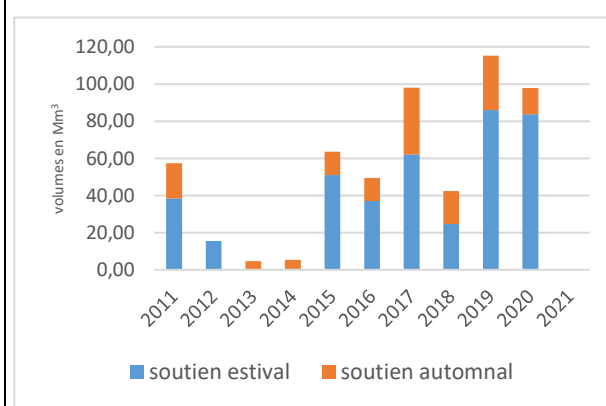
Cette approche homogène permet des comparaisons interannuelles, dont les deux suivantes :

Le soutien délivré par Villerest ainsi mesuré est d'un ordre de grandeur proche en 1985 (69 Mm³) et en 2015 (64 Mm³). En 1985 tout le soutien s'est opéré avec un OSE de Gien à 60 m³/s. En 2015, l'OSE de Gien a, pendant la campagne de soutien, été fixé à 50 m³/s. On peut mesurer, pour chaque jour de 2015 où un soutien a été délivré à l'OSE de 50 m³/s, le volume supplémentaire qu'il aurait fallu délivrer pour un OSE à 60. Au total on aboutit à un volume supplémentaire qu'il aurait fallu délivrer de l'ordre de 97 Mm³. Ce chiffre constitue un minorant du volume supplémentaire qui aurait été nécessaire si l'OSE avait été maintenu à 60 m³/s pendant toute la campagne, car l'approche n'identifie pas, parmi les jours d'interruption du soutien, ceux où la modulation a permis de s'exonérer d'un soutien qu'il aurait fallu assurer avec un OSE à 60 m³/s. Ce volume de 97 Mm³ est très nettement supérieur au volume restant dans le réservoir en fin de campagne (60 Mm³). Il aurait donc été nécessaire de solliciter fortement le soutien de Naussac à l'OSE de Gien.

Les règles de modulation de l'OSE de Gien n'ont plus été modifiées depuis 2010. Non plus que la valeur de l'OSE de Villerest. Le soutien apporté par le réservoir de Villerest varie donc depuis cette date en fonction des conditions climatiques et de la façon dont le CGRNVES et le préfet coordonnateur de bassin appliquent la modulation.

Sur cette période, on relève que le soutien automnal (intervenant à partir du 15 septembre une fois le creux formé pour l'écrêtement des crues) représente en moyenne 27 % du soutien délivré et a dépassé les 20 Mm³ à deux reprises en 2017 (36 Mm³) et 2019 (29 Mm³). Cette importance est à mettre en relation avec le constat opéré en partie 1.1.1 d'une extension au mois d'octobre du régime estival des débits de la Loire et de ses affluents qui prennent leur source dans le Massif Central.

Figure 20 : Villerest - évolution du soutien depuis 2006



Source : analyse mission de données EPL

On peut également noter une forte augmentation du soutien d'étiage à partir de 2015, sans pouvoir distinguer la part de celle-ci provenant d'une évolution tendancielle liée au changement climatique de celle provenant de la variabilité interannuelle.

La modulation des OSE

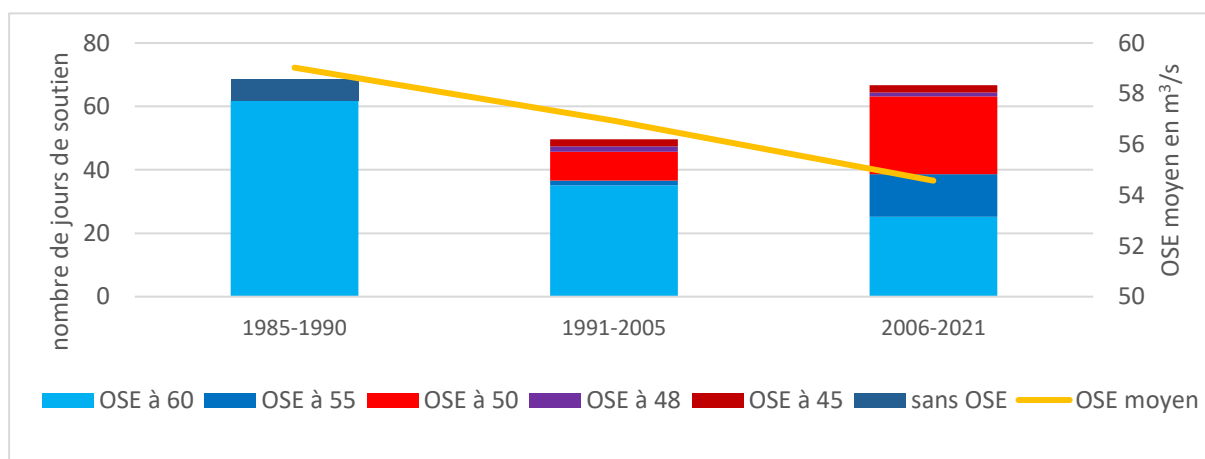
Le règlement d'eau du barrage de Villerest, approuvé par le décret du 4 mai 1983, fixe à 60 m³/s l'OSE à Gien. Pendant les premières années d'exploitation du réservoir (1985-1989), l'OSE est resté fixé à cette valeur quels que soient les besoins de soutien pour le tenir. Le niveau élevé du soutien assuré en 1989, année sèche mais non exceptionnelle, à hauteur de 252 Mm³ par les deux réservoirs et le faible remplissage de Naussac à l'issue de l'hiver 1989-1990, ont conduit le CGTRNV à retenir pour la première fois en 1990 l'idée de déroger temporairement à l'OSE de 60 m³/s à Gien. Celui-ci a effectivement été abandonné le 7 septembre au profit d'une régulation du débit sortant qui fit descendre le débit à Gien jusqu'à 50 m³/s pendant 8 jours au milieu du mois de septembre.

Des modulations de l'OSE, décidées en fonction des circonstances, sont intervenues ensuite en 1991, 1997, 2003, 2004 et 2005. A compter de 2006, le CGRNVES s'est doté d'une règle de modulation de l'OSE de Gien en fonction de la date de démarrage de la campagne de soutien d'étiage pour Gien et du remplissage du réservoir de Naussac à cette même date. Après avoir été légèrement simplifiée en 2010, cette règle a pris un caractère permanent depuis 2017.

La modélisation réalisée par la mission permet aussi d'évaluer les jours pendant lesquels les lâchures effectuées à Villerest ont contribué au soutien de la Loire. A l'intérieur de ces périodes, il est possible de rattacher chaque jour de soutien d'étiage effectif à l'OSE de Gien en vigueur. Les données fournies par l'EPL ne permettent pas de distinguer si l'OSE réellement servi est celui de Gien ou de Villerest. Le calcul qui suit porte donc sur toutes les journées où un soutien a été effectué quel que soit l'OSE réellement servi.

La répartition des jours en fonctions des OSE varie selon l'approche retenue par le comité de gestion. Le graphique ci-dessous présente cette répartition en distinguant les périodes mises en évidence à ce sujet (1989-1990 : pas de modulation de l'OSE, 1991-2005 : des modulations au cas par cas, 2006-2021 : une règle de modulation).

Figure 21 : Villerest – soutien délivré par OSE de Gien et OSE moyen



Source : analyse mission sur des données EPL et DREAL

Entre les deux premières périodes, la modulation a diminué le nombre moyen de jours de soutien et l'OSE moyen pendant ces jours de soutien, donc les volumes lâchés.

La règle de modulation en vigueur depuis 2006 a conduit à la poursuite de la diminution de l'OSE moyen, descendu à 54,6 sur la période 2006-2021. Cette forte baisse n'a pas empêché que le

nombre de jours faisant l'objet d'un soutien reparte à la hausse.

Pendant les deux premières périodes analysées, le nombre de jours où l'OSE à Gien était fixé à 60 demeurait majoritaire. Depuis 2006, ce nombre de jours est clairement minoritaire (46 %). Comme il n'a pas été possible de distinguer les jours où le seul OSE servi est celui de Villerest, ils interviennent dans ces calculs. Or, les valeurs les plus faibles de l'OSE de Gien sont décidées à des moments où le service de cet OSE est nécessaire. Sur des périodes où seul l'OSE de Villerest doit être servi, une modulation forte de l'OSE de Gien a peu de chances de prévaloir. Il y a donc de fortes chances que, sur cette période, les jours de soutien où l'OSE de Gien est à 60 comportent une part importante des jours de soutien où l'OSE servi est seulement celui de Villerest, à l'exemple des années 2013 et 2014 où l'OSE de Gien n'a pas été servi. Si on pouvait ne pas les prendre en compte dans ce calcul, ce pourcentage serait vraisemblablement inférieur. Et l'OSE moyen aussi.

La fixation d'OSE à des valeurs inférieures à $60\text{m}^3/\text{s}$ traduit une gestion prudente d'un stock limité face à une situation plus tendue dont la mission relève l'efficacité. Mais cette pratique éloigne de plus en plus l'OSE réellement servi à Gien de l'objectif figurant au règlement d'eau de l'ouvrage¹⁰⁴.

Les pistes d'optimisation

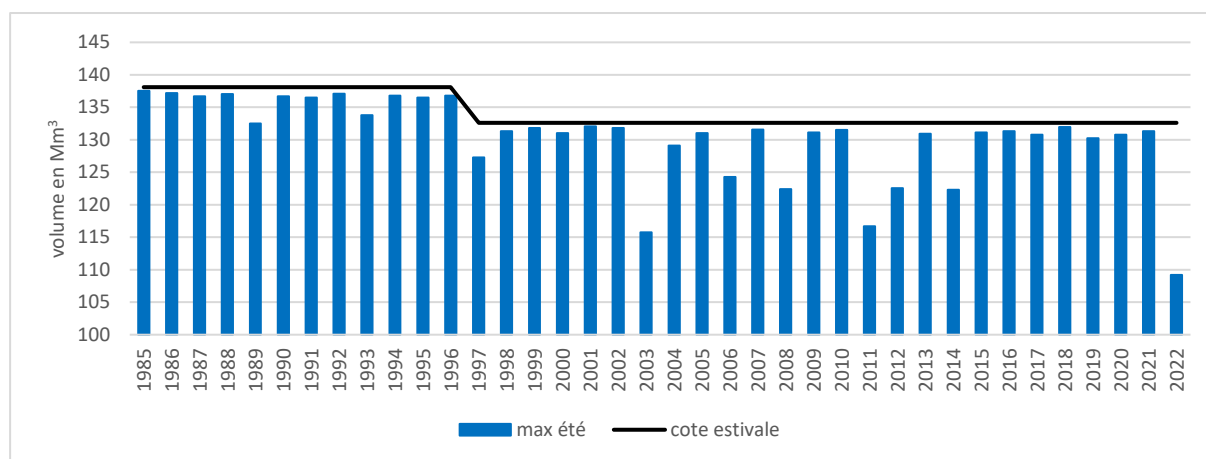
L'optimisation de l'exploitation du réservoir, que la mission considère comme nécessaire dans ce contexte, conduit à examiner trois sujets :

- Comment assurer l'atteinte de la cote estivale de 315,30 m NGF le plus tôt possible ?
- Est-il possible d'augmenter la cote estivale ?
- Comment répondre au besoin croissant de soutien pendant l'automne tout en maintenant la priorité à l'écrêtement des crues susceptibles de se produire pendant cette période ?

1) Plusieurs pistes pourraient permettre d'atteindre plus sûrement la cote estivale de 315,30 m NGF dès le début juin

La prévention des crues printanières impose le respect, entre le 15 février et le 31 mai, d'un creux qui ampute de 10Mm^3 le volume conservé dans le réservoir par rapport aux 133Mm^3 qui devraient, depuis 1997, être disponibles pour répondre au soutien d'étiage de la période estivale. Or, la reconstitution de cette marge présente, certaines années, des difficultés.

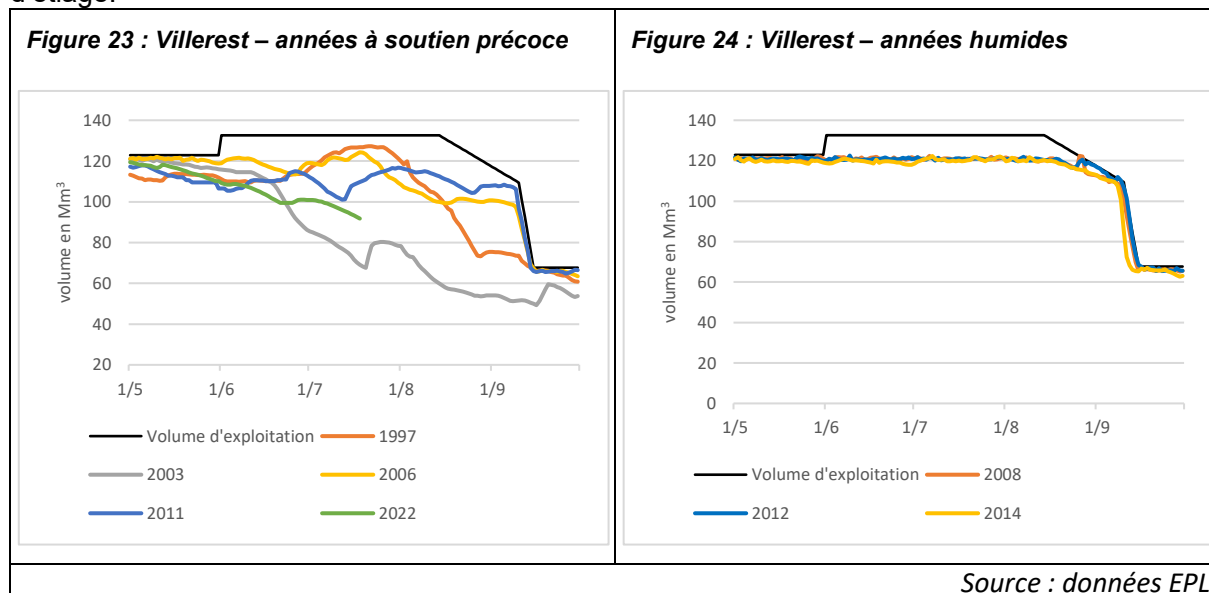
Figure 22 : Villerest – respect de la cote d'exploitation estivale



Source : données EPL

¹⁰⁴ Selon l'article 3 du règlement d'eau du barrage de Villerest, annexé au décret du 4 mai 1983 l'approuvant : « Du 1^{er} juin au 30 novembre, c'est-à-dire durant la période de soutien des étiages, la gestion a pour objectif, conjointement avec le barrage de Naussac, d'assurer en permanence à Gien un débit minimal de soixante mètres cubes tout en limitant la baisse du plan d'eau [...] »

La cote maximale estivale était fixée par le règlement d'eau à 316 m NGF, ce qui correspondait à un volume de 138 Mm³. Elle a été abaissée à 315,3 m NGF, correspondant à un volume de 132,6 Mm³, à partir de 1997. L'analyse des données qu'elle a fournies à la mission montre que si la cote estivale de 315,3 m NGF est régulièrement approchée, elle n'a pas été atteinte, avec une différence notable, à huit reprises depuis le début cette date. Cinq d'entre elles correspondent à des années à soutien précoce. Trois à des années humides à faibles perspectives de soutien d'été.



La question se limite évidemment aux années sèches où se conjuguent :

- de faibles débits printaniers encore réduits par le remplissage par EDF de la retenue de Grangent, située en amont de Villerest, pour l'atteinte de sa cote touristique ;
- un soutien précoce à l'OSE de Villerest dès que les débits entrants descendent en-dessous de 12 m³/s.

De ses analyses et des échanges qu'elle a eues avec le gestionnaire, la mission retient trois pistes d'amélioration :

La plus immédiate, à la main du CGRNVES, consiste à réévaluer l'OSE au droit de Villerest : le règlement d'eau du barrage annexé au décret du 4 mai 1983 l'approuvant fixe un débit garanti au pied de l'ouvrage de 10 m³/s du 1er décembre au 14 septembre puis de 8 m³/s du 15 septembre au 30 novembre. Le CGTRNV a décidé dès 1987 de relever à 12 et 10 m³/s ces débits puis de fixer l'OSE à 12 m³/s toute l'année en 1998, « *du fait de craintes portant plus sur la qualité des eaux que sur le niveau d'eau au droit des captages* » d'après la motivation figurant au relevé des décisions permanentes du comité. Cette décision a été prise il y a 24 ans. La situation a pu évoluer depuis. La mission préconise donc que soit réalisée rapidement, sous l'égide de l'ARS de bassin, une étude sur les diverses modalités de sécurisations des captages bénéficiant du relèvement de cet OSE afin de rechercher les moyens qui permettraient de revenir au soutien prévu dans le règlement d'eau.

La deuxième consiste à coordonner durant les mois de mai et juin la gestion des ouvrages de La Valette, de Grangent et de Villerest de sorte à pouvoir assurer le meilleur remplissage possible de chacun en instaurant des règles de priorité entre leurs usages respectifs : la situation idéale consiste à rechercher à ce que les trois ouvrages soient pleins en même temps au début de la période d'été (ce qui implique que le débit relâché à Villerest ne soit pas supérieur au débit entrant dans l'ouvrage le plus en amont additionné des apports naturels dans la rivière entre les barrages). Cette coordination est à étudier au plus vite entre l'EPL et EDF, concessionnaire des

chutes des trois barrages. Ses résultats pourront être repris dans les cahiers des charges des concessions de Versilhac – Vendets (pour la Valette), qui arrive à échéance en 2027, et de Grangent, qui arrive à échéance en 2032.

La troisième consisterait à chercher à profiter d'éventuels épisodes pluvieux qui pourraient intervenir durant la deuxième quinzaine du mois de mai pour monter dès ce moment-là le niveau de la retenue¹⁰⁵. Cette modification des consignes d'exploitation devrait pouvoir s'appuyer sur l'étude hydrologique de la Loire au barrage de Villerest réalisée pour le compte de l'EPL par BRLI en 2019 : elle devrait cependant être précisée puis soumise à validation du service de contrôle. Elle entraînerait enfin une révision du règlement d'eau qui dans son article 4 impose une cote maximale à 314m jusqu'au 31 mai.

2) Augmenter le niveau d'eau de la retenue du 1^{er} juin au 15 septembre ne paraît pas possible pour deux raisons :

Le décret du 4 mai 1983 approuvant le règlement d'eau du barrage de Villerest prévoyait, à partir du 1er juin, une remontée de la retenue jusqu'à 316 m NGF (qui ne devait pas être maintenue plus de 15 jours), ce niveau a été abaissé en 1997 à 315,30 m NGF par le Comité de gestion technique des réservoirs de Naussac et de Villerest, suite à des demandes formulées par le syndicat des communes riveraines de la retenue du barrage de Villerest afin de ne pas pénaliser l'accès au château de la Roche¹⁰⁶ situé sur la retenue.

Lorsque le plan d'eau est à la 315,30 m NGF, les calculs les plus récents effectués montrent que la cote atteinte pour la crue millénale, de 323,83 m NGF, ne dépasse pas le niveau actuel des plus hautes eaux de 324 m NGF mais il n'existe pas de marges. Un relèvement à 316 m NGF ne paraît donc pas possible d'un point de vue sûreté.

Le règlement d'eau prévoit néanmoins qu'une remontée à 316 reste possible dans le cas d'années sèches exceptionnelles (qui pourraient par exemple correspondre aux années où le remplissage de la retenue de Naussac serait au premier juin inférieur à une valeur à déterminer, par exemple à 50 % de sa capacité). Il est malheureusement peu probable qu'en année sèche exceptionnelle la Loire offre des ressources permettant d'atteindre la cote 316, alors même qu'en année sèche, l'atteinte de la cote de 315,30 m NGF appelle les mesures présentées au point précédent.

Si une augmentation était malgré tout envisagée, il conviendrait de mener des études approfondies afin d'identifier les mesures de renforcement nécessaires pour assurer la stabilité de l'ouvrage avec une charge hydraulique plus importante.

3) Conserver un volume d'eau plus important dans la retenue du 15 septembre au 15 octobre.

Aujourd'hui, le barrage doit revenir vers un niveau bas, situé à 304 mNGF, pour tenir compte de la

¹⁰⁵ Cette montée des eaux dès le 15 mai pourrait s'accompagner des mêmes mesures de précaution vis-à-vis des crues que celles qui sont prises durant le mois de juin et qui traduisent la priorité accordée à l'écrêtement des crues : en cas de pluies entre le 1er juin et le 15 août sur le bassin amont dépassant le seuil de 50 mm/24h, il est procédé à un abaissement du niveau de la retenue à la cote 314 m NGF, conformément au règlement d'eau.

¹⁰⁶ En 1997, suite à des demandes formulées par le syndicat des communes riveraines de la retenue du barrage de Villerest et au vu des conclusions des concertations intervenues à la suite de ces demandes, le comité a émis un avis favorable pour ramener la cote maximale de 316 à 315,30 m NGF afin de ne pas pénaliser l'accès au château de la Roche, une remontée à 316 restant possible dans le cas d'années sèches exceptionnelles. Si une remontée exceptionnelle à la cote 316 est donc règlementairement possible, elle n'a jamais été mise en œuvre. L'EPL précise qu'il est en pratique difficile de « prévoir » une situation exceptionnelle, et lorsque la situation est exceptionnelle du fait de l'absence de précipitations, la ressource n'est pas disponible pour augmenter le stockage. Le lecteur intéressé pourra voir des images de ce château et de la retenue sur le site suivant : <https://www.youtube.com/watch?v=pl8bmCHSAWk>

possibilité de crues à partir de mi-septembre alors que dans le futur, l'étiage devrait se prolonger certaines saisons jusque fin novembre et que les épisodes de crues devraient plutôt se déplacer vers la fin de l'année.

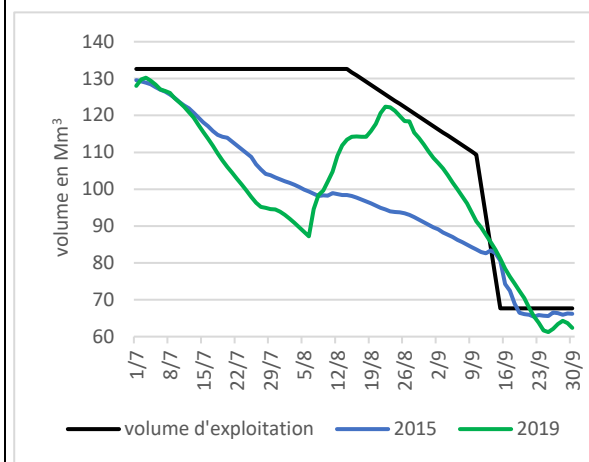
Ponctuellement, des dérogations peuvent être délivrées pour prolonger de quelques jours la descente à la cote 304 NGF¹⁰⁷. Cette mesure a été mise en œuvre en 2015 et 2019 (voir graphique ci-dessous).

Elle se justifie en outre pleinement en année de sécheresse estivale, quand la baisse du niveau d'eau du réservoir, sous l'effet du soutien d'étiage, rejoint la courbe de gestion aux alentours du 15 septembre en assurant l'atteinte de la cote 304 m NGF.

Cette souplesse de gestion pourrait devoir être plus fréquemment sollicitée à l'avenir avec l'aggravation du changement climatique. Elle pourrait suffire sans nécessiter une démarche longue de révision du règlement d'eau.

Au-delà de ces dérogations se pose la question d'une modification permanente de la courbe de gestion reportant au 30 septembre, voir au 15 octobre l'atteinte de la cote 304 m NGF.

Figure 25 : Villerest – dérogations de 2015 et 2019



Source : données EPL

Celle-ci présenterait de fait un double intérêt :

- Lorsque la période automnale est particulièrement sèche, le volume d'eau disponible pour soutenir l'étiage serait plus important fin septembre début octobre ;
- Lors d'une année normale, elle permet au gestionnaire d'électricité de mieux coupler la production avec les lâchers à effectuer pour abaisser le niveau d'eau dans la retenue.

Une telle modification, sans impact sur le soutien d'étiage estival, ne pourrait reposer que sur une réévaluation du risque de crue et de son calendrier.

L'étude hydrologique de la Loire au barrage de Villerest, réalisée pour le compte de EPL par BRLI en 2019, a montré que le risque hydrologique le plus marqué se serait « décalé » entre le 23 octobre et le 22 décembre (risque hydrologique fort) et aurait diminué durant la période du 22 août au 22 octobre (risque hydrologique modéré). Une prolongation du niveau bas du barrage semblerait donc possible.

D'un point de vue sûreté, un niveau, compris entre 304 et 314 m NGF, serait admissible car la cote des Plus Hautes Eaux (324 m NGF) n'est pas atteinte en cas de crue millénaire, même avec une

¹⁰⁷ « La cote 304 m NGF a été fixée pour permettre l'écrêtement optimum des crues automnales par la retenue de Villerest. A cette cote, le volume maximum dans la retenue est de 68 Mm3 environ, ce qui représente jusqu'à 53 Mm3 mobilisables pour le soutien d'étiage après le 15 septembre. Pour des raisons de sécurité de l'ouvrage et à l'aval de celui-ci, il n'est pas possible de maintenir la cote du barrage à une valeur ad hoc supérieure. Un ajustement éventuel n'est pas totalement à écarter compte tenu de l'évolution de l'hydrologie de la Loire, mais devrait être étudié puis soumis à validation du service de contrôle et entraînerait enfin une révision du règlement d'eau (celle-ci pouvant donner l'occasion à d'autres revendications de modifications contraignantes pour le soutien d'étiage). Toutefois, en cas de sécheresse exceptionnelle et au cas par cas, l'Etablissement conserve la possibilité de demander des dérogations au CGRNVES pour prolonger la descente à 304 de quelques jours voire semaines, afin de gérer précautionneusement le volume concerné en période d'étiage sévère. De telles demandes ont été faites en 2015 et 2019 avec une suite favorable. Les étiages 2015 et 2019 étaient particuliers, le premier par sa durée et le second par sa sévérité » Source : réponses de l'EPL aux questions de la mission.

retenue à 314 m NGF.

Comme le souligne l'EPL, un ajustement éventuel n'est donc pas à écarter compte tenu de l'évolution de l'hydrologie de la Loire, mais devrait être étudié puis soumis à validation du service de contrôle et entraînerait enfin une révision du règlement d'eau. Cette étude devrait permettre de déterminer s'il est possible sans compromettre la fonction d'écrêtement de crues de l'ouvrage de garder un volume d'eau supplémentaire de quelques millions de mètres cubes entre mi-septembre et mi-octobre.

D'un point de vue sûreté, le volume écrétable par le barrage de Villerest, autrement dit la performance de l'ouvrage ou encore le laminage, est fonction de la cote du plan d'eau. Il s'établit pour les crues de retour 100 à 10 000 ans à environ :

- 177 Mm³ lorsque la cote est à 304 m NGF (crues d'automne),
- 120 Mm³ lorsque la cote est à 314 m NGF (crues de mai)¹⁰⁸.

Les performances de l'ouvrage pour une cote à 306 ou 310 m NGF sont évaluées à 158 Mm³, et 138 Mm³ par l'EPL.

La mission souligne par ailleurs que ce même déplacement des crues vers la fin de l'année, conjugué au rehaussement de la crue décennalienne, pourrait conduire à prolonger la période où l'ouvrage serait maintenu à sa cote minimale jusqu'à une date qui reste à préciser.

Le réservoir de Naussac

D'une capacité de 185 Mm³, Naussac constitue le principal barrage en amont de l'Allier mais, contrairement à Villerest, il n'a pas de vocation d'écrêtement des crues. En sus de sa fonction principale de soutenir le débit d'étiage sur l'Allier, puis sur la Loire, il produit, de manière secondaire, de l'électricité.

Conçu dans les années 70 comme une réponse aux épisodes de sécheresses particulièrement sévères observés à l'amont de l'Allier, Naussac a de fait été réalisé en deux temps :

- D'abord par la création du réservoir lui-même : l'ouvrage a été déclaré d'utilité publique en février 1976¹⁰⁹, construit de 77 à 1981 et mis en service en 1983. Sa construction ainsi que son exploitation ont été tout d'abord concédées par le Ministère de l'agriculture en 1976¹¹⁰ pour une durée de vingt-cinq ans à une société d'économie mixte la Société pour la mise en valeur de la région Auvergne-Limousin, la SOMIVAL. Le ministère de l'agriculture ayant rejeté en 1992 la demande de renouvellement de la concession au motif que l'EPALA était pressenti pour gérer l'ouvrage, c'est l'EPL qui, à la fin de la concession, en a repris l'exploitation en 2003 (après une phase transitoire d'un an durant laquelle la SOMIVAL en a poursuivi l'exploitation). Enfin, l'Etat a transféré la propriété des aménagements de Naussac I à l'EPL au premier janvier 2007¹¹¹ ;
- Puis, par la mise en place à partir de 1998 d'un pompage depuis l'Allier, également appelé Naussac II, afin d'aboutir à un meilleur remplissage de l'ouvrage : EPL créé en novembre 1983 a été chargée de sa réalisation¹¹², et en a confié la maîtrise d'œuvre, l'assistance à

¹⁰⁸ Source pour ces deux chiffres : DREAL Aura. Mail à la mission (17/05/2022)

¹⁰⁹ [https://www.legifrance.gouv.fr/download/securePrint?token=2Q\\$i4EKTYF2RcxRCAU@U](https://www.legifrance.gouv.fr/download/securePrint?token=2Q$i4EKTYF2RcxRCAU@U)

¹¹⁰ Décret de concession du 11 juin 1976

¹¹¹ Arrêté préfectoral du 2 mars 2007 portant constatation du transfert du barrage-réservoir de Naussac et de ses dépendances du domaine public fluvial de l'Etat dans le domaine public fluvial de l'EPL (E.P. Loire). https://www.eptb-loire.fr/wp-content/uploads/2013/09/2007-03-02-arrete_061-002-transfert-Naussac-2.pdf

¹¹² Le contrat de plan particulier signé le 13 février 1986 entre l'Etat, l'agence de bassin Loire Bretagne et l'EPALA prévoyait la réalisation de quatre ouvrages : Serre-de-la-Farre, Chambonchard, le Veudre et Naussac II.

la maîtrise d'ouvrage ainsi que la réalisation des études à la SOMIVAL. La SOMIVAL et l'EPL ont fait le choix, qui constituait une première européenne, d'installer trois pompes réversibles, dites pompes turbines Deriaz, capables non seulement de remonter l'eau de l'Allier dans la retenue, mais aussi de produire de l'électricité en sens inverse¹¹³. Le décret de janvier 2000¹¹⁴ portant règlement spécial pour l'utilisation de l'énergie hydraulique de l'aménagement de Naussac-II (Lozère), précise que, pour le pompage, la puissance maximale (brute) est de 9 000 kW et, pour le turbinage, de 7 950 kW. Conformément à l'article 29 de la loi de 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique¹¹⁵, ce décret de janvier 2000 reconnaît à l'EPL la possibilité d'exploiter l'activité de production hydroélectrique qui reste accessoire par rapport à l'objectif de régularisation des débits de l'Allier et de la Loire assigné à l'aménagement de Naussac. Cette autorisation est toutefois limitée dans le temps : le règlement spécial prend en effet fin le 31 décembre 2034, date de la fin de l'autorisation de la deuxième phase d'aménagement de Naussac fixée par l'article 2 de l'arrêté interpréfectoral du 16 novembre 1994 qui déclarait Naussac 2 d'intérêt général et d'utilité publique¹¹⁶. Le contrôle de la construction et de l'exploitation des installations soumises au règlement spécial est assuré par le service chargé du contrôle de l'électricité.

Le remplissage de Naussac

Naussac bénéficie de trois sources d'approvisionnement, qui sont certes indépendantes, mais qui, prenant leur source dans la même zone géographique, connaissent des évolutions de débit similaires et vont donc toutes les trois être réduites en cas de saison sèche :

- Les apports directs gravitaires du Donozau : le Donozau avec un débit moyen estimé de 0,69 m³/s se jette dans la retenue de Naussac, et déverse ainsi en moyenne environ 20 Mm³/an ;
- La déviation d'une partie des eaux du Chapeauroux au moyen d'une galerie souterraine. La dérivation des eaux est aujourd'hui interdite : i) du 1er juillet au 31 août, ii) quand les lâchures sont effectuées par Naussac, iii) quand la retenue a atteint sa cote d'exploitation. Le débit réservé à respecter dans le Chapeauroux à l'aval de la dérivation est de 600 l/s. Le débit maximum dérivable par la prise d'eau est de 12 m³/s. Selon les données de l'EPL, les volumes stockés à partir de la dérivation du Chapeauroux ont été en moyenne de 40 Mm³/an ;

¹¹³ Voir notamment Naussac 2 : mise en œuvre des pompes turbines Deriaz, Thépot (EPALA), Clérin Sudour (SOMIVAL), Taulan (Alstom hydro Turbines Neyrpic), La Houille Blanche, 1999. <https://www.shf-lhb.org/articles/lhb/pdf/1999/03/lhb1999032.pdf>

¹¹⁴ Décret n°2000-21 du 5 janvier 2000 portant règlement spécial pour l'utilisation de l'énergie hydraulique de l'aménagement de Naussac-II (Lozère) par l'Etablissement public d'aménagement de la Loire et de ses affluents, aux fins de production d'électricité. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGIARTI000006866960/2000-01-12/#LEGIARTI000006866960>

¹¹⁵ Article 29 de la loi de 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique : « Les usines ayant une existence légale, ainsi que celles qui font partie intégrante d'entreprises déclarées d'utilité publique et pour lesquelles un règlement spécial sera arrêté par un décret rendu en Conseil d'Etat, ne sont pas soumises aux dispositions des titres Ier et V de la présente loi. Toutefois, elles supportent la taxe, dont le taux et le mode de recouvrement sont réglés par les articles 8 et 22 ». https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000006847069/1919-10-18 Si l'article premier de la loi stipule que « Nul ne peut disposer de l'énergie des cours d'eau quel que soit leur classement, sans une concession ou une autorisation de l'Etat », son article 29 établit que les titulaires de droits fondés en titre sont dispensés de solliciter auprès de l'administration l'autorisation d'établir une prise d'eau aux fins d'utiliser la force hydraulique. Ainsi, par cet article 29, les dispositions de la seule loi de 1919 ne s'appliquent pas à ces ouvrages considérés comme « autorisés » sans limite de durée. Néanmoins, ils n'en sont pas moins soumis à la police de l'eau, à l'instar de toute autre autorisation ». *Guide pratique relatif à la police des droits fondés en titre*, DGALN/DEB, https://www.gesteau.fr/sites/default/files/Guide_police_des_droits_fondés_en_titre.pdf

¹¹⁶ Arrêté interpréfectoral Haute Loire et Lozère en date du 16 novembre 1994 déclarant d'intérêt général et d'utilité publique NAUSSAC 2

- Le pompage d'eau dans l'Allier : depuis l'installation des pompes (réversibles), il est possible de prélever une partie des eaux de l'amont de l'Allier vers la retenue sous un certain nombre de conditions, et, en particulier, en respectant un débit minimal à l'aval dans l'Allier de 3 ou de 5 m³/s¹¹⁷ suivant que le remplissage de l'ouvrage est en-dessous (5 m³/s) ou au-dessus de son niveau d'alerte (3 m³/s). L'eau est amenée, par l'intermédiaire d'un canal et d'une galerie (340 m et 2,6 m de diamètre), vers un bassin (40 000 m³) créé sur le Donozau aval. La cote du seuil sur l'Allier est à 888 m NGF, et la hauteur par rapport au terrain naturel de 2,3 m. Le bassin sur le Donozau se situe 57 m en dessous du plan d'eau de Naussac. Le dispositif de pompage permettant de remonter l'eau dans le barrage est constitué de 3 pompes de 5 m³/s (soit un prélèvement maximum de 15 m³/s dans l'Allier) installées dans un ouvrage souterrain. De fait, l'usine peut pomper au minimum 2 m³/s et au maximum 12 m³/s en fonction de la hauteur d'eau dans la retenue (cote au barrage minimum requise pour le pompage de 921 m NGF correspondant à un volume de l'ordre de 25 M m³). Depuis la mise en service de la station de pompage, le volume moyen pompé annuellement a été d'environ 20 Mm³, avec une valeur maximum de 74,5 Mm³ en 2006, année suivant la vidange pour travaux.

Figure 26 : Naussac – situation du barrage et de ses prises d'eau¹¹⁸



Source : EPL

Le tableau ci-dessous, établi à partir d'éléments transmis par l'EPL ou figurant dans l'état des lieux de lieux de l'étude HMUC du Haut-allier et de l'Allier aval, illustre les évolutions du remplissage et des déversements. Notons au passage que la SOMIVAL estimait, en 1993, dans une étude préalable à la réalisation de Naussac II, que les installations de pompage auraient été utilisées 21 années sur 46 de 1944 à 1991 et auraient permis en moyenne de prélever 36 Mm³ (sur les 300 millions écoulés dans l'Allier annuellement à la hauteur de la prise).

¹¹⁷ Les prélèvements dans l'Allier sont réalisés dans le respect des conditions suivantes : a) débit réservé de l'Allier de 3 m³/s, b) tout prélèvement sera autorisé dès lors que la cote de remplissage de la retenue de Naussac sera inférieure à la cote définie dans la courbe d'alerte, c) du 1er novembre au 31 mars, dès lors que la cote de remplissage de la retenue de Naussac est supérieure ou égale à la cote définie dans la courbe d'alerte, les prélèvements seront autorisés sous réserve que le débit maintenu dans l'Allier soit de 5 m³/s, d) les variations des débits prélevés sont limitées de 1 à 5 m³/s par demi-heure, selon le débit restant dans l'Allier, e) le prélèvement est limité à une valeur maximum de 15 m³/s.

¹¹⁸ Source : Carte page 105. *Etude HMUC des SAGE du Haut Allier et de l'Allier aval, RAPPORT DE PHASE 1, CESAME*, <https://sage-allier-aval.fr/validation-de-la-phase-detat-des-lieux-de-letude-hmuc-allier-par-les-cle-des-sage-haut-allier-et-allier-aval/>

Tableau 2 : Naussac – évolutions du remplissage et des déversements

Apports et déstockages en Mm ³	Apports Donozau	Apports Chapeauroux	Apports pompage Allier	Apports totaux	Déstockages du premier juillet à fin novembre
1983-1997	22,6	42,7	0	65,3	63,3
1998-2021	21,8	39	16,8	77,6	65,2
2016-2021	22,2	45,6	17,2	85	70,1
2016 -2019	20,7	52,3	23,0	96,0	77,4

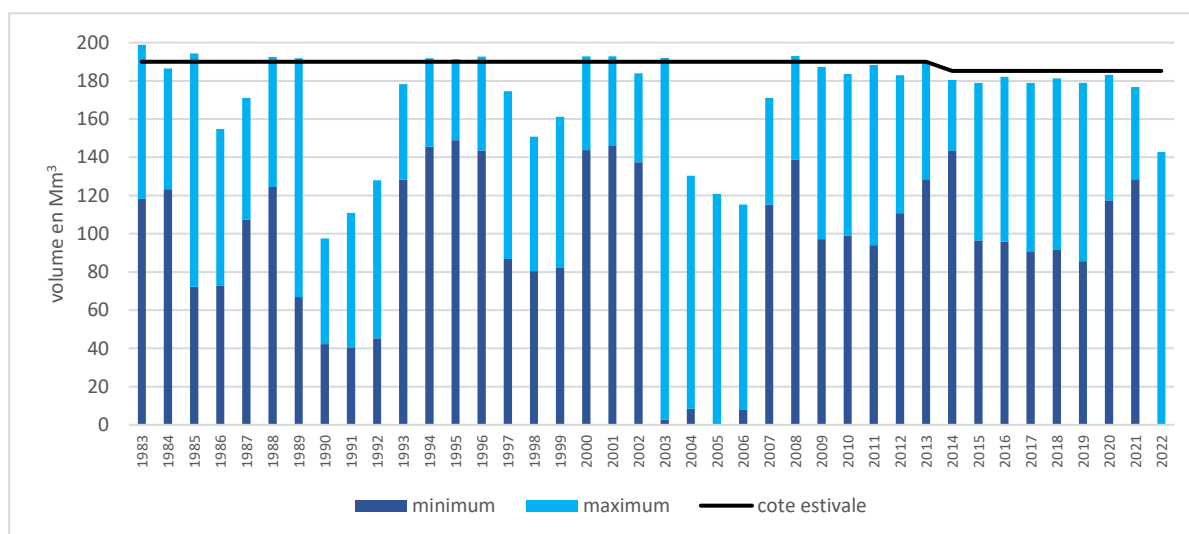
Source : données EPL et étude HMUC Allier phase 1.

Le sujet récurrent depuis la mise en service de l'ouvrage est celui de son remplissage. En effet les bassins versants du Donozau et du Chapeauroux, seuls dans un premier temps, puis complété par pompage dans l'Allier, n'assurent pas un remplissage complet de la retenue tous les ans. Les dispositions de gestion ont été définies pour garantir un remplissage au niveau maximum 8,7 années sur 10 ;

Le graphique ci-dessous confirme que :

- Le retour à la cote estivale peut prendre plusieurs années (2000 après le minimum de fin 1997 et 2008 après la vidange de 2005) ;
- Le retour à la cote estivale peut être rapide (2020 après une année à 2019 à fort soutien) ;
- Un hiver sec, comme en 2021-2022, peut limiter très fortement le remplissage du réservoir, ce qui contraint alors la gestion du soutien d'étiage.

Naussac - évolution du remplissage du réservoir



Source : données EPL

Pour ménager cette ressource, dont il n'est pas assuré qu'elle puisse être renouvelée dans le courant de l'hiver qui suit, l'EPL gère le réservoir de Naussac dans une approche pluriannuelle. La modulation de l'OSE de Gien (depuis 2006) ainsi que de celui de Vic-le-Comte (depuis 1986), mises en place par le CGRNVS, qui tiennent compte du niveau de remplissage de Naussac au début de la campagne de soutien d'étiage, constituent un élément majeur de cette gestion visant à prévenir le risque d'interruption brusque du soutien d'étiage par épuisement des réservoirs.

On observe ainsi que depuis 2007, le volume minimum retenu dans le réservoir, en fin de

campagne de soutien d'étiage, est toujours resté supérieur à 85 Mm³.

Le soutien d'étiage

Le réservoir de Naussac opère un soutien d'étiage pour satisfaire l'un ou l'autre des objectifs suivants de débit dans l'Allier :

- 2 m³/s au niveau de l'ouvrage ;
- 5,5 m³/s à la confluence du Chapeauroux, du 15 mai au 15 septembre, pour la pratique d'activités d'eaux-vives¹¹⁹ (en mai 2022, des lâchures ont été effectuées pour satisfaire ce seul objectif) ;
- 6 m³/s à Vieille-Brioude¹²⁰, (au niveau du débit seuil d'alerte ou DSA) ;
- de 14 à 10 m³/s à Vic-le-Comte¹²¹ (entre le DSA et le DOE).

Il assure aussi un soutien d'étiage de la Loire, en complément de la retenue de Villerest, lorsque les ressources de cette dernière ne suffisent pas à répondre à l'objectif de soutien d'étiage à Gien.

Le barrage de Naussac n'a pas de fonction d'écrêtement de crue. L'eau est délivrée à l'Allier par déstockage du réservoir :

- pour soutenir le débit au service d'un ou plusieurs OSE ;
- ou pour abaisser le niveau de la retenue, pour inspection, travaux ou pour revenir à la cote maximale après l'avoir dépassée (abaissement de régulation).

Comme pour Villerest, la mission a effectué une modélisation du fonctionnement du réservoir de Naussac. Ce travail permet de distinguer, parmi les jours de déstockage :

- les jours d'abaissement du niveau pour revenir à la cote estivale après dépassement de celle-ci ;
- les jours d'abaissement du niveau pour motif technique (inspection ou travaux) ;
- les jours de soutien d'étiage.

Chaque jour pendant la campagne de soutien d'étiage, le volume délivré par l'ouvrage est calculé par l'EPL en référence à un des OSE ci-dessus qui devient l'OSE directeur du jour. Comme pour Villerest, le système d'information de l'établissement ne conserve cette information que depuis 2021. Il n'est donc pas possible de retracer précisément pour quel objectif ont été utilisées jusqu'en 2020 les ressources du réservoir ni de mesurer précisément l'impact de la modulation de l'OSE de Vic-le-Comte.

Depuis sa mise en service, le réservoir de Naussac a soutenu le débit de l'Allier tous les ans. En 2005, ce soutien est masqué par les lâchures opérées pour abaisser le niveau d'eau afin d'effectuer des travaux d'étanchéité. Le compte-rendu de la campagne de soutien d'étiage présenté au CGRNVES en mars 2006 indique que « *du fait de la vidange, le volume déstocké est sensiblement supérieur aux besoins qui seraient apparus pour le seul soutien d'étiage* » mais n'évalue pas la part du soutien d'étiage dans le volume déstocké. La mission n'a pas pu reconstituer ce chiffre. Cette année est donc neutralisée dans les analyses suivantes.

Les lâchures opérées depuis Naussac visent la satisfaction de tout ou partie des objectifs de

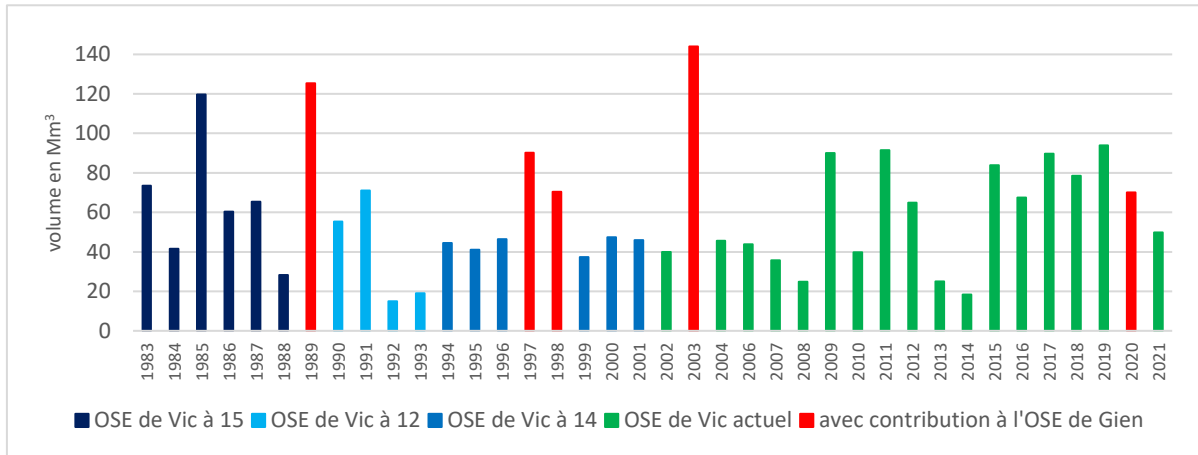
¹¹⁹ Cet objectif remplace un objectif lié au barrage de Poutès, résultant d'une décision intervenue pour la première fois en 1991, devenu caduc suite à la transformation de cet ouvrage

¹²⁰ Objectif réglementaire découlant de la déclaration d'utilité publique de 1976

¹²¹ Ce dernier objectif ne découle pas du règlement d'eau du barrage de Naussac mais d'une décision du comité de gestion technique des réservoirs de Naussac et Villerest intervenue en 1983. Les règles de modulation de cet objectif sont stabilisées depuis 2002.

soutien d'étiage énumérés ci-dessus, selon l'évolution des débits de l'Allier. Il est arrivé que des lâchures exceptionnelles interviennent ponctuellement à la demande de certains acteurs¹²². Quelle qu'ait été leur motivation, toutes ces lâchures ont contribué à soutenir le débit de l'Allier et de la Loire. Leur total annuel, hors abaissments, figure dans le graphique ci-dessous.

Figure 27 : Naussac – volumes annuels déstockés pour le soutien de l'Allier et de la Loire

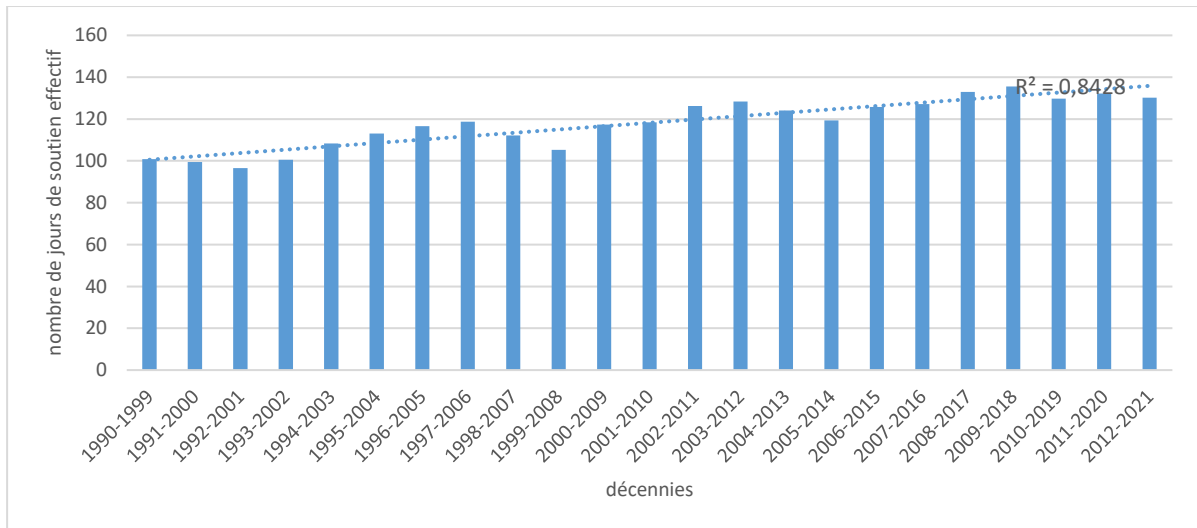


Source : analyse mission de données EPL

Ces chiffres ne sont pas directement comparables, car les règles de soutien ont évolué au fil du temps, par la définition de règles de modulation de plusieurs OSE dont principalement ceux de Gien et de Vic-le-Comte.

La modélisation effectuée par la mission permet d'identifier les jours de soutien effectif au sein d'une campagne qui peut aussi comporter des jours d'abaissement et d'autres sans déstockage d'eau ou avec augmentation du stock.

Figure 28 : Naussac – évolution du nombre de jours de soutien d'étiage



Source : analyse mission de données EPL

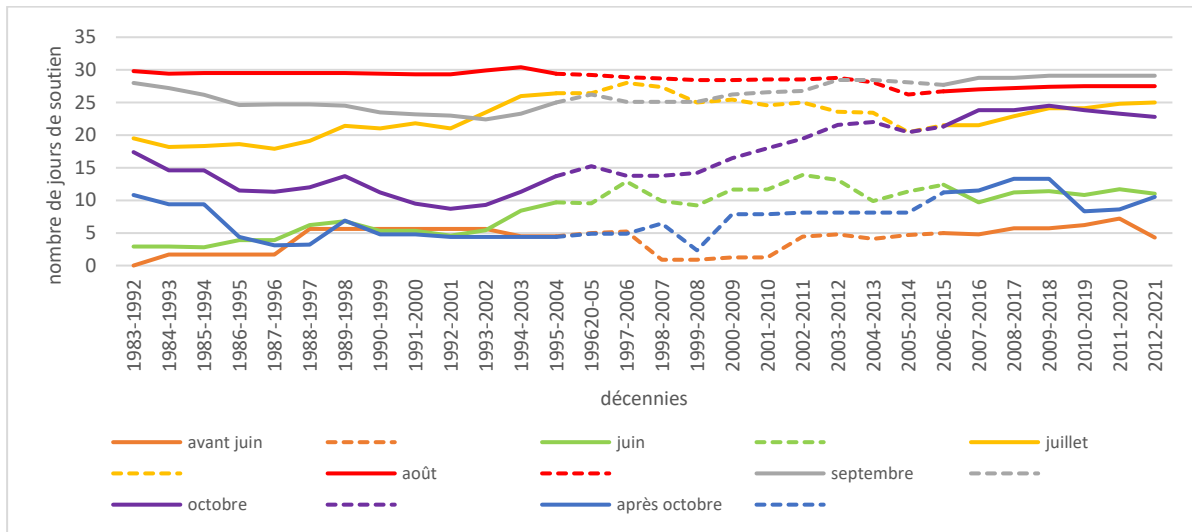
L'analyse des moyennes décennales¹²³ du nombre de jours de soutien effectif pendant les

¹²² EDF pour diluer les apports lors de la vidange de ses barrages situés sur l'Ance-du-Sud (Saint-Prejet en 1987 et Pouzas en 1989), la Ligue d'Auvergne de canoë-kayak pour une compétition (1987), l'association SOS saumon Loire-Allier (1993).

¹²³ L'année 2005, au cours de laquelle la vidange du réservoir pour travaux a intégralement masqué le soutien d'étiage est également neutralisée dans cette approche

campagnes de soutien d'étiage (graphique ci-dessus) fait apparaître une tendance à la hausse statistiquement significative depuis 1990. Celle-ci s'explique notamment par l'augmentation du nombre de jours de soutien en septembre et surtout en octobre en cohérence avec le passage à un régime estivo-automnal sur l'Allier, comme le montre le graphique ci-dessous.

Figure 29 : Naussac – nombre de jours de soutien par mois



Source : analyse mission de données EPL

Les tiretés correspondent aux décennies incluant l'année 2005 neutralisée

Ce soutien est devenu quasiment permanent en septembre, comme en août. Il est maintenant aussi fréquent en octobre – courbe violette sur le graphique ci-dessus – qu'en juillet, entre 20 et 25 jours par mois en moyenne décennale.

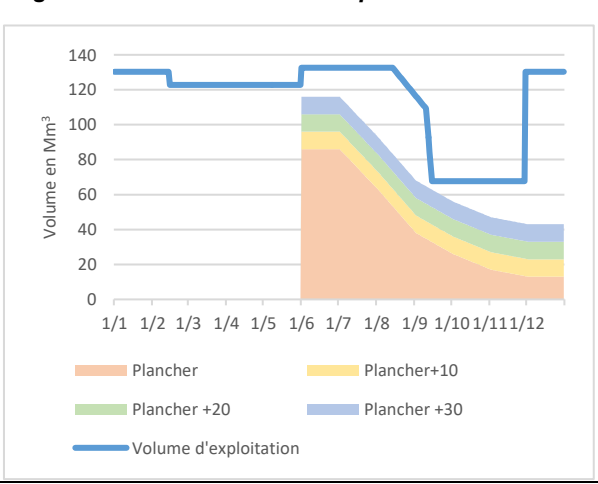
La contribution à l'OSE de Gien

Le réservoir de Naussac peut servir l'objectif de soutien d'étiage de Gien, en renfort du réservoir de Villerest. Le dépouillement des comptes rendus du CGTRNV puis du CGRNVES fournis par la DREAL montre que le réservoir de Naussac a été mis directement à contribution pour le soutien de l'OSE de Gien 7 années depuis sa mise en service (1989, 1997, 1998, 2003, 2005, 2020 et 2022). La modulation de l'OSE de Gien formalisée en 2006, a été complétée en 2011 par la mise en place de courbes d'alerte à Villerest organisant l'appel à Naussac pour le service de Gien.

Le franchissement de la courbe plancher interrompt le soutien d'étiage à l'OSE de Gien. Seul l'OSE du pied du barrage peut encore être servi. La courbe décroît du 2 juillet au 1^{er} décembre passant de 86 à 13 Mm³.

Les courbes d'alerte sont définies par rapport à la courbe plancher en ajoutant à celle-ci des volumes de 10, 20 et 30 Mm³. Au-dessus de ces courbes l'OSE de Gien est servi uniquement par Villerest en fonction du besoin. Entre les courbes plancher et plancher + 30, +20 et +10, les débits sortant de Villerest sont limités respectivement à 24, 20 et 16 m³/s. Si le service de l'OSE de Gien appelle des débits supérieurs, ceux-ci sont fournis par Naussac.

Figure 30 : Villerest – courbes plancher et d'alerte



Source : Données EPL

La contribution du réservoir de Naussac à l'OSE de Gien n'a jamais été très fréquente. Elle l'est

encore moins depuis 2006. Celle-ci est effet passé :

- de 5 années sur 23 de 1983 à 2005 ;
- à 2 année sur 17 de 2006 à 2022.

Faute que les OSE directeurs aient été conservés, les informations dont la mission a obtenu communication de la part de l'EPL ne lui ont pas permis de mesurer sur chacune des 6 campagnes achevées (de 1989 à 2020), le volume d'eau lâché par Naussac à l'OSE de Gien. Pour l'année 2020, elle a pu évaluer, grâce aux éléments fournis par l'EPL, que ce soutien se situe dans une fourchette de 432 000 à 864 000 m³. Ce qui représente entre 0,6 et 1,3 % d'un soutien total de 67 Mm³ délivré cette année-là par le réservoir.

Depuis 2010, le réservoir de Naussac est donc, dans la pratique, quasi-exclusivement consacré au soutien d'étiage sur l'Allier. Comme l'Allier est un affluent de la Loire, on peut considérer que, même limité aux OSE de l'Allier, le soutien d'étiage procuré par Naussac profite à la Loire. Cependant, on observe, sur la même période, une nette dégradation du respect du DOE à Cuffy, sur l'Allier aval, et donc des apports de l'Allier à la Loire pendant les périodes d'étiage. Ce qui donne une autre mesure de ce repli.

Par ailleurs, l'étude HMUC Haut Allier et Allier aval constate¹²⁴ que « *l'exploitation du barrage de Naussac et la restitution vers l'aval de débits significatifs (relargage de 70 à 100 millions de m³ au cours de l'été avec des moyennes mensuelles comprises entre 5 et 10 m³/s selon les années) augmente significativement le débit de l'Allier en aval par rapport à une situation « naturelle » de Qmna5. Jusqu'à Vic-le-Comte, le débit en situation de Qmna5 est presque doublé par rapport à une situation naturelle sans la présence du barrage. A la confluence avec la Loire, le bilan « rejets-prélèvements » en situation de Qmna5 est presque équilibré. En situation d'étiage marqué, les apports de Naussac dans la partie haute du bassin versant de l'Allier compensent donc en grande partie les prélèvements réalisés en aval.* » En année sèche, d'après cette étude, l'apport de l'Allier à la Loire se limiterait donc, en ordre de grandeur, à son débit naturel.

Les pistes d'optimisation

Le changement climatique en cours amène néanmoins à s'interroger sur le fonctionnement de la retenue de Naussac : comme le souligne l'étude relative à *l'Élaboration d'une stratégie d'adaptation du mode de gestion des barrages de Villerest et Naussac sous l'effet du changement climatique*¹²⁵, si les cotes d'objectif de remplissage sur Villerest sont atteintes pour l'ensemble des projections, laissant présager peu d'évolution sur la capacité à remplir le barrage à l'horizon 2050, « *a contrario le remplissage du barrage de Naussac est plus problématique, avec une baisse généralisée du niveau d'eau moyen dans le barrage. Le barrage de Naussac serait ainsi plus sollicité à l'avenir, du fait notamment de l'activation plus fréquente, sous l'effet du changement climatique, des règles de basculement existantes entre Villerest et Naussac, sauf si la modulation de l'OSE de Gien était encore accentuée pour éviter d'accroître cette sollicitation. L'ouvrage connaîtrait ainsi une baisse des niveaux d'eau en fin d'étiage (notamment avec une augmentation du nombre d'années où le barrage serait susceptible d'être vide), et une difficulté à se remplir l'année suivante* »¹²⁶. De manière quantitative, les besoins en eau devraient nécessiter des lâchers d'eau trois fois plus importants en aval de Naussac estimés à 161 Mm³ (contre 57 Mm³ en moyenne aujourd'hui).

Dans ces conditions, la mission estime que l'adaptation au changement climatique de la retenue

¹²⁴ CESAME études et conseil en environnement, « Etude gestion quantitative avec une analyse Hydrologie Milieux Usages Climat et élaboration de programmes d'action pour une gestion durable des ressources en eau sur les territoires des SAGE du haut Allier et de l'Allier aval. Synthèse du rapport de phase 1 », décembre 2021, p 272

¹²⁵ Voir notamment page 7. *Etude d'adaptation du mode de gestion des barrages de Villerest et de Naussac sous l'effet du changement climatique : phase 4*

https://www.eptb-loire.fr/wp-content/uploads/2017/12/Rapport_Phase4_EP_Loire_v3.pdf

¹²⁶ *Ibidem*. Voir notamment page 7.

de Naussac doit conduire à rechercher une optimisation de la gestion pluriannuelle de l'ouvrage suivant deux axes prioritaires consistant à réduire la consommation d'eau lorsque le réservoir n'est pas plein et à augmenter son remplissage annuel.

1) Comment réduire la consommation d'eau lorsque le réservoir n'est pas complètement rempli ?

La modulation des OSE est l'outil le plus puissant de mise en adéquation de la ressource disponible avec les besoins de soutien d'étiage. Or, comme pour Villerest, on observe que les OSE de proximité du barrage : confluence du Chapeauroux et Vieille-Brioude échappent à toute modulation, contrairement à ceux de Vic-le-Comte et de Gien.

En cas d'année à hiver et printemps sec, comme en 2022, un soutien d'étiage précoce pour satisfaire ces OSE de proximité peut entamer tôt un stock limité, inférieur à 180 Mm³.

Ce sujet est à la main du CGRNVES. La mission préconise donc que soit étudiée sans tarder une modulation de ces OSE, en fonction du remplissage du réservoir.

2) Comment mieux assurer le remplissage du réservoir ?

Un meilleur remplissage annuel permet en effet de :

- répondre plus facilement au besoin moyen de remplissage de la retenue qui devrait croître d'ici à 2050 ;
- et, en année moyenne de soutenir de manière plus importante le débit d'étiage de l'Allier jusqu'à sa confluence avec la Loire, autrement dit de déstocker un volume d'eau plus important.

La mission recommande donc à EPL d'explorer toutes les pistes possibles d'augmentation du remplissage annuel du barrage-réservoir de Naussac et d'examiner notamment la possibilité de faire appel plus souvent au pompage d'ans l'Allier.

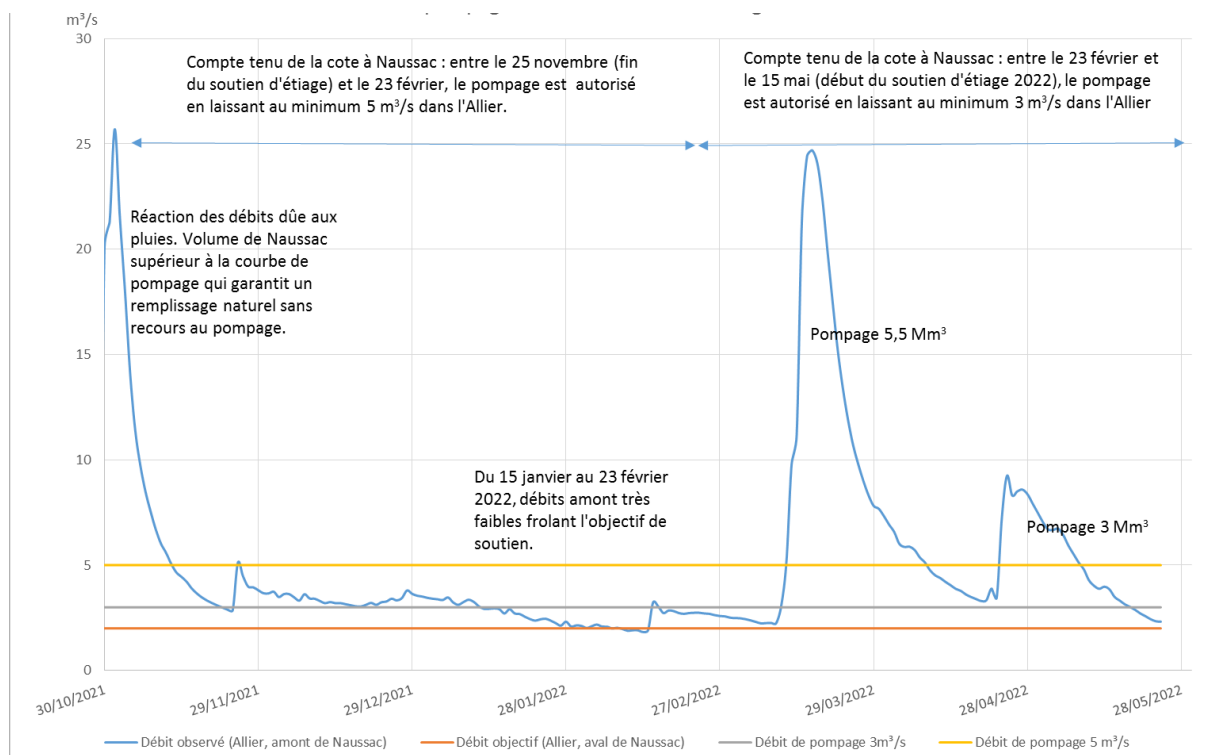
Les conditions météorologiques de l'hiver 2021-2022 et du printemps 2022 n'ont permis de remplir le barrage que de 14 Mm³ - ce qui est le plus faible remplissage intersaison depuis la mise en service du barrage en 1983. L'analyse des difficultés rencontrées peut aider à dégager des pistes de progrès.

La raison principale est liée à la succession d'un hiver puis d'un printemps, tous les deux particulièrement secs, qui ont conduit à une très forte réduction des trois sources d'approvisionnement de la retenue :

- Alors que la dérivation du Chapeauroux permet de dériver un volume moyen de 40 Mm³, celui-ci n'a été pour 2021-2022 que de 5 Mm³ ;
- Un pompage de 9 Mm³ (en comparaison d'une moyenne annuelle d'environ 20 Mm³) a pu être réalisé sur l'Allier lors des deux seuls épisodes pluvieux de la saison (mi-mars et fin avril), comme l'illustre le graphe suivant. Le pompage en mars aurait théoriquement pu être plus important (4 Mm³) si deux des trois pompes n'avaient pas été indisponibles pour maintenance et réparation. En dehors de ces épisodes, le niveau de l'Allier à Langogne est resté inférieur au niveau réglementaire autorisant le pompage (entre 3 et 5 m³/s en fonction des conditions de remplissage de la retenue) ;

Enfin, les apports naturels du Donozau ont été très faibles en 2022.

Figure 31 : Naussac – gestion du pompage entre les étiages 2021 et 2022



Source : EPL

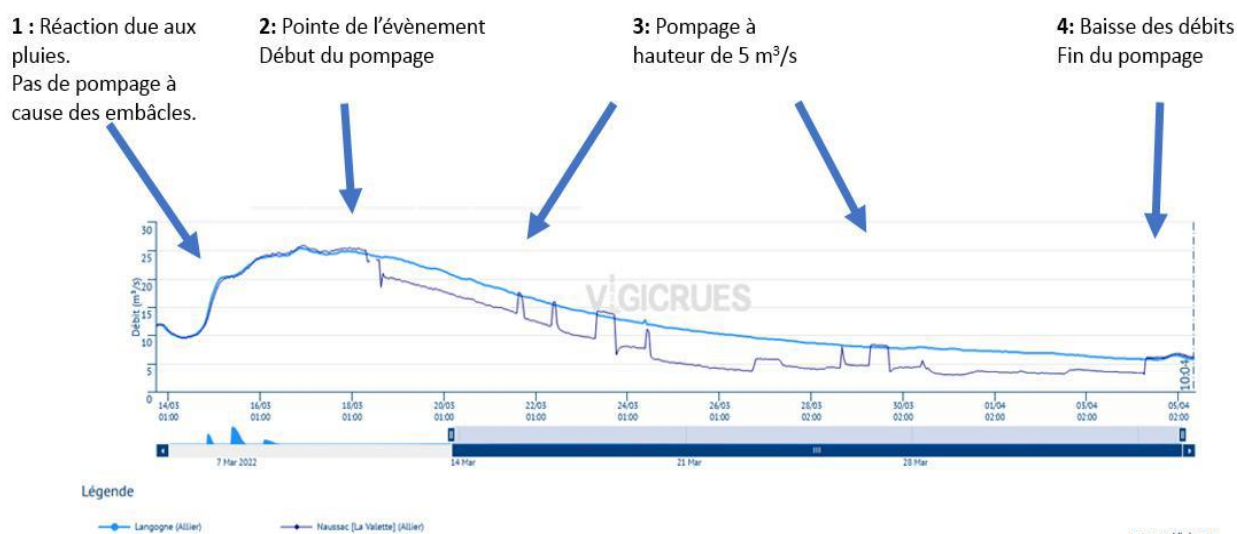
La mission a en particulier identifié les pistes suivantes : les études techniques et économiques correspondantes restent néanmoins à mener. Ces solutions, si leur intérêt était confirmé, lui paraissent en effet préférables à la création de nouvelles retenues de quelques millions de mètres cubes en bordure de l'Allier :

- Se donner les moyens de prélever et de pomper de l'eau plus rapidement lors d'un épisode pluvieux : le gain possible serait de 5 à 7 Mm³ sur le premier épisode pluvieux d'importance de l'hiver. Les pompes de relevage de Naussac ne sont pas aujourd'hui équipées de dégrilleurs¹²⁷ : l'absence de colmatage est assurée par le fonctionnement inverse des pompes (en turbinage) qui conduit à déstocker l'eau¹²⁸. Dans ces conditions, l'EPL précise que « lors du premier épisode pluvieux hivernal, le cours d'eau charrie énormément d'embâcles qui viennent perturber le fonctionnement de la prise d'eau sur l'Allier et conduisent à des indisponibilités prolongées de l'ensemble de l'usine. Ce constat a conduit l'Etablissement à prendre le parti de ne pas pomper au début du seul premier épisode pluvieux hivernal. En théorie, sans cette règle de gestion, il aurait été possible de pomper jusqu'à 10 Mm³ supplémentaires lors du coup d'eau du 18 mars au 4 avril ». L'EPL ajoute « qu'en pratique, la probabilité aurait été forte que l'usine soit rapidement rendue indisponible et que le pompage soit finalement inférieur au pompage observé » : c'est ce point qui doit être étudié et faire l'objet de mesures adéquates. L'EPL indique également que sur l'ensemble de l'évènement, le pompage de 10 Mm³ supplémentaire aurait été théoriquement possible si les 3 conditions suivantes avaient été réunies : un pompage dès la première heure (~4,5 Mm³), l'utilisation de 2 groupes et un fonctionnement sans interruption ;

¹²⁷ Le dégrilleur est l'appareil permettant d'ôter les débris qui s'accumulent sur la grille d'une prise d'eau.

¹²⁸ Les trois pompes rejettent, en mode turbinage, leurs eaux dans une seule conduite : « cette structure comporte des grilles empêchant l'introduction de corps étrangers dans les machines lors du fonctionnement en turbine. Ces grilles ne disposent pas de dégrilleur mais peuvent être nettoyées à contre-courant au pompage, les débris étant évacués par un conduit de chasse en dérivation ». <https://www.shf-lhb.org/articles/lhb/pdf/1999/03/lhb1999032.pdf>

Figure 32 : Naussac – débits dans l'Allier lors de l'épisode pluvieux de mi-mars 2021



Source : EPL

- Autoriser le remplissage de Naussac par pompage et par dérivation du Chapeauroux en été en cas d'épisode pluvieux : le gain possible est de plusieurs millions de m³, au moins 5 Mm³ lors de l'épisode pluvieux de début octobre 2021. Les premiers résultats d'Explore 2 à 2070 montrent que les précipitations pourraient être sensiblement les mêmes sur le bassin mais réparties différemment, avec des épisodes pluvieux pouvant intervenir sur l'ensemble de l'année. Aujourd'hui, l'utilisation de la dérivation du Chapeauroux et, suivant les textes, le pompage dans l'Allier sont interdits du premier juillet au respectivement premier novembre et premier septembre. Ce remplissage doit naturellement s'effectuer dans le respect des objectifs de débit à l'aval de la dérivation de l'Allier et de celle du Chapeauroux ;
- Revoir la courbe de pompage qui conditionne le déclenchement du pompage en distinguant si possible les automnes et les hivers annoncés comme devant être secs par Météo France des années normales. En année normale et avec un remplissage normal à la fin de l'étiage 2021, il était logique d'ignorer l'épisode pluvieux de fin septembre 2021. Avec un automne annoncé comme sec, les courbes devraient conduire au déclenchement du pompage dans l'Allier pour un épisode pluvieux fin septembre. L'EPL précise que la courbe actuelle a été construite pour permettre un compromis entre exploitation et préservation de la qualité du milieu naturel. Elle a pour objectif un remplissage complet de la retenue 8,7 années sur 10 en minimisant l'écart de remplissage avec un pompage systématique qui ne serait basé que sur la courbe alerte. Cette courbe est cependant construite sur les observations du passé alors que nous sommes engagés dans une transition climatique : l'idée pourrait donc être de chercher à assurer le remplissage 9,5 années sur dix pour tenir compte de cette évolution, même si la courbe reste fondée sur les données du passé ;
- Etudier la possibilité d'installer sur Naussac une pompe qui pourrait prélever un débit inférieur à 2 m³/s dans l'Allier (dans le respect des objectifs de débit dans l'Allier à l'aval du pompage de 3 ou de 5 m³/s). Les pompes actuelles trouvent leur fonctionnement optimal dans un débit de 5 m³/s et rencontrent des problèmes de cavitation pour des débits inférieurs à environ 2 m³/s : l'usine actuelle ne peut donc pomper en dessous de 2 m³/s. Une pompe fonctionnant à 2 m³/s soit lorsque le débit de l'Allier est voisin de 5 m³/s (ce qui ne permet pas de démarrer les pompes habituelles), soit en complément d'une ou de plusieurs des pompes actuelles, pendant 2 mois, permettrait un remplissage de 10 Mm³. L'EPL souligne à juste titre que l'installation d'une pompe de plus faible débit permettrait en effet d'élargir les capacités de l'usine en pompant une gamme de débit inférieur à 1,5

m³/s, mais que l'installation d'un nouveau groupe à Naussac serait techniquement difficile et très coûteuse, alors que les volumes annuels concernés seraient faibles¹²⁹. La mission considère toutefois nécessaire de mener les études techniques et économiques correspondantes dans la perspective de l'évolution du climat à 2050.

La mission souligne, par ailleurs, que dans les premières études relatives à l'aménagement de Naussac II, il avait été envisagé de remplir la retenue à l'aide de prélèvements effectués dans d'autres rivières, en captant sur Naussac les eaux du Haut-Allier dans le barrage dit de Lestevénès et de les dériver dans le réservoir de Naussac par une galerie qui prenait au passage les eaux de l'Ance du sud, du Grandrieu, du Doumerjas et du Chapeauroux. Dans le temps qui lui était donnée, la mission n'a pu se prononcer sur la possibilité de capter, dans des conditions environnementales satisfaisantes, une partie des eaux de l'Ance du sud et du Grandrieu (voire du Doumerjas). Les eaux de l'Ance du sud sont aujourd'hui utilisées notamment via les barrages de St Préjet et de Pouzas, pour alimenter l'usine hydroélectrique de Monistrol d'Allier qui exploite également la chute liée au barrage de Poutès.

Elle soulignera en outre que le pompage doit pouvoir être effectué, si nécessaire, y compris les jours de forte consommation d'électricité. Par le passé, lorsque l'électricité délivrée aux pompes était fournie par EDF, le pompage était interdit durant les jours d'effacement de pointe : le contrat passé avec EDF prévoyait en effet que les pompes ne consomment pas d'électricité durant les 22 jours de pointe de l'année. Le contrat actuel avec Engie prévoit la possibilité de consommer de l'électricité, moyennant surcoût durant les jours de forte consommation d'électricité, dits jours PP1 et PP2 dans la nouvelle dénomination issue de la mise en place du mécanisme de capacité¹³⁰. L'EPL indique d'ailleurs que « *si la limitation du pompage lors des jours PP1 et PP2 a bien été considérée lors de l'élaboration de la courbe de gestion actuelle, pour disposer d'une courbe plus précautionneuse, l'Etablissement ne s'interdit pas de pomper de telles journées* » et ajoute « *qu'il avait été d'ailleurs donné comme consigne à l'exploitant, pour l'exercice 2021-2022, de pomper quel que soit le tarif de l'électricité* ».

La mission recommande enfin fortement à l'EPL (en liaison avec la DREAL) de se rapprocher de Météo France pour déterminer en fonction des prévisions de cet organisme à trois mois (prévisions tendanciennes) voire à six mois (tendances saisonnières) les conditions de remplissage de l'ouvrage : dans l'esprit de la mission, et à titre d'exemple, si au premier septembre, le niveau de l'ouvrage est bas et si les prévisions tendanciennes et les tendances saisonnières envisagent des pluies faibles, il est souhaitable de profiter au maximum de tous les épisodes orageux survenant dès le mois de septembre et des situations où l'Allier dépasse un débit de 4 voire 3 m³/s pour remplir au maximum l'ouvrage ce qui peut supposer l'implantation de pompes de remplissages de plus faible débit et la mise en place de dégrilleurs pour pouvoir profiter d'un épisode pluvieux dès son démarrage.

La capacité globale du dispositif

a) La capacité actuelle

Les deux réservoirs de Naussac et Villerest sont gérés de manière coordonnée dans le cadre des

¹²⁹ Réponses de EPL aux questions transmises par la mission le 11 mai 2022.

¹³⁰ « *Le mécanisme de capacité vise à assurer la sécurité d'approvisionnement électrique en France lors des périodes de pointe hivernale. Il s'appuie sur l'obligation de couverture de la consommation en heure de pointe par les acteurs obligés et sur la certification et la valorisation des capacités de production et d'effacement. [...] B) Les acteurs obligés démontrent chaque année qu'ils sont en mesure de couvrir la consommation de leur périmètre pendant les périodes de pointe hivernale. Pour cela, ils acquièrent un montant équivalent de garanties de capacité. Les acteurs obligés sont les fournisseurs, ainsi que les gestionnaires de réseau pour leurs pertes et les consommateurs finals, qui, pour tout ou partie de leur consommation, ne s'approvisionnent pas auprès d'un fournisseur* ». Source RTE. <https://www.services-rte.com/fr/decouvrez-nos-offres-de-services/participez-au-mecanisme-de-capacite.html>

règles de gestion qui ont été présentées précédemment. Ils participent d'un dispositif unique de soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire.

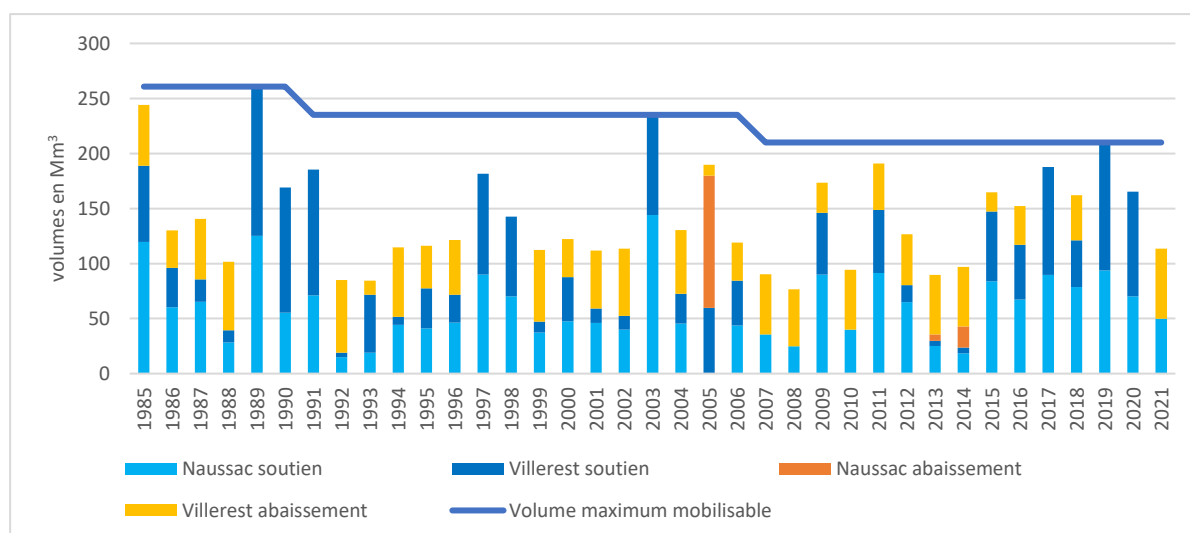
Quelle est la capacité globale des deux réservoirs à satisfaire les objectifs de ce dispositif global ?

Ce n'est pas le cumul (317,81 Mm³) des volumes maximum d'exploitation des deux ouvrages de Naussac (185,20 Mm³) et Villerest (132,61 Mm³). En effet, à l'intérieur du cadre défini par les caractéristiques techniques de ouvrages, ce sont leurs règles de gestion qui définissent le volume maximum mobilisable. Ce volume ne peut pas être obtenu par des calculs théoriques. Il se constate par l'observation des volumes réellement délivrés sur des périodes comportant des contextes climatiques et hydrologiques suffisamment variés. On observe ainsi que ce volume délivré a évolué au fil du temps au fur et à mesure de la définition des règles de gestion.

La mission a cherché à estimer ce volume maximum mobilisable, comme le plafond, période par période, du volume réellement délivré pendant la période de soutien d'étiage. Selon les années celui-ci :

- Se limite au cumul du soutien délivré par Naussac et Villerest ;
- Ou voit s'ajouter au cumul du soutien, les volumes déstockés pour abaisser le niveau de l'un ou l'autre des réservoirs, pendant la période où peut intervenir un soutien d'étiage, pour inspection, travaux ou, sur Villerest, pour respecter le creux automnal¹³¹.

Figure 33 : Réservoirs de Naussac et Villerest – évolution du volume maximum mobilisable pour le soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire



Source : calculs mission à partir de données EPL

A la lecture du graphique ci-dessus, on retrouve les trois périodes mises en évidence dans l'analyse des OSE :

- La période 1985-1990 qui est celle de la découverte des difficultés d'une gestion scrupuleusement respectueuse des règlements d'eau : il faudra attendre 5 ans pour pouvoir remplir à nouveau le réservoir de Naussac après avoir servi l'OSE de Gien à 60 m³/s pendant toute la campagne d'étiage 1989. Cette expérience douloureuse conduit à l'invention de la modulation de l'OSE de Gien et au lancement du projet de pompage dans

¹³¹ Les volumes déstockés pour ramener le niveau d'un réservoir à sa cote maximale en cas de pluie printanière ou estivale précédant la campagne de soutien d'étiage et ceux déstockés à Villerest en cas de survenue d'un risque de crue ne sont pas pris en compte dans cette approche. Les volumes d'abaissement de Villerest figurant dans ce graphique peuvent donc, certaines années être inférieurs à ceux figurant dans le graphique rendant compte des composantes du soutien du débit de la Loire par le réservoir de Villerest.

l'Allier qui sera mis en service en 1998 ;

- La période 1990-2005 qui confirme que le pompage dans l'Allier ne prémunit pas contre les difficultés de remplissage de Naussac : il faut 3 ans pour retrouver un réservoir rempli après l'avoir vidangé totalement en 2005 pour y réaliser des travaux d'étanchéité. Cette durée aurait pu même être plus longue si les années 2007 et 2008 n'avaient pas été des années humides sollicitant très peu Naussac et pas du tout Villerest. Cette expérience a débouché sur les règles actuelles de modulation de l'OSE de Gien et d'appel à Naussac en renfort de Villerest pour le service de cet OSE.
- La période actuelle qui dure depuis 2006.

Il est intéressant de noter que le volume maximal délivré sur chacune de ces trois périodes n'a cessé de baisser :

- 260 Mm³ en 1989, pendant la 1^{ère} période, entraînant un niveau trop bas du réservoir de Naussac pour pouvoir le remplir à nouveau avant la campagne suivante de soutien d'étiage ;
- 234 Mm³ en 2003, année de sécheresse et de vidange de Naussac pour inspection¹³², pendant la seconde période ;
- 210 Mm³ en 2019, année de sécheresse, pour la période actuelle, qui se décompose en environ 118 Mm³ en provenance de Villerest et 92 Mm³ en provenance de Naussac¹³³.

Les travaux techniques de Naussac 2 n'ont pas augmenté le volume maximal mobilisable. Ils ont évité que des règles de gestion encore plus draconiennes ne le fassent baisser encore plus.

Au terme de cette analyse, la mission estime que le volume maximal mobilisable dans les deux réservoirs, défini par les règles de gestion actuelles, est de l'ordre de 210 Mm³.

Cet ordre de grandeur peut également se retrouver en considérant que le volume mobilisable une année donnée est la somme de la capacité utile de Villerest¹³⁴ (environ 120 Mm³) et d'une quantité en provenance de Naussac égale à son remplissage moyen en période de forte sollicitation du réservoir¹³⁵. La dernière période pouvant être prise en référence est 2016-2020 :

- La première phase de l'étude HMUC du Haut-Allier et de l'Allier aval indique qu'en moyenne de 2016 à 2019, le volume prélevé dans le milieu naturel a approché les 100 Mm³/an. Ce chiffre, supérieur aux volumes entrant en moyenne dans le barrage de 1994 à 2019, s'explique par le fait que le réservoir de Naussac avait besoin d'un fort remplissage durant les années 2016-2019 si bien que la dérivation du Chapeauroux n'a pas été fermée¹³⁶, le remplissage n'a pas été arrêté au milieu de la période de remplissage et le pompage a été légèrement plus élevé.
- De façon plus précise, le remplissage de Naussac entre deux périodes d'étiage a atteint

¹³² Le volume de 234 Mm³ ne prend pas en compte les lâchures réalisées après la fin de la campagne de soutien d'étiage pour abaisser le niveau d'eau aux fins d'inspection.

¹³³ Durant le mois d'août 2019, les épisodes pluvieux ont conduit à un remplissage de Villerest d'environ 30 Mm³, ce fait qu'à la fin de la période d'étiage de 2019, qui est intervenue mi-octobre, il restait encore un peu plus de 50 Mm³ dans la retenue. *Impacts socio-économiques du soutien d'étiage de l'allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villerest (Période de référence 2019)*

¹³⁴ Définie comme le volume maximum estival (132,61 Mm³) diminué du niveau le plus bas de la courbe plancher (13 Mm³) en dessous de laquelle le soutien à l'OSE de Gien est interrompu

¹³⁵ Le remplissage du réservoir est limité par sa cote estivale maximale (185,20 Mm³). Après une campagne de faible soutien, le complément à stocker en hiver peut être faible ce qui permet de ne pas pomper dans l'Allier voire de fermer la dérivation à partir du Chapeauroux.

¹³⁶ « Sur les 30 ans d'exploitation de la dérivation, celle-ci a été fermée environ 15 % du temps pour cause de retenue de Naussac pleine », *Valorisation de l'aménagement de Naussac par l'implantation d'une microcentrale dans le canal de dérivation du Chapeauroux*, <https://www.eptb-loire.fr/wp-content/uploads/2016/06/Pt-7.pdf>

entre 2016 et 2019, quand il n'a pas été limité par l'atteinte précoce du niveau maximal :

- 20 Mm³ en provenance du Donozau ;
- 52 Mm³ du Chapeauroux (chiffres correspondant à la moyenne 2016-2020);
- 23 Mm³, aujourd'hui en provenance de l'Allier.

Ceci voudrait dire qu'en année moyenne, le remplissage de Naussac pourrait atteindre en ordre de grandeur 90 Mm³, On retrouve ainsi l'idée que, dans les conditions actuelles et en l'absence de pluie durant la période d'étiage, le système Naussac Villerest peut déverser environ 210 Mm³ par an sans compromettre la gestion pluriannuelle de Naussac¹³⁷.

b) La capacité future

Les propositions effectuées dans le chapitre 2 de mise en place d'une réserve automnale et d'une amélioration du pompage dans l'Allier pour remplir le réservoir de Naussac permettraient en ordre de grandeur d'améliorer ce volume maximal mobilisable :

- d'environ 30 Mm³ à capacité de remplissage de Villerest inchangée ;
- de 10 à 20 Mm³ supplémentaire à partir de Naussac en cas d'amélioration du remplissage de réservoir.

Ces ordres de grandeur méritent d'être précisés à l'aide d'un modèle hydrologique du bassin dans une vision pluriannuelle de la gestion des ouvrages et des conditions météorologiques. Cette modélisation devra prendre en compte la possibilité d'un automne et d'un hiver secs, durant lesquels le remplissage sera beaucoup plus faible à l'image de celui de 2022 : entre 20 et 40 Mm³ suivant la disponibilité des groupes, la possibilité de prélever de l'eau dans l'Allier en début d'épisode pluvieux et l'existence ou non d'un pompage possible à faible débit.

Le financement du soutien d'étiage

Le soutien d'étiage assuré par l'EPL n'est pas financé, comme le reste de ses autres missions, par des contributions de ses membres. Il est financé depuis 2007 par des redevances perçues auprès des usagers qui prélèvent de l'eau dans la Loire ou l'Allier à l'aval des deux ouvrages. Pour ce faire l'établissement établit un budget annexe incluant :

- les dépenses d'exploitation, d'entretien et d'aménagement, y compris les dotations aux amortissements, des réservoirs de Naussac (à 100 %) et de Villerest (à 80 % pour tenir compte de son rôle d'écrêtement des crues financé sur le budget principal de l'EPL) ;
- les dépenses opérationnelles du siège (outils et réseaux de mesure et personnels) du siège à hauteur de 20 %.

Le financement du soutien d'étiage s'appuie sur un double fondement juridique :

- la possibilité ouverte par les articles L. 151-36 et L. 151-37 du code rural et de la pêche maritime de faire participer les bénéficiaires de travaux entrepris par des collectivités ou groupements de collectivités « aux dépenses de premier établissement, d'entretien et d'exploitation des ouvrages » réalisés ;
- la qualification du soutien d'étiage comme service d'intérêt général au sens de l'article L. 211-7 du code de l'environnement lequel permet aux collectivités, à leur groupements et aux établissements publics territoriaux de bassin, de mettre en œuvre les articles L. 151-36 à L. 151-40 du code rural et de la pêche maritime pour entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, actions, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général dans le cadre d'un schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)

¹³⁷ Un déversement de 90 Mm³ deux années de suite

et visant notamment l'exploitation, l'entretien et l'aménagement d'ouvrages hydrauliques existants.

Pris sur ces fondements, l'arrêté interpréfectoral du 10 novembre 2006 « déclare d'intérêt général l'exploitation, l'entretien et l'aménagement par l'Etablissement Public Loire des barrages-réservoirs de Naussac [...] et de Villerest [...], pour le soutien des étiages de l'Allier et de la Loire destiné à améliorer les possibilités de prélèvement dans ces cours d'eau et leurs nappes d'accompagnement ». L'EPL souligne que ces rédactions permettent l'intégration de toutes les dépenses liées à l'exploitation des ouvrages, y compris les dépenses d'investissement ou d'exploitation peu courantes

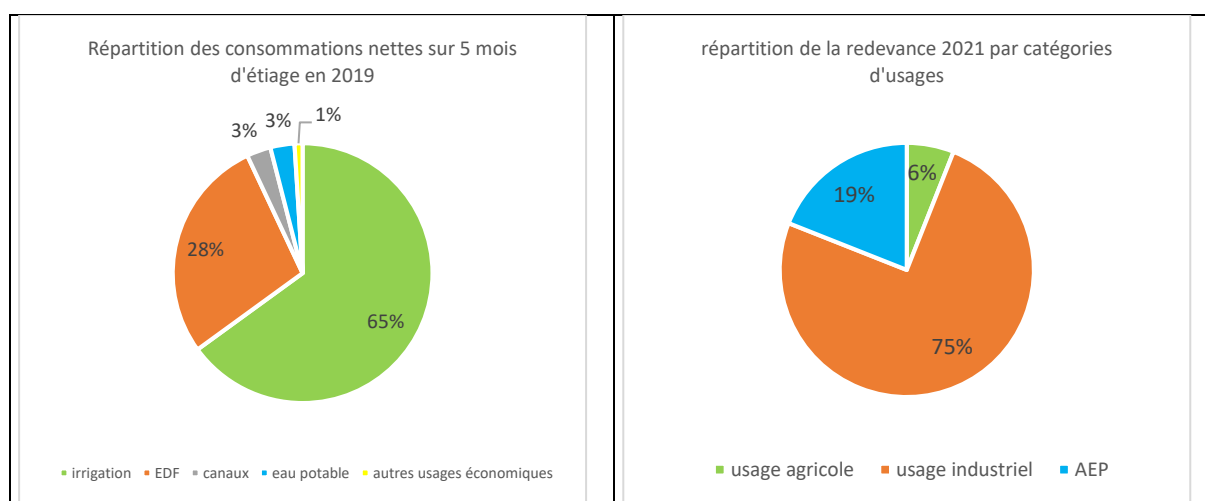
Dans ce cadre, la redevance est assise « sur le volume "prélevable" par chaque usager, lui-même défini comme le plus grand volume prélevé par l'usager au cours des trois dernières années »¹³⁸. L'article deux de l'arrêté précise que le produit de la redevance est exclusivement affecté au financement des dépenses relatives à l'exploitation, l'entretien et l'aménagement des barrages de Naussac et de Villerest pour le soutien des étiages de l'Allier et de la Loire.

A ces volumes s'appliquent trois coefficients :

- un coefficient géographique qui module la redevance en fonction du lieu du prélèvement : 1 en amont du bec de Vienne et 0,5 en aval ;
- un coefficient d'étiage qui module la redevance en fonction de la période pendant laquelle les prélèvements sont effectués : 0,5 pour l'AEP et les usages industriels, 1 pour les prélèvements pour les usages agricoles ;
- et un coefficient dit « d'usage » dont la modulation n'est pas expliquée : 1 pour l'AEP, 0,8 pour l'usage industriel et 0,4 pour l'usage agricole.

Cette redevance payée par 364 usagers fluctue autour de 3,7 M€ depuis 2007. Le « coût » moyen par m³ prélevable varie, selon les situations considérées, de 0,2 à 0,5 centimes d'euros. A titre de comparaison, sur le bassin Adour-Garonne, l'Agence de l'eau estime que la tarification perçue auprès des usagers est, lorsqu'elle existe, en moyenne de l'ordre de 2,2 c€/m³ prélevés en irrigation, 2,4 c€/m³ prélevés en AEP, et 1,5 c€/m³ prélevés en industrie. Pour le soutien d'étiage en provenance des ouvrages hydroélectriques, les dépenses totales (sans intégrer d'éventuelles subventions publiques), ramenées au m³ mobilisable, varient en Adour Garonne de 0 à 9 c€/m³ lâché/an, soit une moyenne de l'ordre de 4 c€/m³ lâché/an

Figure 34 : Soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire – comparaison consommations / redevances par catégories d'usages



¹³⁸ Réponses de l'Etablissement public Loire aux questions transmises par la mission le 11 mai 2022.

La mission note que la comparaison entre la répartition de la charge de cette redevance entre catégories de bénéficiaires¹³⁹ et celle des consommations nettes d'eau sur les cinq mois d'été de l'année 2019 dans les sous-bassins réalimentés par les réservoirs de Naussac et Villerest¹⁴⁰ fait apparaître un écart considérable.

Trois facteurs peuvent expliquer cette distorsion :

- Le lissage sur trois ans pour le calcul des redevances ;
- L'effet de seuil qui exonère les petits préleveurs (notamment les petits irrigants) de toute redevance ;
- Le coefficient d'usage qui joue à l'inverse de l'impact des prélèvements. S'il devait refléter les consommations nettes il suivrait une hiérarchie inverse : 1 pour les usages agricoles, 0,3 pour les usages industriels et 0,1 pour l'AEP.

¹³⁹ Réponses de l'Etablissement public Loire aux questions transmises par la mission le 11 mai 2022.

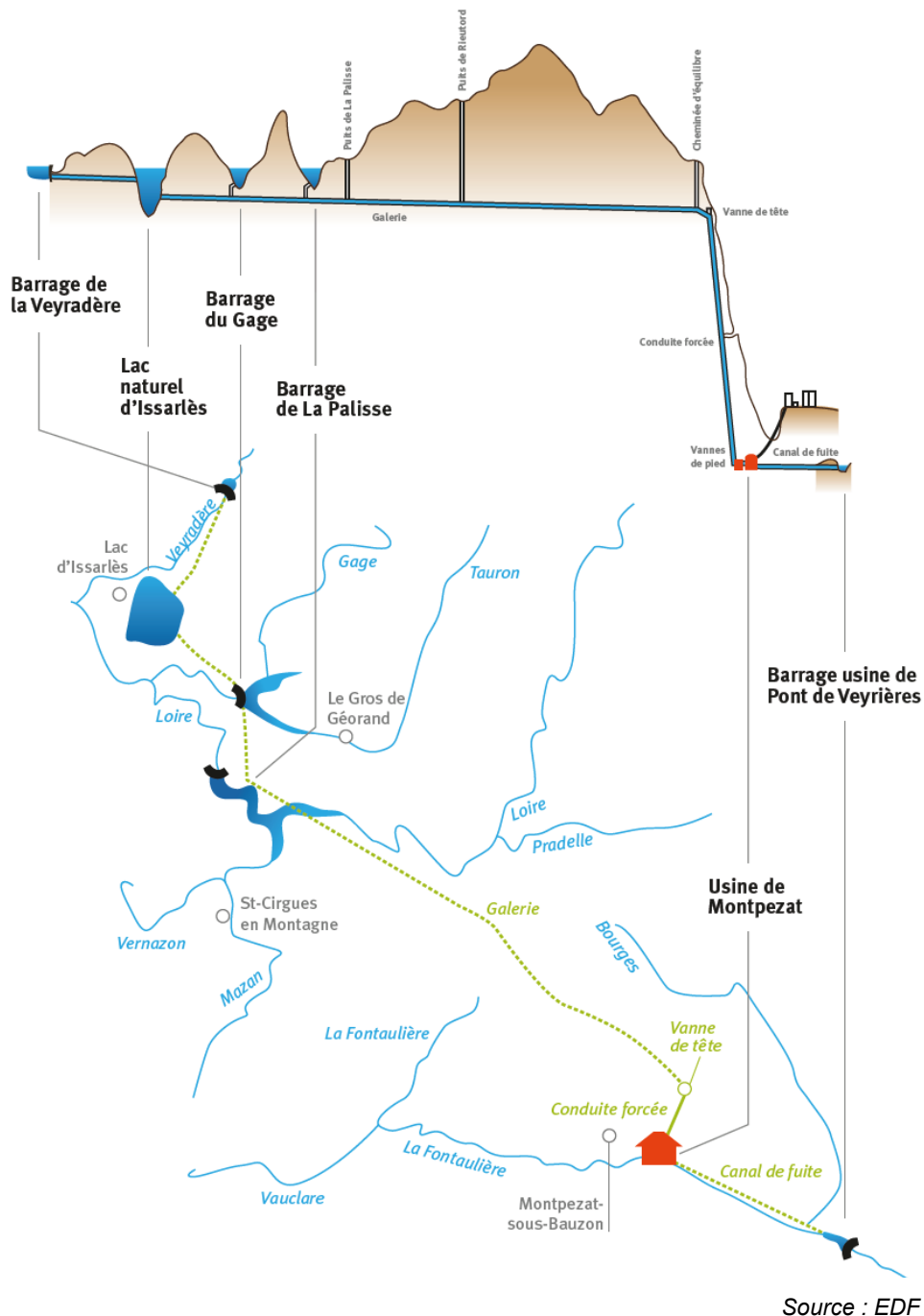
¹⁴⁰ Etablissement public Loire « impacts socio-économiques du soutien d'été de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et Villerest (période de référence 2019), rapport final - décembre 2020

Annexe 4 Le complexe de Montpezat

Elaboré à partir de 1941, l'aménagement de Montpezat a été déclaré d'utilité publique en 1949. Sa réalisation s'est achevée en 1954. Trois barrages, situés à plus de 1 000 m d'altitude, stockent les eaux dans 3 retenues :

- le lac naturel d'Issarlès, alimenté par le barrage de la Veyradère ;
- la retenue du barrage de La Palisse, alimenté par la Loire et le Vernazon ;
- la retenue du barrage du Gage, alimenté par le Gage et le Tauron.

Figure 35 : Schéma de l'aménagement de Montpezat



Ces 3 réservoirs communiquent entre eux grâce à un réseau de galeries de près de 25 km. L'eau est acheminée vers l'usine souterraine de Montpezat par l'intermédiaire de ces galeries, se terminant par une conduite forcée de 1,4 km et de 635 m de dénivelé.

L'aménagement de Montpezat occupe une place particulière au sein du parc hydroélectrique du bassin Loire Bretagne : avec sa hauteur de chute de 638 m et sa puissance de 132 MWe, il en constitue en effet l'ouvrage le plus puissant. La valorisation du m³ d'eau ainsi utilisée est donc particulièrement élevée. Il a de plus vocation à assurer un secours pour l'alimentation électrique des centrales nucléaires de Cruas et, rôle extrêmement important, à permettre le redémarrage du réseau électrique en cas de panne généralisée du réseau électrique.

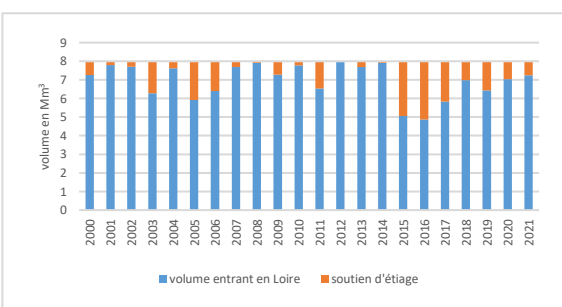
Outre la production d'électricité, le complexe de Montpezat assure également des fonctions d'amélioration de la qualité des cours d'eau, d'approvisionnement pour l'eau potable et l'irrigation cruciales pour le développement des territoires du Sud-Ardèche. Ces fonctions sont assurées via un soutien d'étiage de l'Ardèche via la Fontaulière et un soutien de la Loire.

Sur la Loire amont, EDF doit, au titre du cahier des charges de Montpezat de 1949, un régime garanti centré autour de 1 m³/s du 15 juin au 15 septembre dans la Loire au Pont de la Borie sur la commune de Lachapelle-Graillose. Une convention intervenue en 1984 entre EDF et le Syndicat départemental d'équipement de l'Ardèche (SDEA) pour la construction du barrage de Pont-de-Veyrières sur la Fontaulière introduit un soutien d'étiage de l'Ardèche via la Fontaulière du 15 juin au 15 septembre. Le régime de ce soutien d'étiage est défini dans les consignes d'exploitation de la centrale hydroélectrique. La version en vigueur de ces consignes a été approuvée par arrêté préfectoral du 6 juillet 1998. Aux termes de celles-ci, le débit délivré sur la Fontaulière vise à assurer un débit sur l'Ardèche à Vogüé compris entre 2,5 et 3,75 m³/s en fonction du remplissage au 1^{er} juillet des retenues du complexe de Montpezat. La réserve d'eau pour ce double soutien d'étiage est constituée, à titre principal, sur les retenues du Gage et de La Palisse (totalité de leur volume utile soit 10,8 Mm³), le lac d'Issarlès y contribuant plus modestement (à hauteur de 1,3 Mm³) à partir du 1^{er} septembre du fait d'une cote touristique résultant de son arrêté de classement de 1935. Le soutien d'étiage est assuré prioritairement sur la Loire et, en fonction des disponibilités, sur l'Ardèche.

EDF assurant en toutes circonstances un débit d'1 m³/s au Pont de la Borie, le volume délivré sur la Loire pendant les 3 mois d'étiage (15 juin – 15 septembre) est de 7,9 Mm³ : une partie provient des débits entrant dans les ouvrages et le complément est assuré par prélèvement sur les retenues de Montpezat. Seul ce complément constitue un soutien d'étiage au sens strict.

Côté Ardèche, le volume délivré provient intégralement des retenues de Montpezat ; le

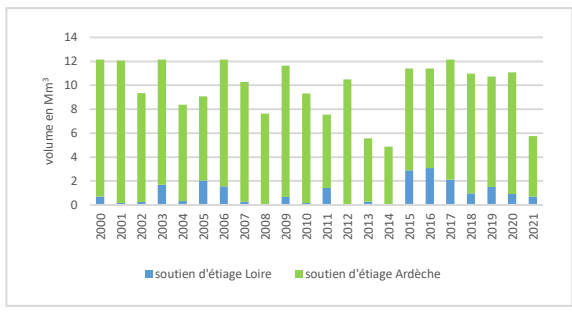
Figure 36 : Montpezat – volume délivrés à la Loire en étiage au titre du débit garanti



débit étant adapté en fonction du stock dans les retenues et à l'objectif de débit à Vogüé. Depuis l'an 2000, le soutien d'étiage au sens strict s'établit ainsi :

- en moyenne à 9,8 Mm³, dont 1 Mm³ pour la Loire (10 %) et 8,8 Mm³ pour l'Ardèche (90 %) ;
- dans une fourchette comprise entre 4,9 et 12,14 Mm³ au total ;
- et dans une fourchette comprise entre 0 et 3,1 Mm³ (soit entre 0 et 27 %) pour la Loire.

Figure 37 : Montpezat – répartition du soutien d'étiage entre la Loire et l'Ardèche



Données : Source EDF

Lorsqu'on prend en compte l'ensemble de l'eau disponible durant la période estivale en cumulant l'eau présente au début de l'été dans le stockage et les débits entrants, le volume déversé en période de soutien d'étiage à partir de Montpezat vers l'Ardèche (8,8 Mm³) est quasiment similaire, en moyenne, aux volumes assurés à la Loire par le débit garanti dont elle bénéficie (8 Mm³).

Annexe 5 Evolutions sur longue période des débits d'été et d'automne

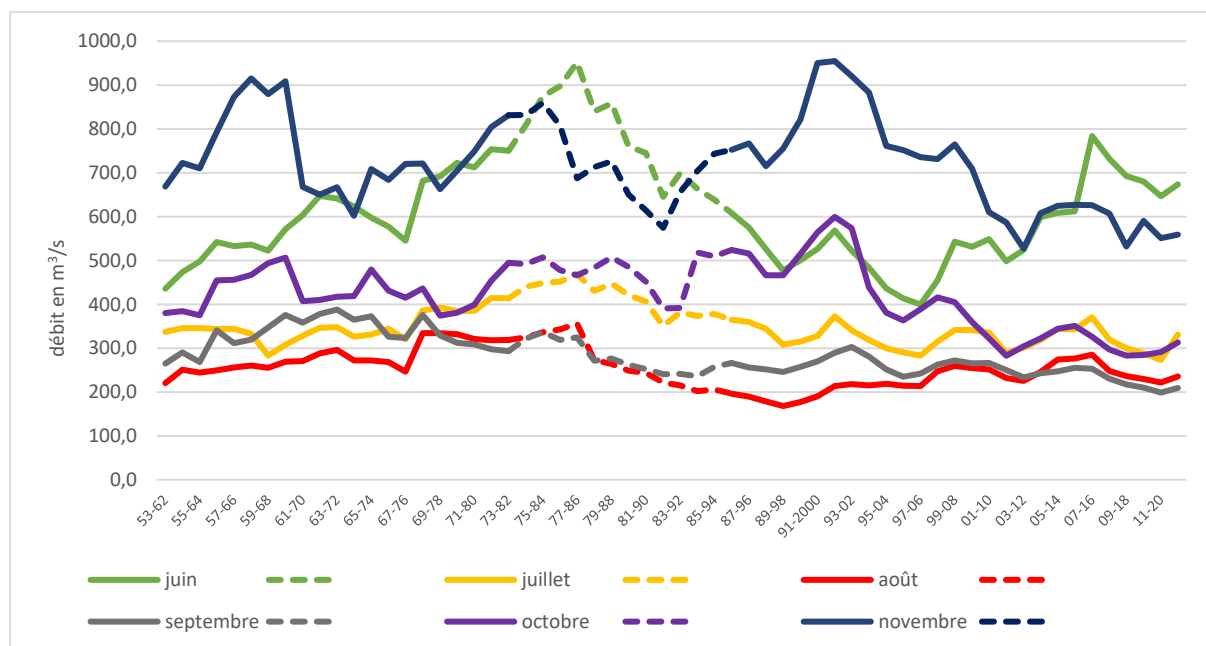
La mission a calculé, à partir des données de la banque Hydro, les débits décennaux mensuels moyens¹⁴¹ pour les mois de juin à novembre sur les principaux points nodaux du bassin de la Loire. Le recours à des moyennes décennales présente l'intérêt de limiter l'expression de la variabilité interannuelle de ces débits.

Seuls quelques points nodaux disposent d'une chronique longue et continue. Lorsqu'elle l'a pu, la mission a analysé les données des 70 dernières années afin de disposer de 60 moyennes décennales. Sur certains points elle a dû se contenter de chroniques plus courtes.

Les analyses réalisées mettent en évidence une évolution partagée par l'ensemble de ces points situés sur la Loire et sur les sous-bassins de ses deux principaux affluents en rive Sud : l'Allier et la Vienne.

A Montjean, à partir du début des années 2000, le débit mensuel moyen du mois d'octobre rejoint celui du mois de juillet et se rapproche des débits traditionnellement faibles des mois d'août et septembre. En outre, le mois de septembre est devenu le mois où les eaux sont les plus basses.

Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Loire à Montjean



Données source Hydroportail

Les parties en tiretés des courbes représentent la période de transition liée à la mise en place du soutien d'étiage par les réservoirs de Naussac et Villerest.

Une proximité entre les débits de ces quatre mois s'est déjà observée pendant les années 70, pendant une période plus courte. A cette époque le débit de la Loire n'était pas soutenu.

La convergence actuelle s'en différencie sur trois points :

- Sa durée : elle s'observe depuis une vingtaine d'années ;
- Le remplacement du mois d'août par le mois de septembre comme mois de plus faibles débits ;

¹⁴¹ Calculés comme la moyenne sur 10 ans d'un débit mensuel moyen

- Et le niveau inférieur des débits mesurés, alors même qu'ils sont soutenus.

Cette évolution s'observe aussi sur le cours de la Loire en amont de Montjean (à Gien et Nevers) ainsi que sur le cours de l'Allier (à Vic-le-Comte et à Vieille-Brioude) et sur celui de la Vienne (à Ingrandes et à Etagnac), en des points nodaux où les débits sont soutenus. Elle s'observe également sur la Loire à Bas-en-Basset et sur la Creuse à Leugny, en des points nodaux où les débits ne sont pas soutenus.

Figure 38 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Loire à Gien

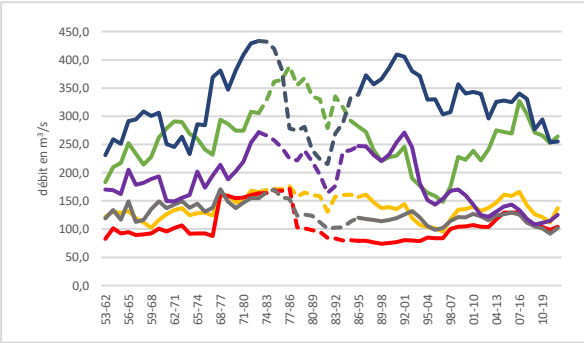


Figure 39 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Loire à Nevers

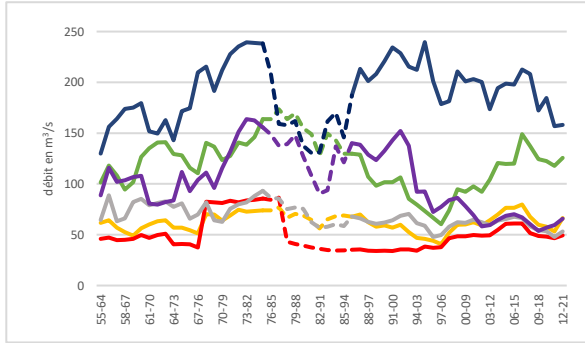


Figure 40 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de l'Allier à Vic-le-Comte

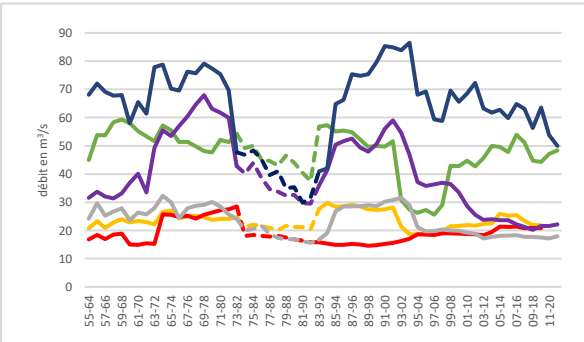


Figure 41 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de l'Allier à Vieille-Brioude

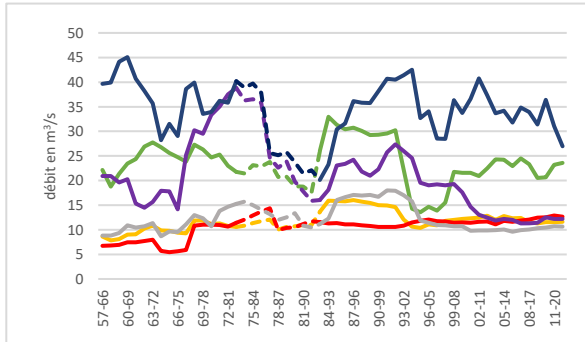


Figure 42 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Vienne à Ingrandes

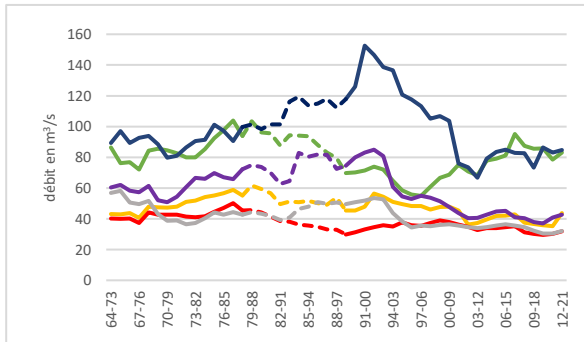


Figure 43 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Vienne à Etagnac

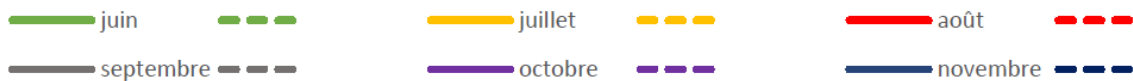
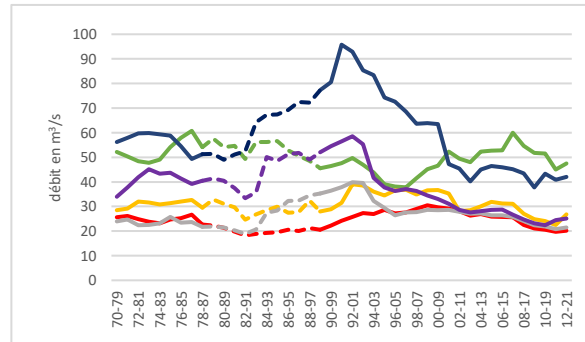


Figure 44 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Loire à Bas-en-Basset

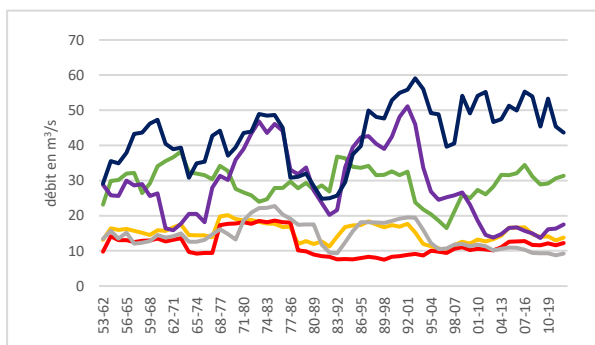
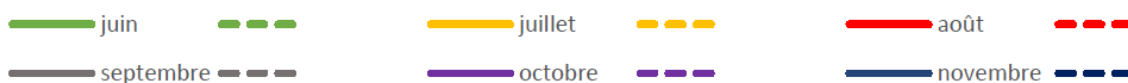
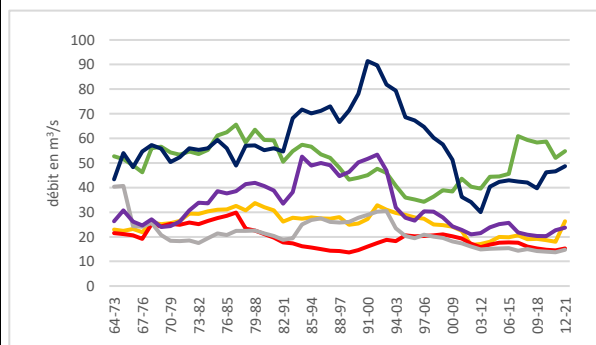


Figure 45 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Creuse à Leugny



Données source Hydroportail

Les parties en tiretés des courbes représentent la période de transition liée à la mise en place d'un soutien d'étiage

Cette analyse conduit à penser que cette large partie du bassin de la Loire (le fleuve et tous ses affluents qui trouvent leur source dans le Massif Central) ont connu une transition d'un régime estival à un régime estivo-automnal qui s'est installée depuis le début des années 2000. Cette transition, dans sa double composante : extension au mois d'octobre et baisse des débits, met en tension la préservation de la qualité des milieux, les usages et le soutien d'étiage.

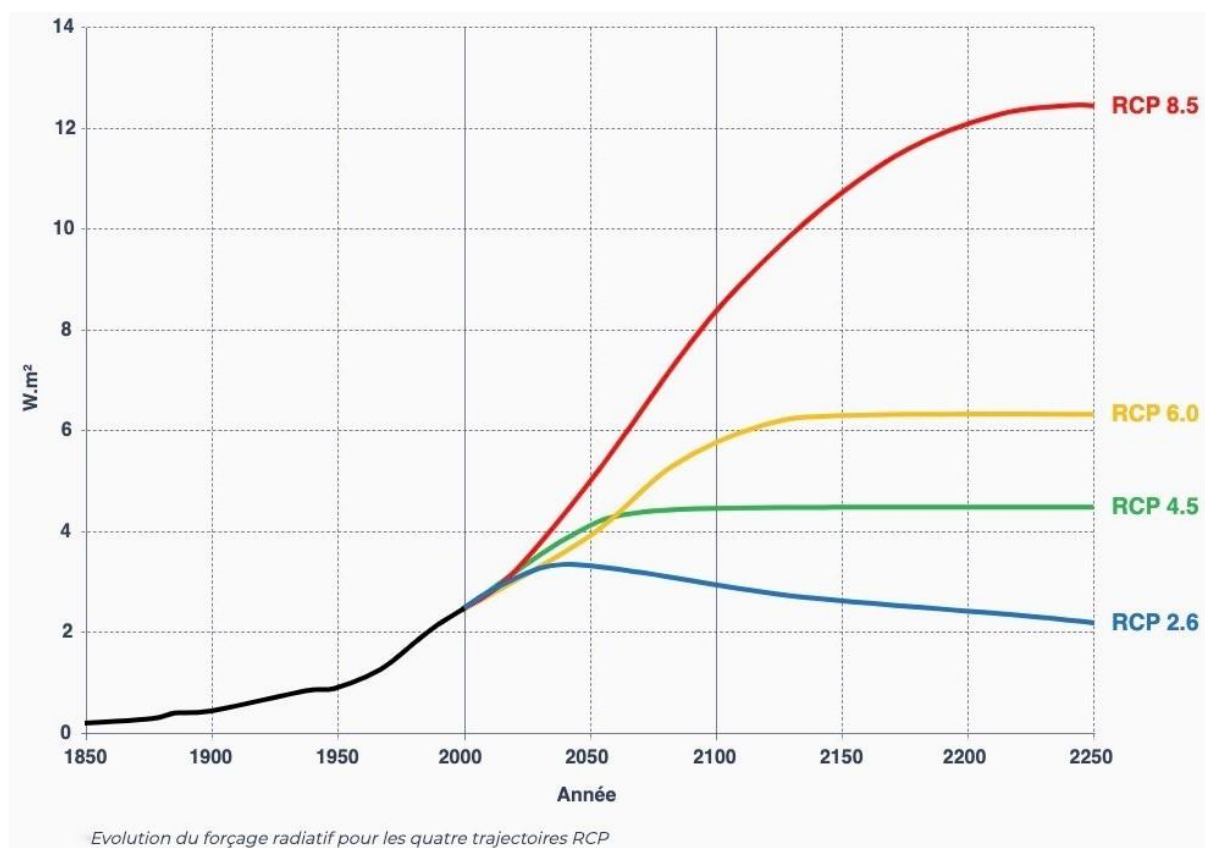
Annexe 6 Le changement climatique sur le bassin Loire-Bretagne

Cadre général de l'évolution du climat

Le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) a publié le 9 août 2021 la première partie de son sixième rapport d'évaluation (AR6)¹. Dans la lignée des précédentes publications¹⁴², il confirme la réalité et l'intensité des changements climatiques, passés et à venir.

Dans son approche, le GIEC fait état de quatre scénarios socio-économiques « *Representative Concentration Pathway* » (RCP) fondés sur diverses hypothèses de développement économique futur avec ses conséquences sur l'environnement. Les trajectoires RCP sont exprimées en forçage radiatif (en Watts par mètre carré), c'est à dire la différence entre l'énergie radiative reçue et l'énergie radiative émise par le système climatique. Les quatre RCP sont nommées en fonction de l'augmentation du forçage radiatif en 2100 par rapport à l'année 2000 : + 2,6 W.m² pour RCP 2.6, + 4,5 W.m² pour RCP 4.5, + 6,0 W.m² pour RCP 6.0 et + 8,5 W.m² pour RCP 8.5.

Figure 46 : Trajectoires RCP



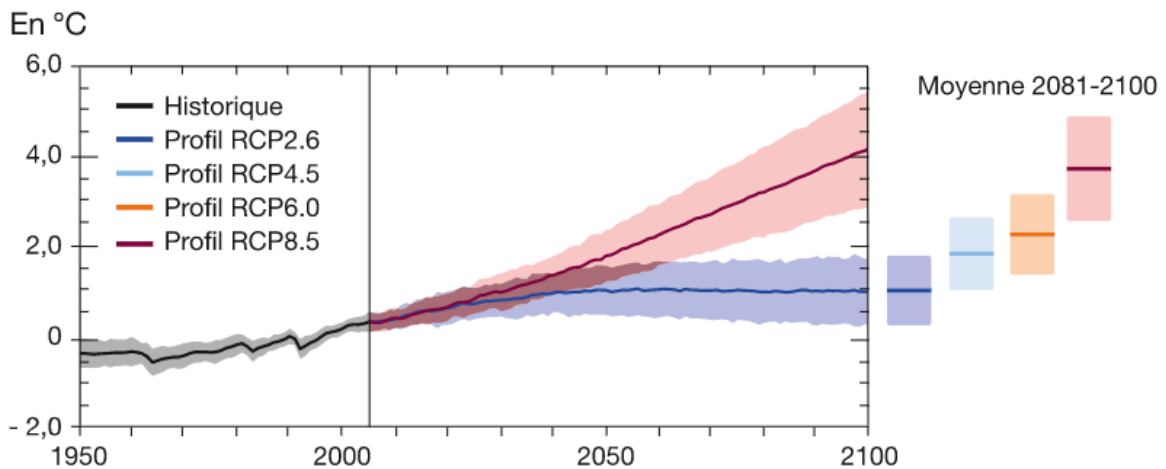
Source : <https://climessences.fr/modele-iks/donnees-climatiques/les-trajectoires-rcp>

Le RCP2.6 décrit un monde vertueux, très sobre en émissions de gaz à effet de serre, dans lequel le réchauffement global reste inférieur à 2 °C par rapport aux températures préindustrielles. C'est le seul parmi les quatre scénarios qui respecterait l'accord international de Paris sur le changement climatique approuvé en décembre 2015. Le RCP8.5 décrit quant à lui un futur excluant toute politique de régulation du climat, menant à environ 5 °C de réchauffement global d'ici la fin du

¹⁴² On trouvera l'ensemble des contributions du GIEC sur le site www.ipcc.ch

siècle. Les scénarios RCP4.5 et RCP6.0 décrivent des voies intermédiaires, dans lesquelles les émissions continuent de croître pendant quelques décennies, se stabilisent avant la fin du XXI^e siècle, puis décroissent à un rythme plus modéré que dans le RCP2.6.

Figure 47 : Projection de la variation de température moyenne mondiale suivant différents scénarios



Note : variation de la température par rapport à la période 1986-2005.

Source : GIEC, 1^{er} groupe de travail, 2013

Si l'évolution du climat est un phénomène mondial, les déclinaisons locales sont à préciser à différents pas de temps et échelles spatiales par des études tenant compte de paramètres comme la latitude, la proximité d'océans, les vents dominants et le relief. Pour la France, le site Drias les futurs du climat¹⁴³ a pour vocation de mettre à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat. Sont fournies les projections de températures, précipitations, nombre de jours de gel, nombre de jours de vague de chaleur, indice de sécheresse des sols.

Plus précisément, les premières données climatiques mises en ligne sur le portail Drias nommé «EURO-CORDEX » dataient de 2014 et intégraient les scénarios RCP 4,5 et RCP 8,5 avec des projections milieu et fin de siècle. Elles sont issues du projet européen du même nom EURO-CORDEX, qui fournit des projections climatiques à 12 km de résolution sur toute l'Europe. Cet ensemble est composé de douze simulations, qui ont été corrigées et régionalisées sur une grille de 8 km de résolution sur la France. Drias 2020 a bénéficié de 6 années de plus que Drias 2014 et comporte davantage de simulations ainsi que des corrections de certaines anomalies. Le scénario RCP 2,6 a été rajouté mais pas le RCP 6.

Bien entendu, ces projections restent entachées d'incertitudes d'autant plus grandes que l'horizon vers lequel on se projette est éloigné. Concernant les débits des cours d'eaux, cette incertitude est particulièrement importante car aux incertitudes climatiques se rajoutent celles liées à l'écoulements des eaux.

De manière générale, les modèles climatiques montrent que les évolutions en cours sont à peu près les mêmes jusqu'à l'horizon du milieu de siècle, quels que soient les scénarios du GIEC pris en compte, les divergences se manifestant significativement qu'au-delà de 2050. Aussi, le choix est fait dans ce rapport de ne pas se projeter au-delà de cet horizon de milieu de siècle, sachant que l'impact du changement climatique sera bien plus fort dans la deuxième partie de ce siècle

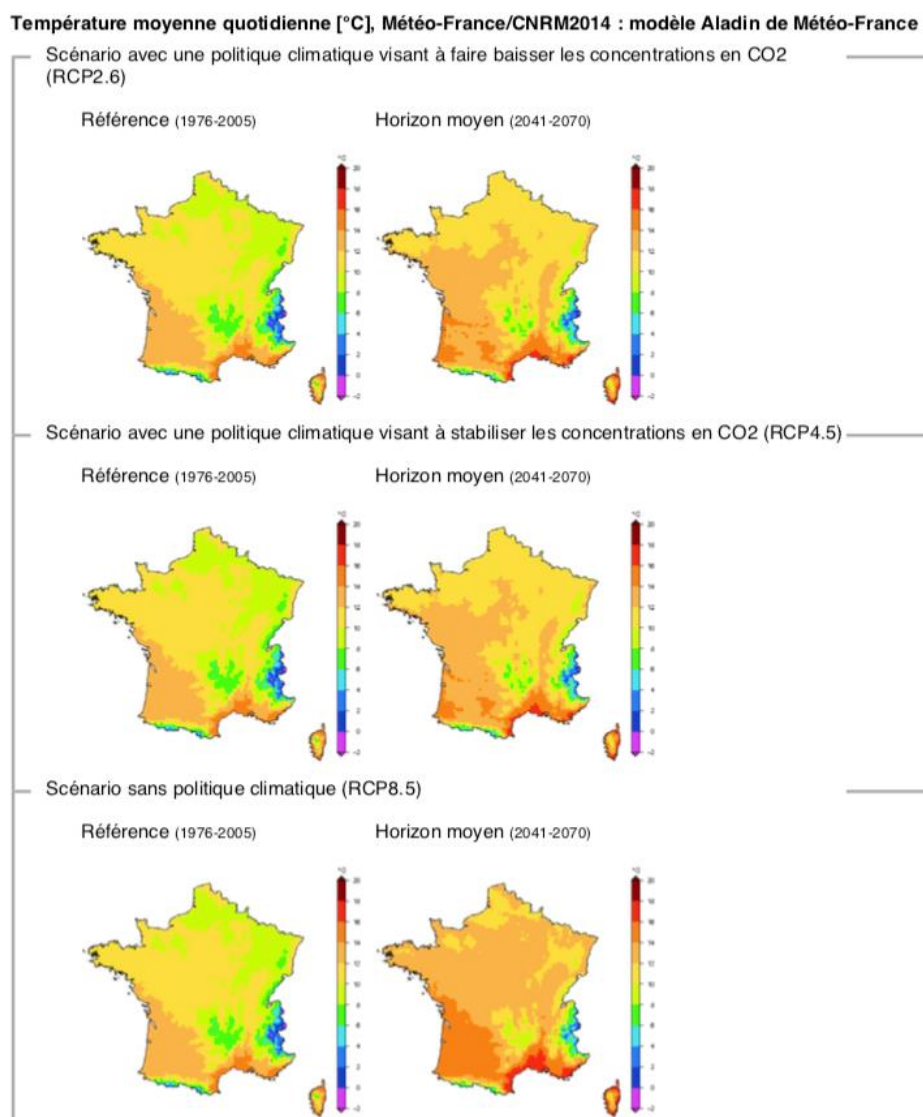
¹⁴³ Voir www.drias-climat.fr Initié en 2009 et inscrit au Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, le projet DRIAS « Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement » a bénéficié d'un important soutien du ministère en charge du Développement durable.

mais dans des proportions aujourd'hui difficiles à quantifier.¹⁴⁴

Une évolution des températures qui affecte les ressources en eau et impacte les consommations

La température est la variable pour laquelle les effets du changement climatique sont les plus marqués et pour laquelle l'ensemble des simulations climatiques convergent, même si des différences d'amplitude peuvent être observées entre les différents modèles. Cette augmentation est déjà en cours et nettement perceptible par tout un chacun notamment du fait des périodes de canicules à répétition que peut constater ces dernières années en été. Ainsi, à 2,3°C au-dessus des normales de la période 2020, l'été 2022 s'installe à la deuxième place des étés (juin – juillet - août en météorologie) les plus chauds en France métropolitaine depuis le début des mesures en 1900. Il n'est devancé que par l'été 2003 (2,7°C au-dessus des normales).

Evolution des températures moyennes quotidiennes à l'horizon 2041-2070



Source : portail « *Drias – les futurs du climat* »

À l'horizon 2050, l'ampleur de la hausse attendue en France dépend de la trajectoire d'évolution

¹⁴⁴ Explore 2 donnera davantage de précisions pour la France à cet horizon

des émissions au niveau mondial. Dans le référentiel climatique 2050 RCP4.5, la température moyenne France augmente de 1,6°C par rapport au référentiel 2000, tandis que l'augmentation atteint 2°C dans le référentiel 2050 RCP8.5.

Les cartes ci-dessus présentent une projection de la température moyenne quotidienne pour tous les jours de l'année avec le modèle de Météo France, à moyen terme (2041-2070), pour les trois scénarios (baisse, stabilisation, non maîtrise des émissions de GES). Les cartes sur la gauche donnent la situation de référence (période 1976-2005). On observe que le nord-ouest du bassin est moins touché par la hausse de la température moyenne de l'air, de même que la pointe sud-est (sauf dans le scénario le plus pessimiste). Ailleurs, sur le sud des Pays de la Loire, le Poitou-Charentes, le Centre-Val de Loire, la Bourgogne, il faut s'attendre à des hausses plus importantes (de l'ordre de 2°C).

Selon de nouvelles projections climatiques publiées dans la revue *Earth System Dynamics* le 4 octobre 2022¹⁴⁵, le réchauffement pourrait être jusqu'à 50 % plus intense au cours du siècle que ce que montraient les précédentes estimations (+ 3,8 °C en 2100 par rapport à 1900 contre +2 °C précédemment dans le scénario d'émissions « intermédiaires » de GES). Le réchauffement sera, dans tous les cas, plus fort l'été que l'hiver. Les étés pourraient ainsi être en moyenne 5,10 °C plus chauds par rapport à 1900, dans le scénario intermédiaire. A titre de comparaison, l'été 2022, le deuxième plus chaud jamais observé en France après celui de 2003, a marqué un écart de + 4°C par rapport à 1900. Pour parvenir à ces résultats, les chercheurs ont développé une nouvelle méthodologie, couplant la dernière génération de modèles de climat aux observations du passé, au lieu de s'en tenir uniquement aux simulations climatiques. Cette méthodologie a été utilisée dans le rapport du GIEC publié en août 2021. Mais c'est la première fois que l'exercice est décliné à l'échelle française. Nous ne disposons cependant pas encore de résultats plus précis découlant de cette étude à l'échelle du bassin Loire-Bretagne.

L'augmentation des températures extrêmes porte préjudice à l'agriculture tant pour les productions végétales qu'animales et va dans le sens de demandes d'accès à des ressources en eau pour limiter les dégâts (irrigation, abreuvement).

Les demandes de consommations d'eau des usagers domestiques (eau potable pour usages sanitaires, piscines et équipements de loisirs aquatiques) sont aussi accrues lors des fortes températures, sans compter les besoins pour la sécurité publique (risque incendie).

L'augmentation de la température des eaux fluviales servant de source froide compromet le refroidissement des CNPE en circuit ouvert (mais sans incidence en cas de refroidissement par tour aéroréfrigérante ce qui est le cas des centrales de bord de Loire et de la Vienne).

Un certain nombre d'études ont d'ores et déjà mis en évidence l'effet d'une augmentation de la température sur les peuplements piscicoles¹⁴⁶. En effet, la température de l'eau agit directement et indirectement sur de nombreuses fonctions chimiques (concentration en oxygène dissous, viscosité, diffusivité) et biologiques (métabolisme des végétaux et animaux). Aussi, l'évolution de certains caractères physiologiques en réponse à une augmentation de la température de l'eau engendre des modifications au niveau de la reproduction, de la croissance et des rythmes saisonniers. En outre, certaines espèces se déplacent le long du cours d'eau en étendant leur limite supérieure lorsque le déplacement n'est pas contraint par d'autres facteurs comme les seuils ou les barrages. Ces déplacements entraînent une modification de la composition des communautés piscicoles avec pour conséquence une variation de la richesse spécifique et du nombre d'espèces dominantes.

¹⁴⁵ Aurélien Ribes et al., *An updated assessment of past and future warming over France based on a regional observational constraint*, *Earth Syst. Dynam.*, 13, 1397–1415, 2022.

¹⁴⁶ Source : Florence Baptist, Nicolas Poulet & Nirmala Séon-Massin (coordinateurs), 2014. Les poissons d'eau douce à l'heure du changement climatique : état des lieux et pistes pour l'adaptation. Onema. Collection Comprendre pour agir. 128 pages.

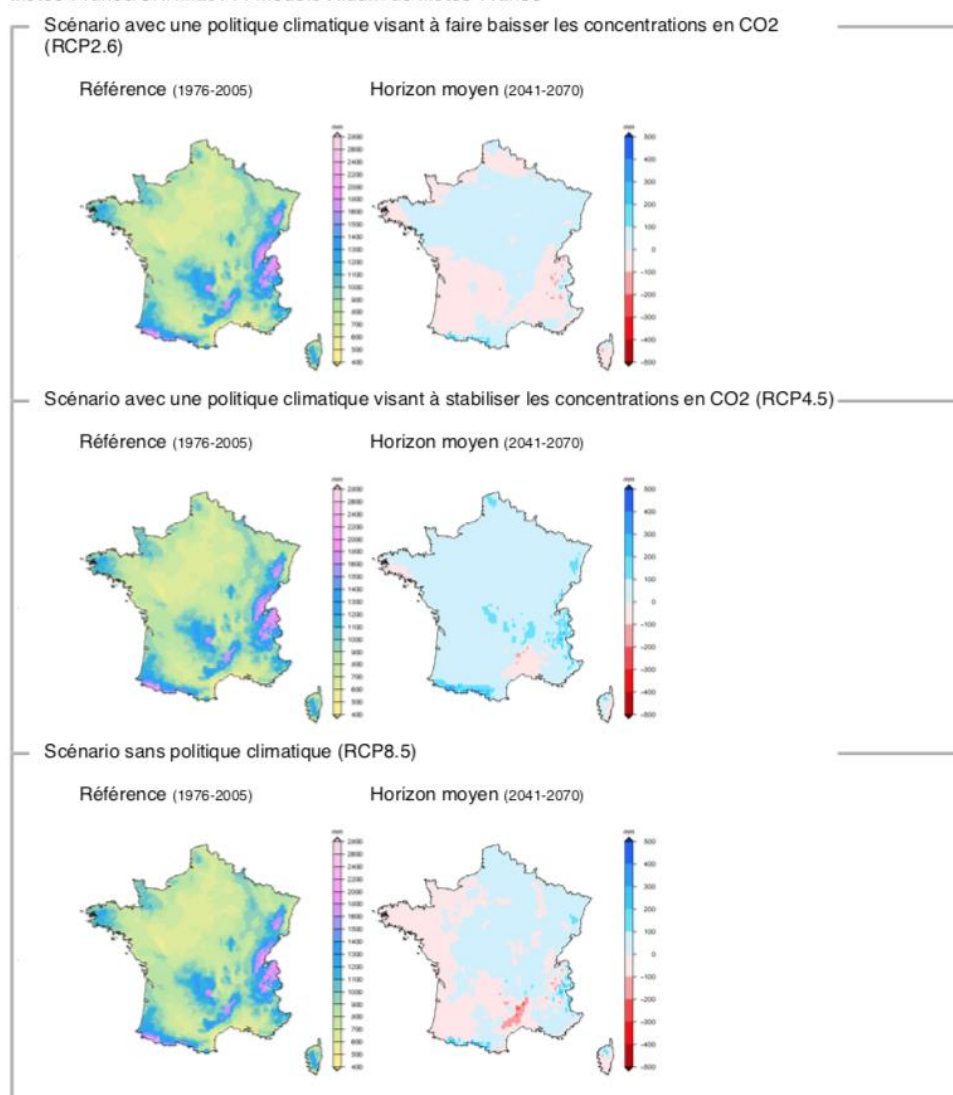
La qualité des eaux des retenues risque aussi d'être dégradée du fait de l'élévation de température qui favorise le développement de cyanobactéries dans les eaux stagnantes contenant par ailleurs de fortes concentrations en nutriments (phénomène d'eutrophisation). Il s'en suit des restrictions sanitaires à l'usage des eaux de baignade, de consommation d'eau potable voire d'abreuvement du bétail et de consommation de poisson du fait de la présence de cyanotoxines pouvant conduire à divers symptômes (gastro-entérite, démangeaisons, rougeurs, conjonctivite, vertiges, altérations des sensations) ¹⁴⁷.

Des périodes sèches plus longues et plus marquées et des épisodes intenses plus nombreux dans une pluviométrie annuelle équivalente

A l'horizon 2050, selon que les émissions de GES sont plus ou moins maîtrisées, les projections Drias 2020 aboutissent à une légère augmentation ou une baisse du cumul annuel des précipitations dans la partie Nord de la France.

Figure 48 : Evolution des précipitations à l'horizon 2041-2070

Anomalie du cumul de précipitations : écart entre la période considérée et la période de référence [mm], Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France

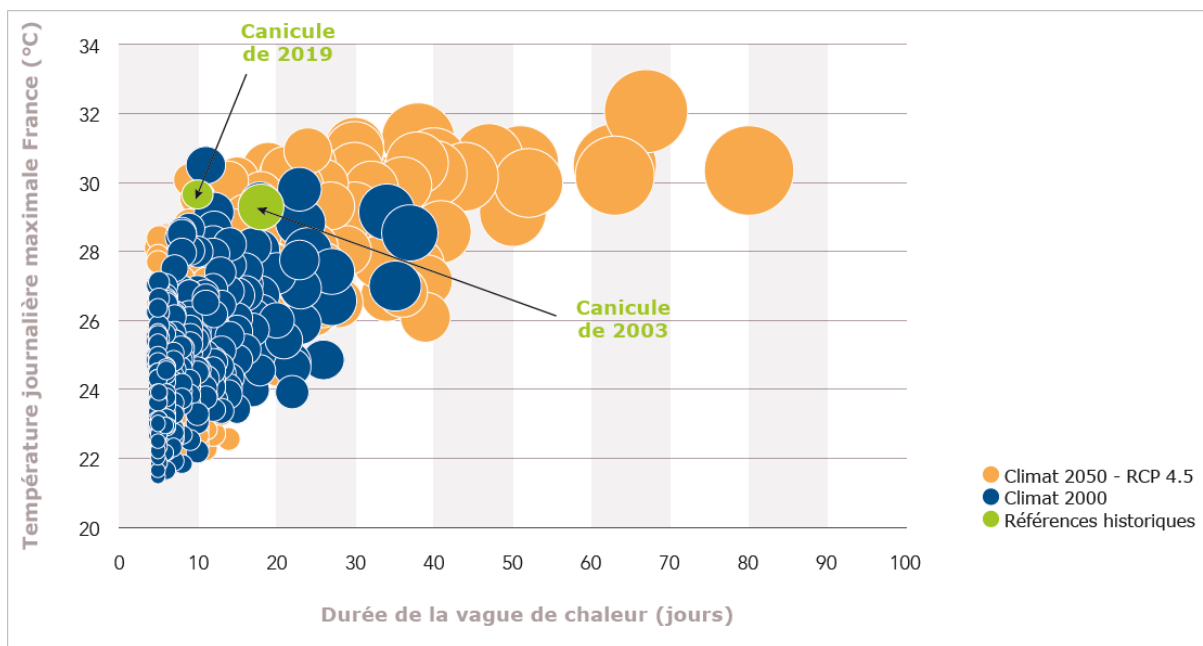


Source : portail « Drias – les futurs du climat »

¹⁴⁷ Voir www.anses.fr/fr/content/les-cyanobactéries-le-point-en-10-questions

L'augmentation des températures conduit à davantage de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, aussi les modèles indiquent qu'il faut s'attendre à ce qu'il y ait 1 à 3 jours par an supplémentaires de fortes précipitations (plus de 20 mm/jour). Ces fortes précipitations ruissellent sur les sols, particulièrement lorsqu'ils sont asséchés en période estivale, au détriment de l'infiltration et de l'humectation en profondeur des sols. Il faut donc s'attendre à davantage d'inondations ou coulées de boues à l'avenir.

Figure 55 : Intensité des canicules – comparaison climat actuel / horizon 2050 RCP4.5



Source : RTE « Futurs énergétiques 2050 »

La durée des événements chauds tendra également à s'accroître. Dans certains cas extrêmes, les vagues de chaleur pourront s'étaler sur plusieurs semaines consécutives exacerbant ainsi les effets de la sécheresse.

Une hydrologie confrontée à une baisse des débits d'étiage et une augmentation des températures de l'eau sur des périodes plus étendues

Concernant l'hydrologie dont les prévisions sont plus délicates encore que pour les températures ou les précipitations, les projections dont nous disposons à l'heure actuelle donnent des résultats assez contradictoires et donc difficilement exploitables pour les besoins d'une analyse quantitative.

Étude ICC-Hydroqual (Impact du Changement Climatique sur l'hydrosystème Loire : HYDROlogie, Régime thermique, QUALité des eaux)

Ce projet financé par l'EPL, le Plan Loire Grandeur Nature et le FEDER était mis en œuvre par l'Université François Rabelais de Tours, l'UMR¹⁴⁸ Sisyphé, le BRGM¹⁴⁹ et le CEMAGREF¹⁵⁰. Le rapport a été publié en 2010, il décrit l'évolution des caractéristiques du climat (précipitation et température) et du régime hydrologique du bassin hydrographique de la Loire en amont de Montjean au cours du XXI^e siècle. Elle prend en compte le seul scénario A1B du 4^e rapport du GIEC (équivalent du RCP 6,0) et se projette en milieu et fin de siècle.

¹⁴⁸ Unité mixte de recherche

¹⁴⁹ Bureau de recherches géologiques et minières

¹⁵⁰ Centre d'étude du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts

ICC-Hydroqual montre une tendance à une diminution de la ressource en eau avec des étiages plus sévères. Les durées de faibles débits seraient parfois fortement accrues, ces changements affectant l'ensemble des bassins versants de manière homogène. Cette modification profonde serait due à l'augmentation des pertes par évapotranspiration et des précipitations totales globalement à baisse (légère augmentation des précipitations au printemps compensée par une forte diminution le reste de l'année). Le Plan d'adaptation au changement climatique de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne fait référence aux résultats d'ICC-Hydroqual en mentionnant « *une baisse des débits des cours d'eau tout au long de l'année avec une plus forte proportion en période estivale. Les débits moyens et les débits d'étiage diminueraient de 25 à 40 %.* »

Explore 2070

Porté par la direction de l'eau et de la biodiversité du ministère en charge de l'écologie, ce projet s'est déroulé de juin 2010 à octobre 2012. Il s'appuie comme ICC-Hydroqual sur le seul scénario A1B du 4e rapport du GIEC et utilise 7 projections dont 6 sont communes avec celles utilisées par l'étude ICC-Hydroqual plus une de Météo-France. Explore 2070 produit des données à l'horizon milieu de siècle seulement (2046-2065). Le calcul de l'évolution des débits (réalisé avec le modèle hydrologique SIM2 de Météo France et le modèle GR4J d'IRSTEA) est disponible sur 853 stations en France sur le portail Drias.

L'étude Explore2070 conclut à une baisse globale du débit moyen annuel sur toute la métropole, à l'exception des affluents rive droite du bas Rhône, sur laquelle les différentes projections sont en désaccord. La cause prépondérante de cette baisse est l'augmentation significative de l'évapotranspiration potentielle, trouvée sur tout le territoire par l'ensemble des modèles climatiques. Cette augmentation, couplée à une baisse des cumuls de précipitations annuelles sur la majeure partie du territoire, induit une augmentation de l'aridité des bassins versants. Cela s'accompagne d'une baisse générale de la productivité des bassins versants. Pour une majorité de points, le débit moyen annuel pourrait baisser de l'ordre de 10 à 40 %.

Le Plan d'adaptation au changement climatique de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne fait référence aux résultats d'Explore2070. Il mentionne que « pour le module, le bassin Loire-Bretagne sera moins touché par la baisse du débit moyen annuel que les bassins Adour-Garonne et Seine-Normandie. Il faut pourtant bien voir que les modules des cours d'eau devraient tous baisser, de -10 à -40 %. Dans le bassin Loire-Bretagne, le débit d'étiage accuse une baisse plus marquée que le module, avec des simulations pouvant atteindre -60 % sur certains bassins des Pays de la Loire ou du Limousin. »

Explore2

ICC-Hydroqual et Explore 2070 remontent à dix ans et sont donc basées sur des données plus anciennes du GIEC que celles prises en compte par DRIAS 2020 (basé sur GIEC 5). De plus, les projections hydrologiques ne peuvent pas facilement être mises en regard des données issues de DRIAS 2020 qui n'inclut pas le scénario RCP 6.0 (équivalent A1B utilisé par ICC et Explore 2070).

Cette situation est en cours d'amélioration avec les nouvelles projections hydrologiques du projet Explore 2, utilisant les projections climatiques DRIAS 2020. Cependant, une seule méthode de correction de biais ainsi qu'un seul modèle hydrologique (SIM2 de Météo France) sont disponibles pour le moment, ce qui ne permet pas d'analyser l'intégralité des sources d'incertitude des projections hydrologiques. Courant 2023, le projet Explore 2 produira de nouveaux jeux de données s'appuyant sur une seconde méthode de descente d'échelle ainsi que sur quatre autres modèles hydrologiques ce qui permettra de mieux cerner les incertitudes associées aux projections de débits.

Avec les simulations SIM2-DRIAS2020 (Explore 2), on ne dispose pour le moment que d'indications générales sur l'évolution des débits annuels pour la France et de projections plus détaillées pour six stations fluviales dont la Loire à Nantes. Ces projections de débits ne tiennent pas compte des interventions humaines sur les cours d'eau (barrages, prélèvements pour l'irrigation et autres usages etc.).

Évolutions du climat dans le bassin Loire-Bretagne

Si l'évolution du climat est un phénomène mondial, les déclinaisons locales sont à préciser à différents pas de temps et échelles spatiales par des études tenant compte de paramètres comme la latitude, la proximité d'océans, les vents dominants et le relief. Pour la France, le site Drias - les futurs du climat ¹⁵¹ a pour vocation de mettre à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat. Bien entendu, ces projections restent entachées d'incertitudes d'autant plus grandes que l'horizon vers lequel on se projette est éloigné. Concernant les débits des cours d'eaux, cette incertitude est particulièrement importante car aux incertitudes climatiques se rajoutent celles liées à l'écoulement des eaux.

De manière générale, les modèles climatiques montrent que les évolutions en cours sont à peu près les mêmes jusqu'à l'horizon du milieu de siècle, quels que soient les scénarios du GIEC pris en compte, les divergences ne se manifestant significativement qu'au-delà de 2050. Aussi, le choix est fait dans ce rapport de ne pas se projeter au-delà de cet horizon, sachant que l'impact du changement climatique sera bien plus fort dans la deuxième partie de ce siècle mais dans des proportions aujourd'hui difficiles à quantifier.¹⁵²

Le Plan d'adaptation au changement climatique adopté en avril 2018 par le comité de bassin Loire-Bretagne¹⁵³ montre que les effets déjà visibles aujourd'hui dans le bassin vont se poursuivre de manière inéluctable au cours des prochaines décennies.

Évolution des températures

La température est la variable pour laquelle les effets du changement climatique sont les plus marqués et pour laquelle l'ensemble des simulations climatiques convergent, même si des différences d'amplitude peuvent être observées entre les différents modèles. Cette augmentation est déjà en cours et nettement perceptible par tout un chacun notamment du fait des périodes de canicules à répétition observées ces dernières années en été. Ainsi, à 2,3°C au-dessus des normales de la période 1991-2020, l'été 2022 s'installe à la deuxième place des étés (juin – juillet – août en météorologie) les plus chauds en France métropolitaine depuis le début des mesures en 1900. Il n'est devancé que par l'été 2003 (2,7°C au-dessus des normales). Météo France indique qu'en moyenne sur le territoire, la hausse des températures, qui s'est accélérée ces dernières décennies, a atteint 1,7 °C depuis 1900¹⁵⁴.

En Centre-Val de Loire, dans le Loiret, sur la période 1959-2009, on observe une augmentation des températures annuelles de l'ordre de 0,3°C par décennie. A l'échelle saisonnière, c'est l'été qui se réchauffe le plus avec des hausses de l'ordre de +0,4 °C par décennie, suivi de près par le printemps. Dans le Loiret, l'augmentation de température moyenne annuelle sur la période allant de 1959 à 2017 est de +1,63°C pour l'ensemble de la période, cette évolution étant très

¹⁵¹ Voir www.drias-climat.fr Initié en 2009 et inscrit au Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, le projet DRIAS « Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement » a bénéficié d'un important soutien du ministère en charge du Développement durable.

¹⁵² Les simulations d'Explore 2 donneront davantage de précisions pour la France à cet horizon

¹⁵³ Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2018 - Plan d'adaptation au changement climatique, 76 p

¹⁵⁴ <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/meteo-france-eclaire-le-climat-en-france-jusquen-2100>

significative¹⁵⁵.

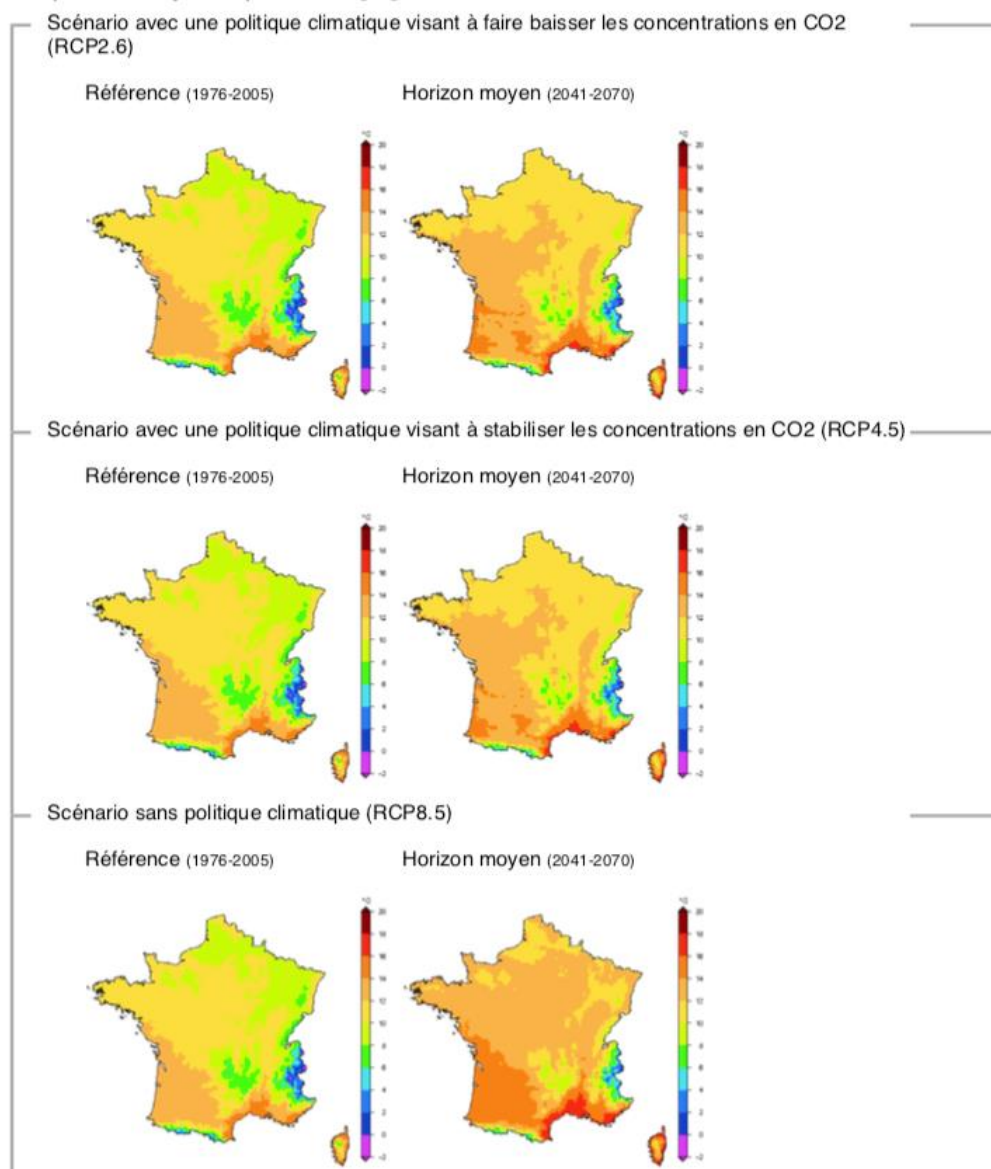
L'augmentation des températures va réduire sensiblement le manteau neigeux des monts d'Auvergne. Celui-ci constituait jusqu'alors un réservoir d'eau en tête de bassin alimentant les cours d'eau jusqu'à la période estivale, au fur-et-à-mesure de la fonte des neiges. En conséquence, la diminution des débits naturels d'étiage déjà constatée va s'accroître en milieu de siècle. Il n'existe cependant pas de modèles précisant l'évolution de l'enneigement dans les monts d'Auvergne comme cela est le cas pour les Alpes et les Pyrénées.

Les cartes ci-après présentent une projection de la température moyenne quotidienne pour tous les jours de l'année avec le modèle de Météo-France, à moyen terme (2041-2070), pour les trois scénarios (baisse, stabilisation, non maîtrise des émissions de GES). Le nord-ouest du bassin serait moins touché par la hausse de la température moyenne de l'air, de même que la pointe sud-est (sauf dans le scénario le plus pessimiste). Ailleurs, sur le sud des Pays de la Loire, le Poitou-Charentes, le Centre-Val de Loire, la Bourgogne, il faut s'attendre à des hausses plus importantes (de l'ordre de 2°C).

¹⁵⁵ HERGOTT François, 2022. Diagnostic de vulnérabilité au changement climatique du Val de Sully (Loiret). *LIFE Natur'Adapt* – Conservatoire d'espaces naturels Centre – Val de Loire - 106 pages.

Evolution des températures moyennes quotidiennes à l'horizon 2041-2070

Température moyenne quotidienne [°C], Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France



Source : portail « Drias – les futurs du climat »

Concernant les fortes chaleurs (anomalie de +5°C par rapport aux normales journalières), le bassin Loire-Bretagne n'est pas le plus touché de la métropole française, avec un gradient nord-ouest/sud-est. Sur la pointe ouest de la Bretagne, on passerait de moins de 20 jours à potentiellement 20 à 60 jours anormalement chauds selon les scénarios. En Auvergne, on passerait de moins de 60 jours à potentiellement 80 à 120 jours anormalement chauds selon les scénarios. Les extrêmes chauds deviennent de plus en plus fréquents et plus intenses donnant lieu à de nouveaux records. Dans le référentiel de climat 2000, le record de juillet 2019 (29,7 °C en moyenne journalière France) a une probabilité d'apparition très faible (de l'ordre de 1,5 %), alors que la probabilité d'atteindre ce niveau de température est nettement plus importante à l'horizon 2050 (~20 % avec RCP4.5 et ~25 % avec RCP8.5), celui-ci étant parfois même dépassé à plusieurs reprises dans l'année.

Comme déjà mentionné en partie 1, selon de nouvelles projections climatiques publiées dans la revue *Earth System Dynamics* le 4 octobre 2022, le réchauffement pourrait être jusqu'à 50 % plus intense au cours du siècle que ce que montraient les précédentes estimations (+ 3,8 °C en 2100

par rapport à 1900 contre +2 °C précédemment dans le scénario d'émissions « intermédiaires » de GES). Le réchauffement sera, dans tous les cas, plus fort l'été que l'hiver mais nous ne disposons pas encore des déclinaisons précises pour le bassin Loire-Bretagne de cette nouvelle approche.

Les études réalisées par l'INRAE¹⁵⁶ et reprises dans une plaquette éditée par l'EPL¹⁵⁷ montrent qu'entre 1963 et 2019, la température de l'eau a en moyenne augmenté de + 0,44 °C par décennie sur l'ensemble du bassin de la Loire, et que cela va se poursuivre (+2 °C vers 2050).

Le constat est que le réchauffement de l'eau est supérieur à celui de l'air sur la majorité des tronçons des cours d'eau. Il a atteint jusqu'à + 0,8 °C par décennie sur la partie sud du bassin de la Loire du fait d'une diminution des débits. Par ailleurs, les plans d'eau de faible profondeur conduisent à un réchauffement de l'ordre de + 2,3 °C en moyenne pour des cours d'eau en aval.

Évolution des précipitations

A l'horizon 2050, selon que les émissions de GES sont plus ou moins maîtrisées, les projections Drias 2020 aboutissent à une légère augmentation ou une baisse du cumul annuel des précipitations sur la majeure partie du bassin. Sur la région Centre-Val de Loire, il est probable que le cumul des précipitations augmente un peu. Sur la Bretagne, en revanche, le cumul annuel des précipitations baisse pratiquement partout dans tous les scénarios.

Si en première approximation on peut considérer que les précipitations annuelles vont au final peu évoluer, certains modèles prévoient cependant une augmentation des précipitations hivernales (de l'ordre de 10 %) et une diminution en été (de l'ordre de 10 à 20 %). Il y a une plus grande incertitude sur la modélisation des précipitations que pour les températures futures, avec de grandes disparités entre les modèles dans la répartition géographique des ratios de précipitations. Les tendances saisonnières des cumuls de précipitations sont donc à considérer avec précaution.

La relative faible évolution des cumuls de précipitations à l'horizon 2050 s'accompagne cependant de périodes de sécheresses estivales plus marquées du fait de l'augmentation des températures qui entraîne une plus forte évaporation des plans d'eau et de l'évapotranspiration des plantes. L'Observatoire Oracle de Poitou-Charentes a déjà relevé une augmentation de 145 à 291 mm de l'évapotranspiration potentielle annuelle depuis 1960. Celui des Pays de la Loire montre une augmentation de 77 à 95 mm depuis 1971.

A l'horizon 2050, on observe que la partie centrale du bassin sera moins touchée par la sécheresse des sols agricoles¹⁵⁸ que la Bretagne, le Limousin ou l'Auvergne en se basant sur l'indice sécheresse d'humidité des sols SSWI¹⁵⁹.

La comparaison faite par Météo France du cycle annuel d'humidité du sol sur l'Auvergne entre la période de référence climatique 1961-1990 et les horizons temporels proches (2021-2050) ou lointains (2071-2100) sur le XXI^e siècle (selon un scénario SRES A2) montre un assèchement important en toute saison. En termes d'impact potentiel pour la végétation et les cultures non irriguées, cette évolution se traduit par un allongement moyen de la période de sol sec (SWI

¹⁵⁶ Voir <https://thermie-rivieres.inrae.fr>, onglet « Bibliographie thermie en rivière ».

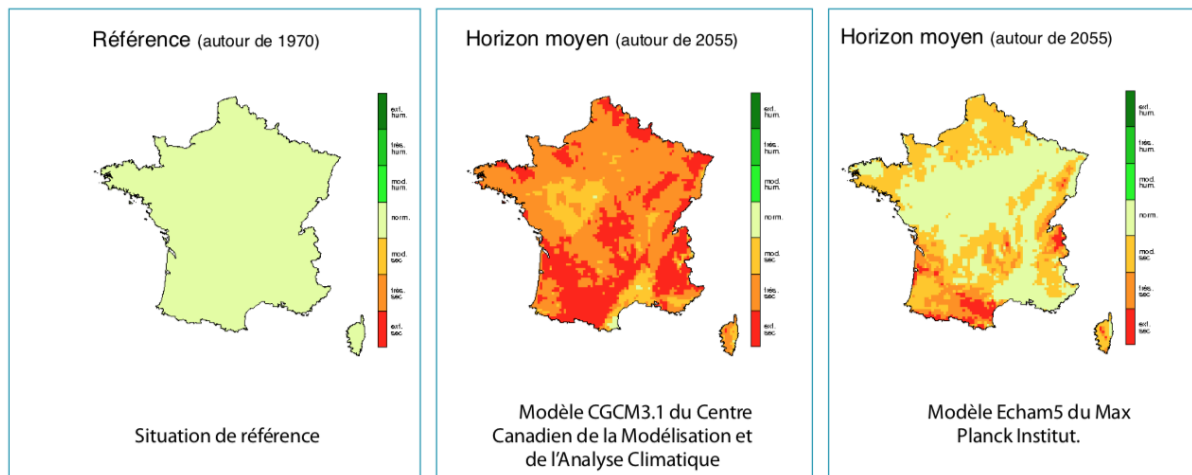
¹⁵⁷ EPL, 2022 - Livret N°=11- Températures des eaux du bassin de la Loire et ses affluents : état des lieux des connaissances, 7 pp, <https://bibliocom.eptb-loire.fr/>

¹⁵⁸ Il convient de distinguer entre la sécheresse météorologique (directement liée aux précipitations), la sécheresse agricole (qui rend compte de l'humidité à un mètre de profondeur dans les sols) et la sécheresse hydrologique (liée au débit des cours d'eau et niveau des nappes).

¹⁵⁹ SSWI : *Standardized Soil Wetness Index* est l'indice de sécheresse en termes d'humidité du sol – sécheresse « agricole » à différencier du *Standardized Precipitation Index* (SPI) permettant de mesurer la sécheresse météorologique (qui repose seulement sur les précipitations).

inférieur à 0,5) de l'ordre de 2 à 4 mois tandis que la période humide (SWI¹⁶⁰ supérieur à 0,9) se réduit dans les mêmes proportions. On note que l'humidité moyenne du sol en fin de siècle pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.

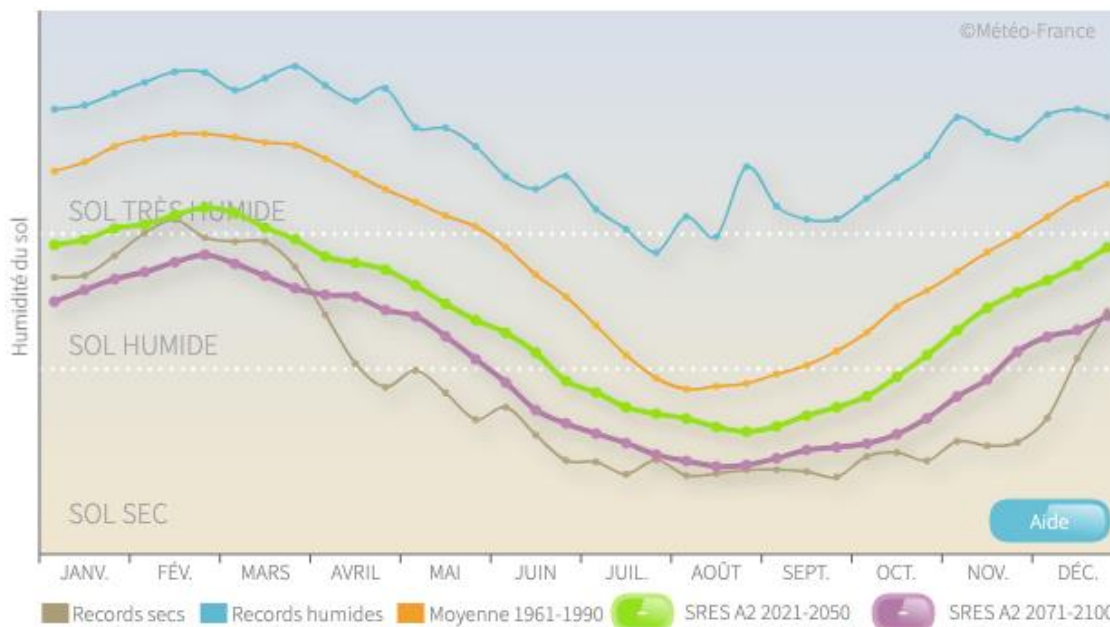
Figure 49 : Evolution de la teneur en eau des sols à l'horizon 2055



Anomalie moyenne de l'indicateur de sécheresse agricole des sols simulée (scénario d'évolution socio-économique intermédiaire - A1B)
(Source : Météo France)

Figure 56 : Cycle annuel d'humidité du sol en Auvergne

Moyenne 1961-1990, records et simulations climatiques pour deux horizons temporels (scénario d'évolution SRES A2)



Source : Météo France

¹⁶⁰ SWI : Soil Wetness Index est un indice d'humidité des sols qui représente, sur une profondeur d'environ deux mètres, l'état de la réserve en eau du sol par rapport à la réserve utile (eau disponible pour l'alimentation des plantes)

Évolution des débits

Concernant l'hydrologie dont les prévisions sont plus délicates encore que pour les températures ou les précipitations, les projections dont nous disposons à l'heure actuelle donnent des résultats assez contradictoires et donc difficilement exploitables pour les besoins d'une analyse quantitative.

En effet, les deux approches relativement concordantes dont on dispose (ICC Hydroqua et Explore 2070) sont fondées sur des travaux de modélisation nécessitant une actualisation car elles remontent respectivement à 2010 et 2010-2012. Une démarche nationale en ce sens (Explore 2) est en cours mais n'aboutira qu'en 2023. Par ailleurs, de nombreuses études HMUC locales sont lancées ou en cours mais les résultats ne seront disponibles que dans les années à venir. Dans ce contexte la mission n'a pas disposé de projections récentes sur le bassin.

Dans le cadre d'Explore 2, on dispose pour le moment d'indications générales sur l'évolution des débits annuels pour la France et de projections plus détaillées pour six stations fluviales dont la Loire à Nantes. Ces projections de débits ne tiennent pas compte des interventions humaines sur les cours d'eau (barrages, prélèvements pour l'irrigation et autres usages etc.).

Pour l'instant, les projections de débits d'Explore 2 sont bien moins pessimistes que ceux d'Explore 2070 sur la partie Nord de la France, tandis que celles sur la partie Sud sont similaires. La Loire se situant dans la zone de transition, on peut s'attendre à ce que les résultats soient assez différents par rapport à ceux d'Explore 2070.

Plus précisément, on constate pour l'ensemble des couples de modèles que l'évolution des débits moyens annuels est en légère hausse (jusqu'à +20 %) pour les stations de la moitié Nord de la France et en diminution (jusqu'à -20 %) pour les stations du Sud de la France, une diminution qui s'accroît avec les horizons et pour le scénario RCP8.5 (jusqu'à -40 voire -60 %).

On remarque que l'évolution des débits est plutôt stable, avec une légère augmentation pour la plupart des stations, sauf les stations en moyenne montagne qui connaîtront une légère diminution.

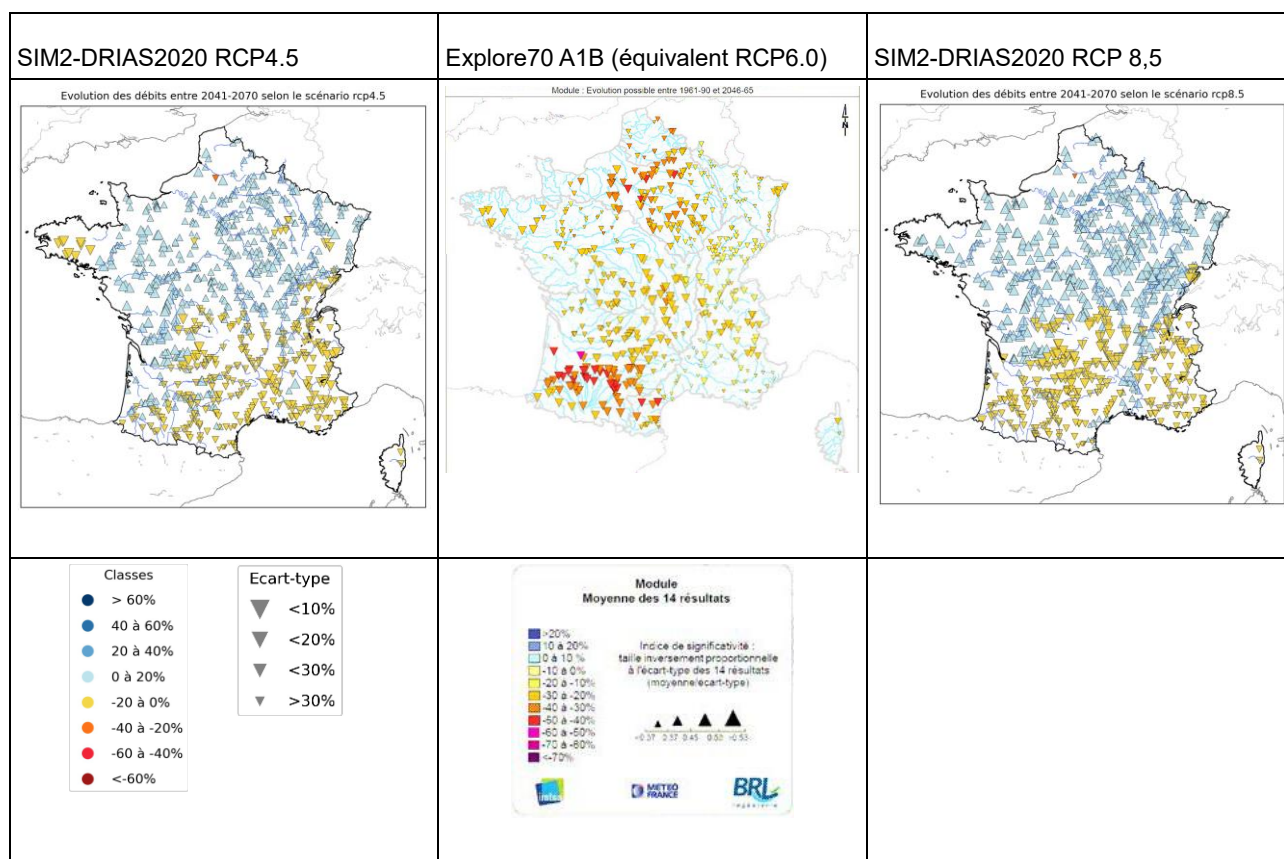
Les observations suivantes peuvent être formulées :

- La hausse de l'ETP ne se traduira pas par une hausse équivalente de l'évapotranspiration réelle, voire se traduira par une légère baisse par rapport à la situation actuelle du fait de la limitation de l'évaporation des plantes en fonction de l'eau réellement disponible dans le sol. Ce résultat est à mettre en regard de l'augmentation du stress hydrique de la végétation, particulièrement en été.
- Le contenu en eau du sol va globalement diminuer en dehors de l'hiver et se traduire par une augmentation conséquente du nombre de jours de sol sec au printemps et en été dans la plupart des régions françaises.
- La quasi disparition de l'équivalent en eau du manteau neigeux disponible au printemps dans les monts d'Auvergne va renforcer le régime purement pluvial du bassin de la Loire.
- L'augmentation attendue des précipitations hivernales contribuera à la recharge des nappes.

Ces effets restent cependant à quantifier dans la mise en œuvre détaillée d'Explore2 dans les mois à venir.

Les résultats sur les débits annuels moyens de milieu de siècle des modélisations Explore 2070 et SIM2-DRIAS2020 peuvent être comparés :

Tableau 3 : Comparaison des modélisations Explore 2070 et SIM2-DRIAS2020 (Explore 2)



Il apparaît une divergence d’appréciation de l’évolution envisageable entre Explore 2070 et SIM2-DRIAS2020. Il conviendra donc d’attendre les résultats définitifs de la démarche Explore2 pour statuer sur les résultats à prendre en compte dans les études quantitatives des débits et des stocks des ressources en eau.

Nous disposons également à ce stade des résultats plus détaillés de SIM2-DRIAS2020 pour la Loire à Nantes. Les débits moyens annuels sont attendus en légère hausse entre +1 % et + 10 % pour tous les scénarios et horizons temporels, à l’exception du RCP8.5 en fin de siècle (-2 %). Les incertitudes entre les modèles sont importantes (bien que moindre que pour la Seine à Paris) et incluent des variations à la baisse souvent entre -1 et -10 % ou à la hausse jusqu’à +15 à +45 %.

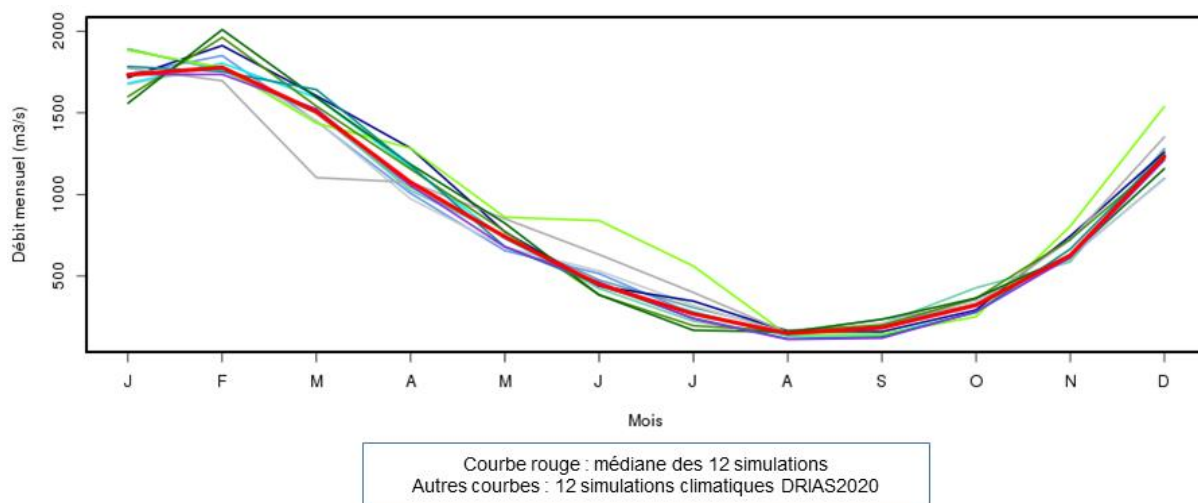
Tableau 4 : SIM2-Drias2020 (Explore 2) - Évolution des débits moyens annuels de la Loire à Nantes par RCP et horizons temporels

Loire Nantes	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
Années	Médiane [Q5 , Q95]	Médiane [Q5 , Q95]	Médiane [Q5 , Q95]
H1 (2021-2050)	3,13 [-6,75 , 21,34]	1,19 [-3,49 , 20,24]	6,21 [-9,04 , 19,57]
H2 (2041-2070)	9,87 [-5,70 , 15,84]	3,89 [-6,39 , 20,97]	5,91 [-1,71 , 33,91]
H3 (2071-2100)	8,03 [-1,12 , 27,55]	7,36 [3,33 , 28,77]	-1,81 [-15,44 , 45,68]

Source : portail « Drias – les futurs du climat »

Avec un régime hydrologique pluvial, les débits mensuels maximum de la Loire se produisent en hiver et les débits minimums en été.

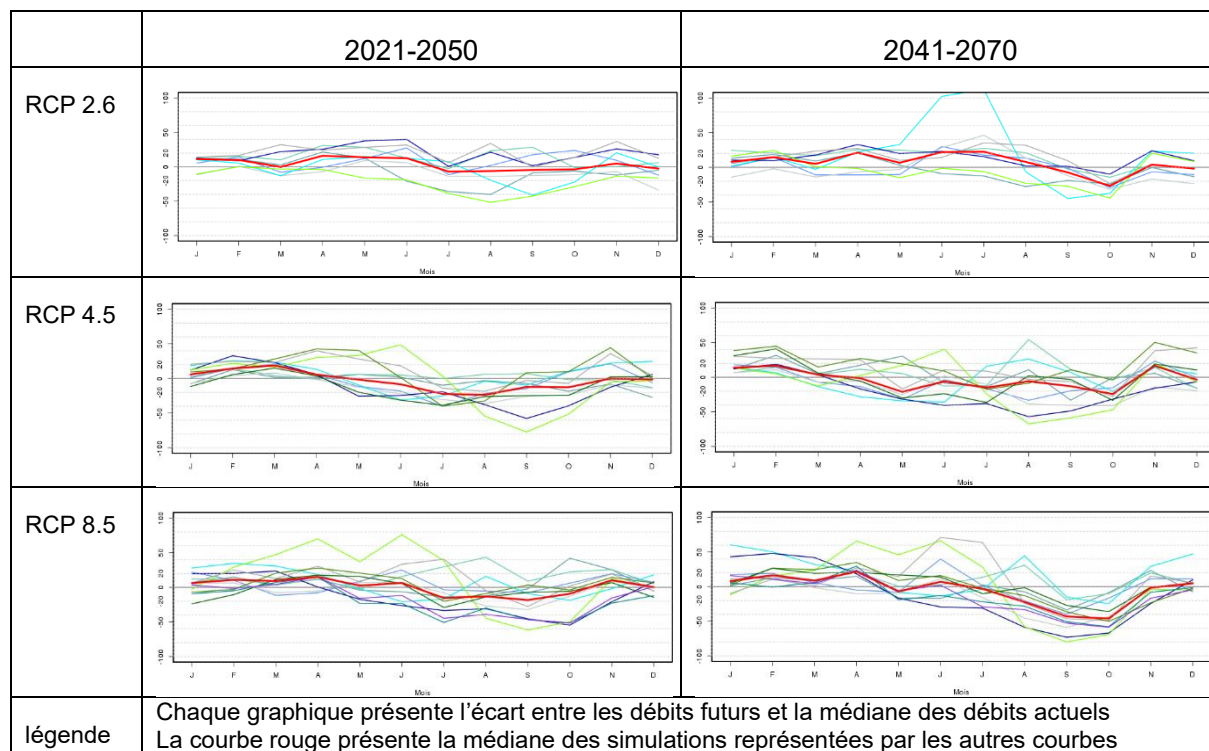
Figure 50 : SIM2-DRIAS2020 (Explore 2) - débits mensuels moyens de la Loire à Nantes reconstitués 1975-2005



Source : portail « Drias – les futurs du climat »

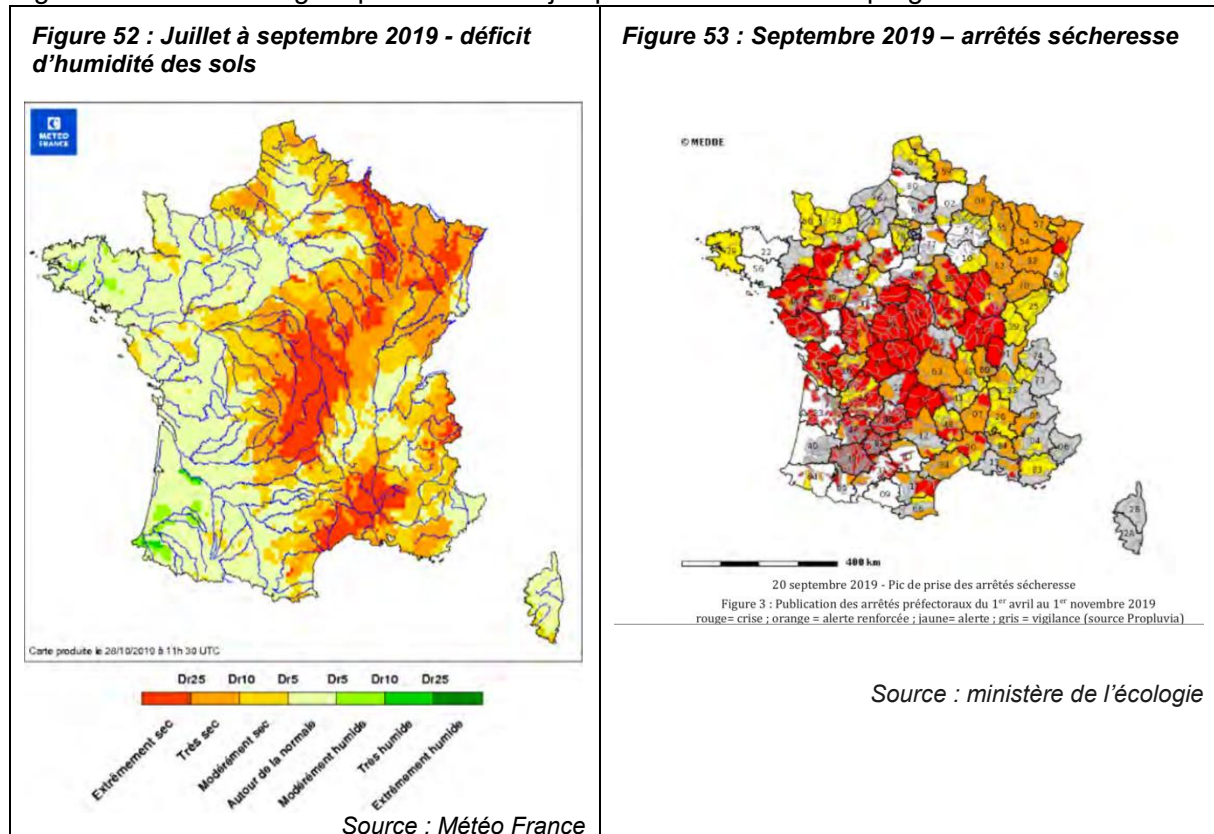
En climat futur, comme le montrent les figures suivantes, les évolutions attendues sont plutôt à la hausse pour les débits d'hiver et de printemps et à la baisse en été et en automne. La baisse des débits naturels en automne atteint -20 % en RCP 4.5 et -40 % en RCP 8,5 à l'horizon milieu de siècle. Cependant, le modèle SIM2 de Météo France n'arrive pas à bien simuler les périodes d'étiage de la Loire aval (peut-être en lien avec les apports de nappes qui sont simplifiés dans le modèle), il faut donc rester prudent avec ces résultats sur l'évolution des débits naturels (hors prélèvements et hors soutiens d'étiages) qui restent à confirmer.

Figure 51 : SIM2-DRIAS2020 (Explore 2) – évolution des débits mensuels moyens de la Loire à Nantes



2019 : une année sèche emblématique qui pourrait ne plus être exceptionnelle

L'année 2019 se caractérise par une situation de sécheresse prolongée affectant une très large partie du territoire national, y compris des zones traditionnellement moins touchées, comme le Massif central et le Nord-Est. Elle fait suite à deux années hydrologiquement sèches qui n'ont pas permis une recharge hivernale des nappes. La pluviométrie déficitaire en 2019 s'est de plus accompagnée d'épisodes de canicule en juin et juillet dont les effets ont été particulièrement brutaux et sévères sur les cours d'eau et les milieux naturels, ainsi que sur les cultures agricoles. Enfin, la sécheresse s'est poursuivie jusqu'à la fin du mois d'octobre affectant particulièrement des régions comme l'Auvergne qui s'estimaient jusqu'alors relativement épargnées.



Cette situation qualifiée d'exceptionnelle dans le climat actuel de début de siècle pourrait devenir une année normale à l'horizon du milieu de siècle. Il est donc intéressant d'en dresser un retour d'expérience comme cela a été effectué par un rapport conjoint CGAAER-CGEDD sur l'épisode caniculaire et la sécheresse 2019¹⁶¹. Un autre rapport du CGEDD a porté plus particulièrement sur le retour d'expérience sur la gestion de la sécheresse 2019 dans le domaine de l'eau¹⁶². L'EPL a aussi fait réaliser une étude sur les impacts socio-économiques du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villerest, en prenant en référence l'année 2019¹⁶³.

Ce rapport de l'EPL montre que 2019 a été, depuis 1900, un étiage de la Loire très sévère et remarquable. Il s'agit en effet d'un étiage :

¹⁶¹ CGAAER-CGEDD, rapport 277225, Retour d'expérience sur l'épisode caniculaire et la sécheresse 2019, 137 p.

¹⁶² CGEDD, rapport 012985-01, Retour d'expérience sur la gestion de la sécheresse 2019 dans le domaine de l'eau, 104 p.

¹⁶³ EPL, Impacts socio-économiques du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villerest, décembre 2020, 107 p.

- précoce (3^{ème} rang après 1976 et 2011) et long (2^{ème} rang derrière 2011) ;
- intense, présentant un QMNA le 7^{ème} plus bas depuis 1900 et le plus bas depuis la création des réservoirs ;
- un déficit par rapport au DOE de près de 300 Mm³ avec soutien d'étiage et qui se placerait sans ce dernier au deuxième rang après 1949.

La sécheresse de 2019 a conduit à la mise en œuvre de nombreuses mesures exceptionnelles de limitation ou de suspension des usages de l'eau.

Peu d'incidents sur la stabilité du réseau de distribution de l'eau (potable et usée) ont été constatés mais on peut signaler des difficultés d'approvisionnement dans le bassin de la Loire. 84 départements ont connu des arrêtés préfectoraux limitant certains usages (agriculture, industrie, particuliers). Pour la production d'électricité, la canicule a dégradé la disponibilité du parc nucléaire déjà réduite en été. Néanmoins, ces épisodes caniculaires n'ont pas entraîné de difficultés à assurer l'équilibre offre/demande.

Quant aux milieux aquatiques, ils ont été perturbés par la sécheresse tout comme les milieux forestiers qui ont aussi subi les effets des feux de forêts (les surfaces brûlées atteignant une superficie multipliée par trois depuis 1995). Concernant les milieux aquatiques, la situation 2019 a été la plus défavorable jamais observée en août depuis la mise en place du réseau Onde (huit années) qui mesure les assecs dans les cours d'eau.

Concernant l'agriculture, la canicule de 2019 a entraîné une baisse de rendement de 9 % sur le maïs et d'environ 10 % en blé par rapport à la moyenne quinquennale française. Les canicules réduisent également la production des vaches laitières et donc l'offre de lait. Le ressenti a été particulièrement fort dans la profession agricole en Auvergne qui a pris conscience en cette année particulière que ce territoire n'était pas épargné par le changement climatique.

Le rapport de l'EPL cité plus haut tend à démontrer que le soutien d'étiage assuré par les retenues de Naussac et de Villerest a permis cependant de limiter les impacts de la sécheresse de 2019. Grâce à l'eau stockée, ces barrages permettent d'atténuer les conséquences de l'étiage sur les milieux aquatiques et les activités humaines en fournissant une alimentation continue en eau.

Les deux retenues de Naussac et Villerest ont fourni un soutien d'étiage à hauteur de 209 Mm³ sur l'ensemble de la période avec un contraste entre les deux ouvrages :

- Le soutien par Naussac (94 Mm³ au total) a commencé fin juin pour durer jusqu'à la seconde quinzaine d'octobre. Le débit a été maintenu quasiment constant entre 10 et 12 m³/s tout au long de l'étiage. Malgré ce soutien, le volume de la retenue est resté bien au-dessus des volumes de vigilance et plancher.
- Le soutien par Villerest (115 Mm³ au total) a commencé fin juin pour durer jusqu'à la seconde quinzaine d'octobre. Les débits compris au début entre 20 et 30 m³/s ont été portés de la 3^{ème} semaine d'août jusqu'à la 3^{ème} de septembre entre 35 et 40 m³/s. Grâce à des entrées importantes d'eau début août les volumes stockés dans la réserve sont restés assez élevés. Ils ne sont jamais descendus en dessous d'une marge de 30 Mm³ au-dessus du volume plancher.

Soulignons enfin que les prévisions climatiques sur le bassin Loire Bretagne resteront toujours entachées de fortes incertitudes, notamment sur les pluies qui résultent d'une confrontation entre des masses d'air océaniques, méditerranéennes et continentales.

En résumé sur le climat

A grands traits, l'évolution climatique attendue peut se résumer ainsi :

- La température de l'air (et plus encore celle des eaux superficielles) est déjà en forte

augmentation. En Centre-Val de Loire, l'augmentation de température moyenne annuelle sur la période allant de 1959 à 2017 est de +1,63°C, cette évolution étant très significative¹⁶⁴. Selon de nouvelles projections climatiques publiées dans la revue *Earth System Dynamics* le 4 octobre 2022, le réchauffement pourrait être jusqu'à 50 % plus intense au cours du siècle que ce que montraient les précédentes estimations (+ 3,8 °C en 2100 par rapport à 1900 contre +2 °C précédemment dans le scénario d'émissions « intermédiaires » de GES). Le réchauffement sera, dans tous les cas, plus fort l'été que l'hiver ;

- L'évolution annuelle des précipitations pourrait rester assez inchangée sauf en Bretagne où une diminution est à attendre. La répartition annuelle des précipitations devrait continuer à évoluer avec davantage de sécheresses estivales et un renforcement des pluies en hiver ;
- Les projections de débits moyens annuels restent encore à affiner avec Explore 2, cependant les prévisions vont dans le sens d'une relative stabilité, voire une légère augmentation sur le bassin Loire-Bretagne y compris à l'estuaire de la Loire ;
- La répartition de ces débits durant l'année devrait évoluer : tous les modèles prédisent une baisse des débits d'étiage (en particulier sous l'influence de l'évapotranspiration qui va augmenter avec la température) et leur extension à l'automne, les débits hivernaux pourraient à l'inverse être plus importants.

¹⁶⁴ HERGOTT François, 2022. Diagnostic de vulnérabilité au changement climatique du Val de Sully (Loiret). LIFE Natur'Adapt – Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire - 106 pages.

Annexe 7 Les conditions de mobilisation des retenues hydroélectriques

Le parc hydroélectrique du bassin Loire-Bretagne (hors le cas particulier de l'usine marémotrice de La Rance qui n'entre pas dans le périmètre de ce rapport) produit en moyenne 1,5 TWh et est capable de mobiliser quasi instantanément une puissance électrique de 660 MW. Cette puissance est, de plus, mobilisable à n'importe quel moment en hiver par jour de grand froid, tant qu'il subsiste de l'eau dans les barrages. Les difficultés observées sur le parc nucléaire en 2022 et sur l'approvisionnement en gaz (qui permet de faire tourner les centrales à gaz productrices d'électricité) montrent combien cette ressource peut être précieuse. Elle le sera d'autant plus dans le futur dans un parc de production d'électricité avec de plus en plus d'énergies renouvelables qui, dépendant du temps, ne sont que partiellement mobilisables au moment de la pointe. Cette richesse doit ainsi être préservée.

Depuis des décennies, les retenues hydroélectriques ont, outre la production d'électricité, de multiples fonctions secondaires : l'alimentation en eau potable, l'irrigation, la protection contre les crues, l'aménagement touristique, le soutien d'étiage, et bien sûr la préservation des milieux naturels, préoccupation renforcée par la DCE et la LEMA. Elles conduisent à un partage de l'eau variable selon les ouvrages, leur localisation et leur histoire. Ce partage de l'eau est remis en question par l'évolution importante du changement climatique, avec eux tendances principales :

- un débit moyen annuel à l'estuaire de la Loire qui pourrait, à 2070, être voisin de celui d'aujourd'hui ;
- un débit naturel en période estivale plus faible de 20 à 40 %.

Le potentiel résiduel disponible sur le bassin Loire-Bretagne

La présentation des dispositifs de soutien d'étiage effectuée en première partie montre que les retenues hydroélectriques présentes sur le bassin Loire-Bretagne sont déjà très fortement mobilisées pour le soutien d'étiage. C'est le cas des 7 concessions de la Vienne et de ses affluents (Mauldre et Taurion), du complexe de Montpezat, de la concession de Teillet-Argenty sur le Cher, et de celles de Guerlédan et de Saint-Michel – Saint-Herbot en Bretagne.

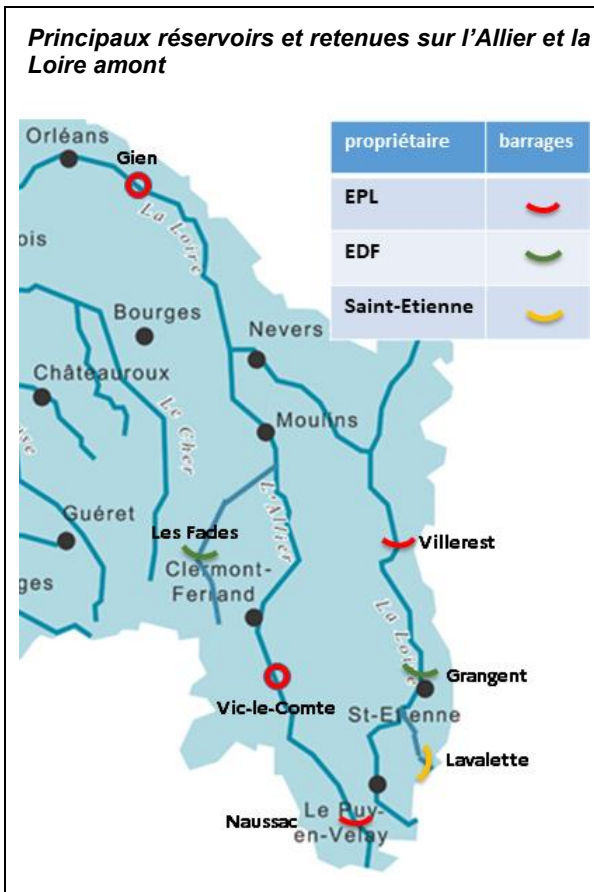
Les seules retenues, ayant un volume utile significatif, non encore engagées dans le soutien d'étiage, sont :

- Le complexe de Lavalette – La Chapelette, propriété de la métropole de Saint-Etienne, situé sur le Lignon du Velay dont les chutes d'eau sont concédées à EDF ;
- Le barrage de Grangent, concédé à EDF, situé en amont de Villerest sur la Loire¹⁶⁵.

Enfin deux retenues ne sont encore que très partiellement engagées dans le soutien d'étiage. Il s'agit :

- du complexe Les Fades – Queuille sur la Sioule ;
- et des trois retenues situées sur la Creuse dans le département de l'Indre : Eguzon, Roche-au-Moine et Rochebat-l'Aigle.

La question d'une plus forte implication des retenues hydroélectriques dans le soutien d'étiage se pose différemment pour ces trois catégories de retenues.



Elle ne peut être étudiée qu'en tenant compte de trois paramètres importants :

- 2) la durée pendant laquelle la retenue est susceptible d'être engagée dans le soutien d'étiage ;
- 3) la part du volume utile de la retenue qui est consacrée au soutien d'étiage pendant la période où elle y est engagée ;
- 4) les autres engagements, hors la production d'électricité, qui peuvent contraindre sa capacité à assurer le soutien d'étiage.

a) Les durées d'engagement dans le soutien d'étiage

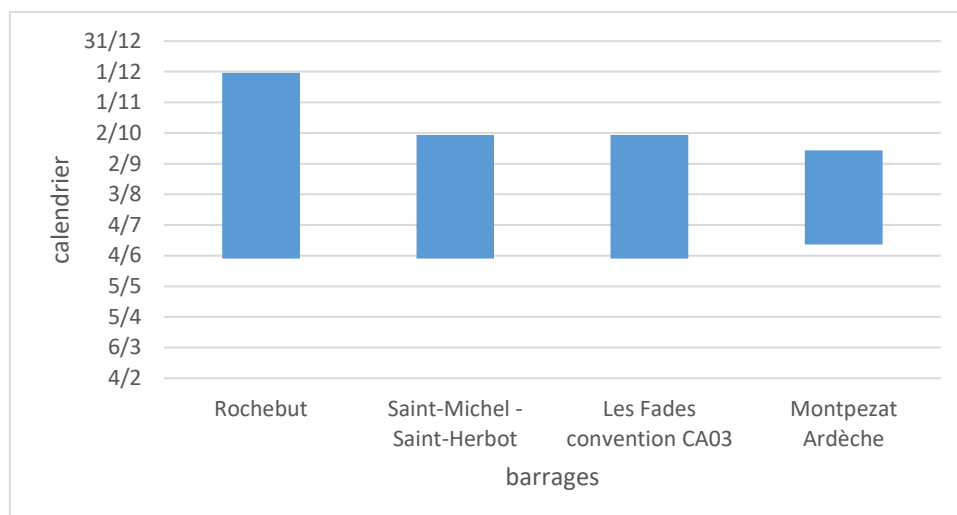
Dans ce domaine on observe des situations très différentes :

- La convention de soutien d'étiage de la Vienne engage EDF à fournir le soutien d'étiage nécessaire à tout moment dans l'année ;
- De même, les retenues du complexe de Montpezat sont tenues de faire bénéficier la Loire d'un régime garanti toute l'année.

D'autres dispositifs ne couvrent qu'une partie de l'année : le graphique ci-après présente les durées pendant lesquelles certaines retenues hydroélectriques sont engagées dans le soutien d'étiage.

¹⁶⁵ Une partie du volume utile de Grangent est toutefois réservé en été au bénéfice du canal du Forez au cas où la part du débit réservé qui lui revient serait insuffisante.

Figure 54 : Retenues EDF – plages de soutien d’été

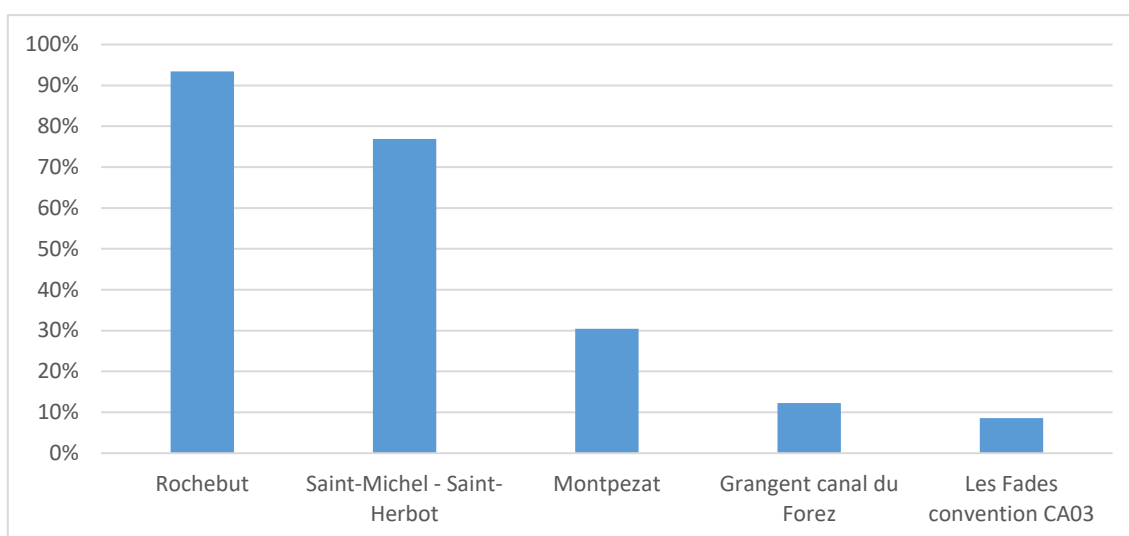


Source : données EDF

b) La part du volume utile engagé

Assez souvent, une partie seulement du volume utile de la retenue est explicitement engagée dans le soutien d’été. Cette part est très variable sur le bassin :

Figure 55 : Retenues EDF – part du volume utile engagée dans le soutien d’été



Source : données EDF

Dans d’autres cas, l’engagement ne s’appuie pas sur un volume explicite.

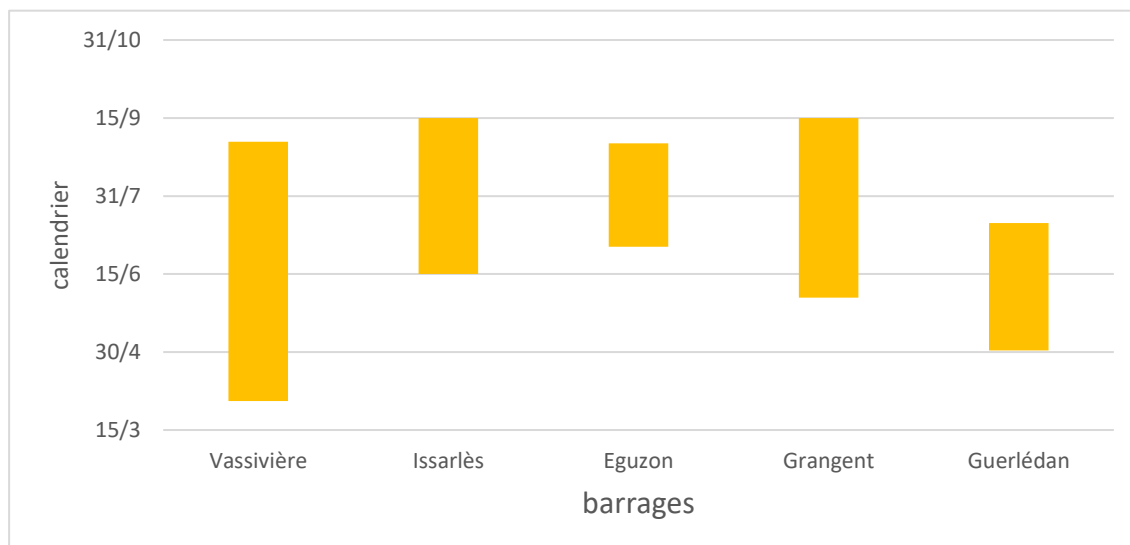
La convention de soutien d’été de la Vienne liste l’ensemble des retenues et de leur volume utile qui peuvent être engagés (moyennant la contrainte de cote estivale du lac de Vassivière) dans le dispositif.

c) Les cotes touristiques

D’autres contraintes pesant sur des retenues peuvent limiter, temporairement, le soutien d’été auquel elles sont engagées ou celui qu’elles pourraient éventuellement délivrer. C’est notamment le cas des cotes touristiques qui vont fortement limiter le soutien d’été pendant toute la saison estivale. Ces dernières pèsent d’autant plus sur la gestion de la retenue qu’elles durent longtemps.

Sur cet aspect, la situation est aussi assez variée :

Figure 56 : Retenues EDF – périodes de cotes touristiques



Source : données EDF

Pendant qu'une retenue respecte une cote touristique, elle ne peut assurer un soutien d'étiage que dans la limite du marnage admissible au regard de la cote à respecter. Deux exemples illustrent ce point :

- Le lac de Vassivière voit son volume utilisable pour le soutien d'étiage de la Vienne se réduire de 96,34 Mm³ à 27,57 Mm³, entre le 1^{er} avril et le 1^{er} septembre, ce dernier chiffre correspondant au volume situé entre la cote touristique (649,8 m NGF) et celle résultant d'un marnage de 2,8 m ;
- La retenue de Grangent réserve ainsi 3,5 Mm³ au bénéfice du canal du Forez, volume correspondant au marnage d'1 m associé à la cote touristique.

La capacité d'une retenue hydroélectrique engagée dans le respect d'une cote touristique à délivrer un soutien d'étiage durant cette période est d'autant plus important que le marnage admissible est plus élevé.

Le cadre juridique

a) Au regard du droit des concessions

L'adoption en février 2014 par l'Union européenne d'une directive spécifique consacrée aux concessions¹⁶⁶ et sa transposition dans le droit français ont fortement contraint les possibilités de modification des concessions hydroélectriques existantes. Dans le droit français, les concessions hydroélectriques relèvent désormais de la troisième partie du code de la commande publique (Article. L.3000-1 et suivants) qui codifie la transposition¹⁶⁷ de la directive sur les concessions¹⁶⁸ et du code de l'énergie dont le titre II du livre V prévoit des dispositions spécifiques aux concessions hydroélectriques.

¹⁶⁶ Directive 2014/23/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 sur l'attribution de contrats de concession, <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0023&from=FR>

¹⁶⁷ Ordonnance n° 2016-65 du 29 janvier 2016 relative aux contrats de concession <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031939947/>

¹⁶⁸ Directive 2014/23/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 sur l'attribution de contrats de concession, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000030590222>

Dans le cas le plus simple, un soutien d'étiage, sous forme d'obligation de débit à respecter à l'aval de l'ouvrage et éventuellement associé à un volume d'eau, a été prévu par le **cahier des charges de la concession**. La délivrance de ce débit garanti à l'aval de l'ouvrage (alors que le débit réservé est réglementairement limité au débit entrant) ne donne lieu à aucune indemnisation du concessionnaire ni aucune convention. C'est le cas, par exemple, de la concession de Teillet-Argenty sur le Cher qui impose au concessionnaire de délivrer un débit garanti appuyé sur un volume minimum lui-même garanti. Une telle approche simple, mais rigide, peut être mise en défaut par le changement climatique, lorsque le calcul ayant servi à établir le montant du débit garanti escompte des volumes entrant dans la retenue à des niveaux qui ne peuvent plus être atteints en année sèche.

Sans débit garanti imposé par la concession, voire même avec un tel débit (cas du complexe Les Fades – Queuille sur la Sioule), le débit à l'aval de l'ouvrage peut ne pas être suffisant pour satisfaire l'ensemble des usages de l'eau, notamment durant les périodes sèches, que ce soient le tourisme, l'agriculture, l'alimentation en eau potable, les sports d'eau vive, ou encore les lâchers d'eau ponctuels pour motifs environnementaux, ce qui conduit à des demandes (supplémentaires) de soutien d'étiage.

Si, au-delà du débit réservé ou du débit garanti, la possibilité d'un soutien d'étiage (supplémentaire) a été explicitement prévue par le cahier des charges de la concession, il est possible de rédiger une convention de soutien d'étiage¹⁶⁹ précisant les conditions de mobilisation effective ainsi que les conditions d'indemnisation du concessionnaire. Le code de la commande publique¹⁷⁰ prévoit en effet qu'un contrat de concession peut être modifié lorsque les modifications, quel que soit leur montant, ont été prévues dans les documents contractuels initiaux, sous la forme de clauses de réexamen ou d'options claires, précises et sans équivoque.

Si le soutien d'étiage n'a pas été prévu à l'origine et n'est pas inscrit dans le cahier des charges de la concession, il est malgré tout possible de le mettre en œuvre. **Ceci suppose une négociation avec le concessionnaire pour définir ses conditions d'indemnisation, mais, dans ce cas, le volume d'eau ainsi prélevé ne doit ni modifier la nature globale du contrat (art. L.3135-1 de la commande publique), ni entraîner une modification substantielle de la concession (art. R.3135-7 de la commande publique)** : des ajustements limités du cahier des charges sont possibles (de façon concertée), mais doivent rester limités.

L'affectation au soutien d'étiage d'une ressource représentant plus de **20 % du volume utilisable** d'une concession hydroélectrique est souvent citée comme susceptible de remettre en cause l'objet principal des ouvrages concernés et nécessite un examen approfondi de l'impact sur le système électrique. Même s'il donne un premier ordre de grandeur, ce chiffre de 20 % n'a qu'une valeur indicative. La détermination du pourcentage acceptable (voire de la durée pendant laquelle il est engagé) pour un objet second comme le soutien d'étiage, doit s'appuyer sur une étude approfondie, au cas par cas, pour chaque concession.

L'article L. 214-9 du code de l'environnement permet également **par déclaration d'utilité publique, après enquête publique**, de mobiliser l'eau d'une retenue concédée ou autorisée par la loi du 16 octobre 1919 pour du soutien d'étiage. Cette mobilisation est possible à condition que l'affectation de tout ou partie du débit artificiel soit compatible avec la destination de l'aménagement, avec le maintien d'un approvisionnement assurant la sécurité du système électrique et avec l'équilibre

¹⁶⁹ Une convention de soutien d'étiage est un engagement contractuel passé entre le concessionnaire, les représentants ou établissements publics locaux de l'État (Préfets - DREAL, Agences de l'Eau, etc.), les collectivités (EPTB, etc.) et les bénéficiaires du soutien d'étiage qui définissent les conditions de mobilisation de volumes en complément de ceux mobilisés dans le cadre des obligations réglementaires. Ces conditions comprennent la période concernée par le soutien d'étiage, les volumes et débits minimaux/moyens/maximaux mobilisables et les modalités opérationnelles d'interaction entre les acteurs concernés.

¹⁷⁰ Article R3135-1 du Code de la Commande publique
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000037727524/

financier du contrat de concession. Le concessionnaire doit de plus être indemnisé.

Au-delà d'un certain volume, une modification de la concession devient, en règle générale, nécessaire. Or, le Code de la commande publique encadre désormais très strictement les modifications des concessions. Une idée principale ressort de l'analyse très précise menée par la DGEC¹⁷¹ sur ce point : **une modification du contrat de concession entraîne une résiliation du contrat actuel puis une réattribution de la concession à l'issue d'une procédure de mise en concurrence, sauf si cette modification correspond à une liste extrêmement restreinte de dérogations prévues exhaustivement par l'article 36¹⁷² du décret relatif aux contrats de concessions** (codifié dans les articles R. 3135-1 à R.3135-9 du code de la commande publique) et qu'il semble difficile d'utiliser pour justifier de la mise en œuvre d'un plus grand soutien de débit d'étiage. De plus, la possibilité d'apporter des modifications à des concessions déjà échues apparaît très fragile, d'autant que l'opportunité de telles modifications est limitée par le fait qu'un nouveau contrat devrait, en théorie, être conclu à brève échéance.

Des ajustements limités¹⁷³ sont néanmoins possibles dans le cadre de discussions avec le concessionnaire actuel et dans le respect naturellement du droit européen et français des concessions. **Les concessionnaires sont en effet libres de conclure des conventions si celles-ci ne modifient pas le cahier des charges de la concession** (les critères du code de la commande publique ne sont alors pas regardés). Le respect du cahier des charges implique que l'objet de la concession ne soit pas modifié.

b) Au regard du code de l'environnement

Pour qu'une retenue hydroélectrique soit mobilisée pour un soutien d'étiage, il faut que le concessionnaire soit sollicité par un acteur souhaitant en bénéficier.

Sur le bassin quatre situations ont pu être relevées :

- un soutien d'étiage inscrit comme obligation de la concession par l'Etat, autorité concédante (cas le plus fréquent) ;
- un soutien d'étiage qui bénéficie au concessionnaire lui-même pour une autre de ses activités (cas de la Vienne) ;
- un soutien au bénéfice de la profession agricole dans le cadre d'une convention passée avec le concessionnaire (cas de la Sioule et de la Creuse) ;
- un soutien délivré au bénéfice d'un établissement public territorial de bassin (EPTB) auquel ses collectivités membres ont confié cette compétence (cas de l'Aulne).

La direction de l'eau et de la biodiversité considère que le soutien d'étiage constitue une dimension de la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI) définie à l'article 211-7 du code de l'environnement, même si celui-ci ne la cite pas expressément. Il s'agit donc d'une compétence des intercommunalités qui peuvent la déléguer à un EPTB.

Le soutien d'étiage opéré sur le bassin de l'Aulne applique tous les principes énumérés ci-dessus :

- Le bénéficiaire est un EPTB ;
- La prestation, prévue au cahier des charges de la concession, est définie dans le cadre d'une convention passée entre le bénéficiaire et le concessionnaire ;
- Cette prestation est rémunérée par le bénéficiaire.

¹⁷¹ Note relative aux modifications des contrats de concession d'énergie hydraulique, DGEC.

¹⁷² https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000031965249/2022-09-26

¹⁷³ Conformément à l'article R3135-8 du code de la commande publique relatif aux modifications de faible montant.

L'inscription du soutien d'étiage dans le cahier des charges des futures concessions

Si, pour le moment, en France, une quarantaine de concessions hydroélectriques sont arrivées à échéance et sont désormais exploitées dans le cadre du régime dit des « délais glissants »¹⁷⁴, qui permet de les proroger aux conditions antérieures, une seule concession¹⁷⁵ se trouve dans ce cas dans le bassin Loire Bretagne. Par contre, plusieurs concessions arrivent à échéance dans les prochaines années sur ce bassin : citons notamment celles de Peyrat le Château – Faux la Montagne (décembre 2026), de Versilhac – Vendets (barrage de la Valette) (décembre 2027), de Monpezat (décembre 2028), de Grangent (décembre 2032), d'Eguzon et de la Roche-au-Moine (décembre 2032), de Montlarron (décembre 2033) ...

Les textes actuels, modifiés par la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte de 2015, prévoient que l'attribution d'une concession d'énergie hydraulique est désormais effectuée dans le cadre d'une procédure d'appel d'offres¹⁷⁶. La démarche d'écoute GEDRE (Gestion équilibrée et durable de la ressource en eau), qui peut être organisée par l'Etat préalablement à l'avis de concession en application de l'article R.521-4 du code de l'énergie, permet de définir les attentes des parties prenantes concernant la ressource en eau, parmi lesquelles le soutien d'étiage. Les différents enjeux soulevés lors de cette démarche pourront alors être traduits lors du renouvellement par des dispositions spécifiques dans le cahier des charges de la future concession.

L'article 43 du modèle actuel de cahier des charges (approuvé par le décret d'avril 2016) prévoit ainsi la conclusion de conventions liées au soutien d'étiage : « *le concessionnaire conclut avec l'Etat, l'agence de l'eau et l'organisme chargé du soutien d'étiage une convention précisant les modalités techniques, et, le cas échéant, financières de ce soutien* » (art.43).

Aucun avis d'appel public à la concurrence pour le renouvellement des concessions hydroélectriques n'a cependant été lancé depuis l'ouverture en octobre 2015 d'un précontentieux par la Commission européenne portant sur la position dominante d'EDF, sur le fondement des articles 102 et 106 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne dit TFUE. Compte tenu de ce précontentieux, le lancement des procédures de renouvellement est suspendu à un accord entre la Commission et les autorités françaises¹⁷⁷ : les procédures de renouvellement des concessions pourraient être modifiées en conséquence, si nécessaire. Une fois engagée, la procédure actuelle dure au minimum quatre ou cinq ans.

¹⁷⁴ L'article L. 521-16 du code de l'énergie prévoit en effet que : « *La procédure de renouvellement des concessions est fixée par un décret en Conseil d'Etat. Au plus tard trois ans avant l'expiration de la concession, l'autorité administrative prend la décision soit de mettre définitivement fin à la concession à la date normale de son expiration, soit d'instituer une concession nouvelle à compter de l'expiration. La nouvelle concession doit être instituée au plus tard le jour de l'expiration du titre en cours, c'est-à-dire soit à la date normale d'expiration, soit si le dernier alinéa est mis en œuvre à la nouvelle date déterminée selon les dispositions de cet alinéa. A défaut, pour assurer la continuité de l'exploitation, ce titre est prorogé aux conditions antérieures jusqu'au moment où est délivrée la nouvelle concession.* »

¹⁷⁵ il s'agit de la concession de Chatain et Monteillard, correspondant au barrage de Lavaud Gelade sur le Taurion. Déficitaire par essence, puisque le barrage ne comprend pas d'usine hydroélectrique (et donc de recettes), elle se poursuit dans le cadre du régime dit des « délais glissants ».

¹⁷⁶ Voir notamment les articles R.521-1 et suivants du code de l'énergie ainsi que la troisième partie du code de la commande publique : l'octroi d'une concession d'énergie hydraulique est en effet précédé d'une publicité et d'une mise en concurrence selon les modalités prévues par la troisième partie du code de la commande publique, sous réserve des dispositions prévues par les articles du code de l'énergie.

¹⁷⁷ Voir notamment *Compte de commerce 914 « Renouvellement des concessions hydroélectriques » Note d'analyse de l'exécution budgétaire 2020*, Cour des Comptes <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2021-04/NEB-2020-Renouvellement-concessions-hydroelectriques.pdf>

La conciliation du soutien d'étiage avec la priorité à accorder à la production électrique

Indépendamment du cahier des charges de la concession, l'augmentation du soutien d'étiage doit s'intégrer dans la gestion des retenues hydroélectriques dont la production d'électricité reste la priorité. La compatibilité de ces deux objectifs pose des difficultés et conduit à un certain nombre de considérants importants :

- Le soutien d'étiage et le système énergétique ont des besoins différents (volume, débit, calendrier) : les règles de déstockage pour le soutien d'étiage n'ont aucune raison d'être synchrones avec les besoins du système électrique : pour répondre aux besoins du réseau électrique (désormais européen), les ouvrages vont devoir relâcher de l'eau principalement en hiver, mais aussi lors des périodes de tension du réseau, tandis que le soutien d'étiage intervient principalement de juin à octobre. Dans certains cas, le soutien ne peut être turbiné (débit trop faible...). En règle générale, les volumes affectés au soutien d'étiage pénalisent donc l'atteinte de l'optimum énergétique des aménagements concernés ;
- Dans l'idéal, une retenue hydroélectrique engagée dans un soutien d'étiage devrait être pleine au début de la campagne, qui se situe en général début juin (voir les exemples ci-avant). Le réseau électrique peut néanmoins faire fortement appel en février aux retenues hydroélectriques pour répondre à la demande électrique et éviter des délestages. Le record d'appel de puissance sur le réseau électrique en France, avec 102 GW, est intervenu le 8 février 2012 à 19h dans le cadre d'une vague de froid d'une ampleur exceptionnelle qui a sollicité fortement toutes les énergies (électricité, gaz). Dans la pratique, l'augmentation du remplissage des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage pourra ainsi commencer à partir du mois de mars, voire en avril certaines années¹⁷⁸, ce qui ne permettra pas forcément de garantir un plein remplissage en juin. L'année 2022 a ainsi montré, certes sur un autre bassin, qu'il était malheureusement illusoire d'espérer atteindre tous les ans la cote nécessaire pour le tourisme et l'économie locale sur le barrage de Serre-Ponçon malgré la mise en place d'une gestion exceptionnelle dès la fin février ! Cette difficulté à atteindre la cote touristique risque malheureusement de se renouveler compte tenu de l'évolution du climat et des moindres débits printaniers.
- Le volume d'eau à provisionner pour le soutien d'étiage doit être dimensionné au plus juste et ne doit pas être surestimé, sous peine de pénaliser la production électrique. Le volume délivré pour le soutien d'étiage bénéficie des éventuelles pluies estivales. Il est donc distinct du volume provisionné chaque année dans ce but. Cela étant, le poids exercé sur l'activité hydroélectrique est d'autant plus important que le stock constitué est conséquent. Dès lors que l'aménagement suit une courbe de stockage, sa flexibilité et sa disponibilité pour la production hydroélectrique sont obérées (avec des risques de déversés au printemps en cas d'apports subits et importants si l'aménagement est sur une courbe haute de remontée), que le stock constitué serve ou non au soutien d'étiage.
- L'augmentation de la part dédiée au soutien d'étiage dans un réservoir a un impact négatif double sur la production d'électricité :
 - lié, d'une part, aux volumes directement lâchés dans le cadre du soutien du débit d'étiage ;
 - lié, d'autre part, à la constitution et à la garantie du stock qui peut devenir structurante (perte de flexibilité en amont de la campagne de soutien d'étiage et limitation prématurée des turbines énergétiques au printemps). Cette « désoptimisation » énergétique n'est pas évaluée dans le cadre du présent rapport et nécessite des calculs utilisant les modèles de gestion de réservoirs.

¹⁷⁸ Voir en particulier le rapport de la CRE de juin 2022 relative à la vague de froid de début avril 2022 : *Analyse et enseignements sur le pic de prix sur l'enchère journalière pour le 4 avril 2022*

Dans la doctrine de la DGEC, ce coût économique ne doit pas être supporté par l'exploitant hydroélectrique - ce qui pourrait remettre en cause l'équilibre économique du contrat de concession – mais par le bénéficiaire du service rendu. Il peut reposer principalement sur deux modalités de calcul : le préjudice énergétique (manque à gagner lié à la contrainte de gestion sur la valorisation énergétique de l'ouvrage) ou le partage des charges (répartition des charges d'exploitation communes de fonctionnement de l'ouvrage au prorata des volumes affectés aux différents usages). La deuxième méthode est plus couramment appliquée aujourd'hui. Elle ne peut pas être utilisée pour indemniser la perte résultant de la mise en place d'une réserve d'eau et de la réduction de flexibilité de l'utilisation de l'ouvrage qui en résulte lorsque la réserve n'est pas mobilisée, cas correspondant aux propositions de ce rapport.

Les situations observées sur le bassin Loire-Bretagne résultent des discussions intervenues par le passé sur chaque ouvrage. Elles recouvrent une grande variété de situations : gratuité du service rendu (lorsqu'il a été intégré sans contrepartie dans le contrat de concession ou avec des contreparties versées au moment de la construction de l'ouvrage (cas de la Fontaulière sur l'Ardèche)), avec une rémunération mixte (parts fixe et variable) ou avec une rémunération uniquement variable.

Annexe 8 Liste des transferts d'eau entre sous-bassins

La mission n'a pas pu obtenir auprès des administrations de bassin une liste complète des transferts d'eau entre sous-bassins au sein du bassin Loire-Bretagne. Elle a relevé les transferts suivants concernant le bassin de la Loire :

Du bassin de la Loire vers le bassin du Rhône : 220 Mm³/an¹⁷⁹

Par le complexe de Montpezat, alimenté par des eaux provenant du Lac d'Issarlès, du barrage de La Palisse situé sur la Loire, et des barrages du Gage et de la Veyradère situés sur les affluents de la Loire dont ils portent le nom, qui rejette l'eau turbinée dans la Fontaulière, affluent du Rhône via l'Ardèche.

Durant la période de basses eaux, le soutien d'étiage en faveur de l'Ardèche s'élève, en moyenne, à 8,8 Mm³.

Du bassin du Rhône vers le bassin de la Loire :

Par le système d'alimentation en eau potable du syndicat mixte des eaux des Monts du Lyonnais et de la basse vallée du Gier, qui dessert 75 communes situées pour partie dans le bassin de la Loire, alimenté à hauteur de près de 6 Mm³/an¹⁸⁰ à partir des captages de l'Île du Grand Gravier dans la nappe d'accompagnement du Rhône situés sur la commune de Grigny. La part de l'eau distribuée vers le bassin de la Loire n'est pas précisée dans les documents dont la mission a pu prendre connaissance.

Du sous-bassin de la Loire vers celui de l'Allier : 4 Mm³/an¹⁸¹

Par le barrage des Pradeaux, alimenté par des eaux provenant du ruisseau de l'Enfer, affluent de la Loire via l'Ance-du-Nord, qui rejette l'eau turbinée dans le Gandrif, affluent de l'Allier via la Dore.

Du sous-bassin de la Loire vers celui du Cher : 4,4 Mm³/an¹⁸²

Par deux systèmes d'alimentation en eau potable :

- Celui de la communauté d'agglomération Bourges Plus, alimenté en partie par des captages dans la nappe d'accompagnement de la Loire situés sur l'Île du Lac dans la commune d'Herry, qui rejette ses eaux dans l'Yèvre, affluent du Cher ;
- Celui du Syndicat mixte des eaux des régions Sud et Est de Bourges (SMERSE), alimenté en partie par des captages dans la nappe d'accompagnement de la Loire situés sur l'Île Boyard, dans la commune de Ménétréol-sous-Sancerre, qui rejette ses eaux dans le bassin du Cher.

¹⁷⁹ Haute-Loire, le Département, « Schéma d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Loire amont, PAGD synthèse de l'état des lieux », validée par la CLE le 8 juillet 2015

¹⁸⁰ Syndicat mixte des eaux des Monts du Lyonnais et de la basse vallée du Gier (SIEMLY), « Rapport annuel sur le prix et la qualité du service public d'eau potable », 2019

¹⁸¹ Haute-Loire, le Département, « Schéma d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Loire amont, PAGD synthèse de l'état des lieux », validée par la CLE le 8 juillet 2015

¹⁸² Communauté d'agglomération Bourges Plus, « Rapport sur le prix et la qualité du service – Service de l'eau 2021 »

Du sous-bassin de l'Allier vers celui du Cher :

Par le système d'alimentation en eau potable du SAEP de la vallée de Germigny, alimenté en partie par des captages dans la nappe d'accompagnement de l'Allier à hauteur de 0,8 Mm³/an, dont une partie des rejets s'effectue vers l'Auron, affluent du Cher via l'Yèvre.

Par l'interconnexion des réseaux d'alimentation en eau potable du département de l'Allier assurée par le Syndicat mixte des eaux de l'Allier¹⁸³ ou par des interconnexions directes entre syndicats. Celles-ci permettent notamment au SIVOM de la Région minière¹⁸⁴ d'importer entre 565 000 et 585 000 m³/an¹⁸⁵ de syndicats d'eau situés dans le sous-bassin de l'Allier (SIVOM Rive gauche de l'Allier, SIVOM Sioule et Bouble, SIVOM Sioule et Morge).

Du sous-bassin de la Creuse vers celui du Cher : 1 à 1,5 Mm³/an¹⁸⁶

Par le système d'alimentation en eau potable géré par le syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable de la Rozeille¹⁸⁷, qui dessert 50 communes du département pour partie situées dans le sous-bassin du Cher, alimenté principalement par la retenue de Beissat, située sur la Rozeille, affluent de la Creuse.

Du sous-bassin de la Creuse vers celui de la Vienne : 9,7 Mm³/an¹⁸⁸

Par le système d'alimentation en eau potable de Limoges Métropole, alimenté principalement par :

- le barrage du Mazeaud situé sur la Couze, affluent de la Creuse via la Gartempe,
- l'étang de Gouillet situé sur le Ritord, principal affluent de la Couze,
- et l'étang de la Couzille, situé sur le Vincou, affluent de la Creuse via la Gartempe,

qui rejette ses eaux dans la Vienne.

¹⁸³ <https://www.smea.fr/>

¹⁸⁴ <http://sivom-regionminiere.fr/index.html>

¹⁸⁵ SIVOM Région Minière, « Rapport annuel sur le prix et la qualité du service public d'eau potable – exercice 2021 »

¹⁸⁶ EPTB Vienne, « Etat initial du schéma d'aménagement et de gestion des eaux du bassin de la Creuse », validé le 9 février 2021 par la Commission Locale de l'Eau

¹⁸⁷ <https://siaeprozeille.fr/fr/>

¹⁸⁸ Limoges Métropole, communauté urbaine, « Rapport annuel 2021 sur le prix et la qualité du service public de l'eau »,

Annexe 9 Eléments d'analyse sur l'idée de construction de nouveaux grands réservoirs

Plusieurs interlocuteurs rencontrés par la mission lui ont fait part de leur demande de voir le projet de construction d'un ou plusieurs nouveaux grands réservoirs être porté et financé par l'Etat pour répondre aux enjeux de l'eau sur le bassin Loire-Bretagne dans le contexte du changement climatique. Pourtant, aucun des acteurs consultés par la mission¹⁸⁹ ne lui a fait part de projets possibles, à l'exception bien entendu des grands projets qui ont été écartés par le passé pour des raisons qui restent toujours valables.

Sur ce sujet, la mission considère nécessaire de souligner les points suivants :

- La construction de réservoirs destinés principalement au soutien d'étiage relève désormais de la compétence des collectivités territoriales dans le cadre de la GEMAPI¹⁹⁰. L'Etat pourra accompagner les projets des collectivités compétentes. Il n'a plus en l'état actuel des textes vocation à porter et à financer un tel projet comme cela avait été fait dans le passé par le ministère en charge de l'agriculture. Ce sont les EPTB qui sont, selon l'article L 211-7 du code de l'environnement, les porteurs privilégiés des ouvrages à réaliser dans le cadre de la GEMAPI ;
- Le bassin de la Loire a la chance de bénéficier de l'existence d'une structure, l'EPL, qui dispose d'une riche expérience de la manière de gérer de tels réservoirs. Le cadre dans lequel seraient gérés les débits à l'aval de l'ouvrage en période d'étiage reste toutefois à préciser ;
- Un grand réservoir de plusieurs dizaines de millions de m³ peut, en général, être équipé pour produire de l'électricité. Les travaux préparatoires de l'Union française de l'électricité (UFE) pour l'étude de connaissance du potentiel hydroélectrique réalisée par la DGEC en 2013¹⁹¹ concluent à l'existence d'un potentiel de création de nouveaux ouvrages, sur la partie Loire-Bretagne de l'ancienne région Auvergne, très limité¹⁹² dans le cadre des règles de protection environnementale issue de la LEMA. D'après les éléments recueillis par la mission auprès d'EDF la démarche d'actualisation du potentiel hydroélectrique en cours confirme ce très faible potentiel ;
- Des usages sont antagonistes : un grand réservoir de soutien d'étiage peut, à titre accessoire, produire de l'électricité mais il ne peut pas assurer de surcroît une cote touristique ;
- Tout nouveau grand réservoir devra prendre en compte, dans sa gestion, les risques, dans un contexte climatique et hydrologique en évolution et soumis à des incertitudes notables, de ne pas pouvoir être rempli chaque année et de devoir faire face à des étiages prolongés. Ses règles de gestion auront donc toute chance, comme c'est le cas pour les réservoirs de Naussac, de limiter son volume réellement mobilisable à un niveau sensiblement inférieur à son volume théorique ;
- Compte tenu des tensions actuelles autour de la gestion de l'eau, un projet de grand

¹⁸⁹ Y compris les ingénieurs de *Somival Ingénierie*, dont certains avaient participé, au sein de la *Somival* (qui a été racheté par la société Gaudriot aux débuts des années 2000 et qui a donné naissance en 2019 à une Société Coopérative de Production, la *Somival Ingénierie*, en 2019) à la réalisation d'une étude du potentiel hydroélectrique du bassin.

¹⁹⁰ Cf analyse juridiques de la partie 3.1.2.2

¹⁹¹ Setec Energy Solutions, « Etude de convergence du potentiel hydroélectrique français – rapport de synthèse impact du classement des cours d'eau », octobre 2013

¹⁹² Puissance évaluée à 68 MW, soit moins du double de celle du barrage de Grangent

réservoir connaîtra de vives oppositions. Force est de constater que depuis une quarantaine d'années, les ouvrages envisagés sur cette partie du territoire, notamment les barrages de Chambonchard et du Serre de la Farre, n'ont pas été réalisés.

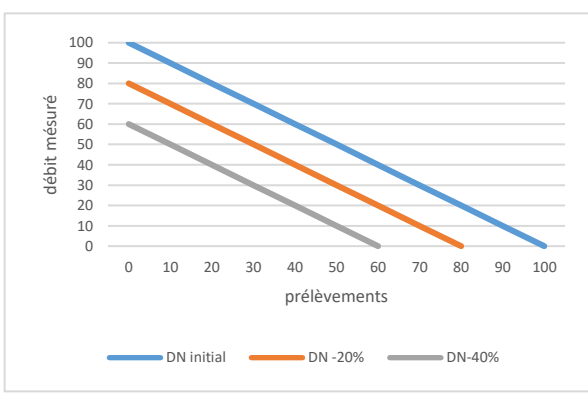
La mission souligne enfin que la réalisation d'un projet de construction d'un grand réservoir, quel que soit son emplacement sur le bassin, prendrait de nombreuses années pour les études et la concertation préalable (au moins une dizaine voire une quinzaine d'années). Comme il n'existe encore aucun porteur de projet et que les sites propices sont à l'évidence difficiles à identifier, l'espérance de voir un tel ouvrage se réaliser est à une échéance encore plus lointaine (2040, voire 2050). De plus, quel que soit le calendrier envisagé, il sera toujours soumis à des aléas qui pourront en retarder la réalisation. L'hypothèse de la construction d'un tel barrage ne doit donc en aucun cas retarder les efforts nécessaires sur le bassin de maîtrise de la consommation d'eau et la mise en place de la gestion quantitative.

Annexe 10 Eléments sur les prélèvements d'eau

Les projections hydrologiques à l'horizon du milieu du siècle laissent présager des réductions des débits naturels de l'ordre de 20 à 40 % en période de basses eaux.

La réduction prévisible des débits naturels de ces périodes se traduirait, à prélèvements constants, par une diminution encore plus rapide des débits réels comme l'illustre le graphique ci-contre¹⁹³. Pour un prélèvement de 40, le débit mesuré passerait de 60, pour un débit naturel initial de 100, à 40 soit -33 %, pour une réduction du débit naturel de 20 %, et de 60 à 20 soit -67 %, pour une réduction du débit naturel de 40 %.

Figure 57 : Effet de la baisse des débits naturels sur les débits réels en fonction des prélèvements



La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) promulguée le 30 décembre 2006¹⁹⁴ en application de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE) d'octobre 2000 introduit la reconnaissance du droit à l'eau pour tous et la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la gestion des ressources en eau. Elle s'inscrit dans l'objectif de rétablir - ou de maintenir lorsque c'est déjà le cas - le bon état des milieux aquatiques.

Le SDAGE est l'outil principal de mise en œuvre de la DCE, ainsi l'article L.212-1 du code de l'environnement indique que le SDAGE fixe des orientations fondamentales, déclinées en dispositions, permettant de satisfaire aux principes d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Ces règles de gestion sont définies en réponse aux objectifs de qualité et de quantité des eaux définis pour chaque masse d'eau du bassin.

La DCE affiche une grande ambition environnementale en fixant pour objectif emblématique le bon état des eaux dès 2015. Pour autant elle n'oublie pas les réalités financières puisque l'atteinte du bon état est notamment soumise à des critères de réalisme économique : c'est la notion de coûts disproportionnés pour les industriels, les agriculteurs et les collectivités territoriales qui peut, le cas échéant, justifier la fixation d'objectifs moins stricts ou plus éloignés dans le temps.

On rejoint ainsi la notion de gestion équilibrée et durable de la ressource en eau, précisée par l'article L. 211-1 du code de l'environnement (issu de l'article 20 de la LEMA) qui prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer (sans ordre de priorité particulier¹⁹⁵) :

- la prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et

¹⁹³ Ce graphique théorique se lit comme suit : pour un débit naturel initial de 100, le débit mesuré (courbe bleue) décroît linéairement de 100 à 0 lorsque les prélèvements augmentent de 0 à 100. Si le débit naturel diminue de 20 %, le débit mesuré (courbe orange) décroît de 80 à 0 avec les prélèvements et il n'est plus possible d'avoir des prélèvements supérieurs à 80. Si le débit naturel diminue de 40 %, le débit mesuré (courbe grise) décroît de 60 à 0 avec les prélèvements et il n'est plus possible d'avoir des prélèvements supérieurs à 60. Pour un taux initial de prélèvement de 40 %, le débit mesuré s'établit à 60 si le débit naturel est à 100 (courbe bleue). Pour ce même volume de prélèvements, le débit mesuré s'établit à 40 pour un débit naturel réduit de 20 % (courbe orange), et à 20 pour un débit naturel réduit de 40% (courbe grise). Le taux de prélèvement augmente, à prélèvements constants, de 40 % à 50 % ou aux 2/3. Et le débit mesuré diminue d'1/3 ou des 2/3. A prélèvements constants, la réduction des débits mesurés est donc bien plus forte que celle des débits naturels.

¹⁹⁴ LOI n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques

¹⁹⁵ Dans l'article L211-1 du code de l'environnement, la liste est numérotée mais cela ne doit pas être interprété comme un ordre de priorité des usages.

des zones humides [...] ;

- la protection des eaux et la lutte contre toute pollution [...] ;
- la restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération ;
- le développement, la mobilisation, la création et la protection de la ressource en eau ;
- la valorisation de l'eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource ;
- la promotion d'une politique active de stockage de l'eau pour un usage partagé de l'eau permettant de garantir l'irrigation, élément essentiel de la sécurité de la production agricole et du maintien de l'étiage des rivières, et de subvenir aux besoins des populations locales ;
- la promotion d'une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau, notamment par le développement de la réutilisation des eaux usées traitées et de l'utilisation des eaux de pluie en remplacement de l'eau potable ;
- le rétablissement de la continuité écologique au sein des bassins hydrographiques.

Le même article du code de l'environnement précise la notion de gestion équilibrée et durable en fixant des priorités et tout d'abord la satisfaction des exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population.

La gestion équilibrée et durable doit ensuite permettre de satisfaire ou concilier lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences :

- 1) de la vie biologique du milieu récepteur et spécialement de la faune piscicole et conchylicole,
- 2) de la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations,
- 3) de l'agriculture, des pêches et cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, des transports, du tourisme, de la protection des sites, des loisirs et des sports nautiques, ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées.

Sur le bassin Loire-Bretagne et sur l'axe Loire-Allier soutenu par Naussac et Villerest, les consommations nettes d'eau à l'étiage sont dues à l'irrigation pour plus de la moitié et au refroidissement des centrales nucléaires pour environ un quart¹⁹⁶.

Face aux tensions sur les usages de l'eau dans un contexte de raréfaction, il est précisé dans le propos introductif du SDAGE Loire Bretagne 2022-2027 que « *tout au long de la préparation du SDAGE, le comité de bassin Loire-Bretagne a eu le souci constant d'émettre des préconisations et des dispositions réalistes, c'est-à-dire ne rendant pas incompatible l'atteinte du bon état des eaux avec l'exercice des activités agricoles et industrielles, ou encore avec celui de la production d'électricité d'origine hydraulique.* »

¹⁹⁶ Voir partie 1.1.2

Annexe 11 L'agriculture dans le bassin Loire-Bretagne

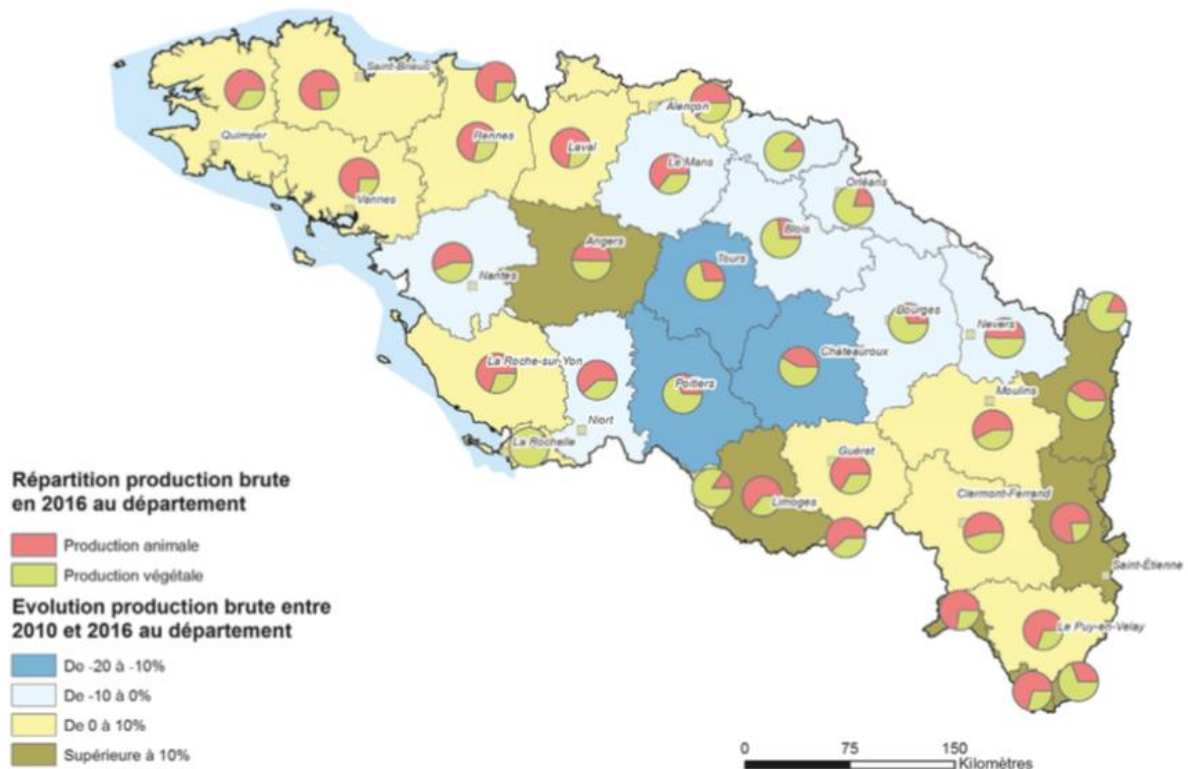
L'agriculture occupe une place économique importante dans le bassin Loire-Bretagne

L'état des lieux du SDAGE adopté fin 2019 montre qu'en légère hausse depuis 2010 (+2 %), la production de la branche agricole du bassin Loire Bretagne représente en 2016 un total d'environ 20,8 milliards d'euros, soit près de 32 % de la production nationale. La production se répartit à 60 % pour la production animale et 40 % pour la production végétale. Le secteur agricole emploie environ 215 000 personnes au sein de 110 000 exploitations.

La production végétale est concentrée sur le centre du bassin, dans les régions Centre Val de Loire et Pays de la Loire qui comptabilisent plus de la moitié de la production végétale du bassin en 2016. Les cultures de céréales et d'oléo-protéagineux y occupent une place majoritaire.

En production animale, les élevages laitiers sont concentrés principalement en Bretagne et dans les Pays de la Loire (50 % de la production nationale est issue de ces deux régions). La filière « bovin viande » est localisée dans le centre ouest du bassin. On assiste à la poursuite de la baisse du cheptel de porcs sur l'ensemble du bassin Loire-Bretagne entre 2010 et 2016, avec une hausse des effectifs par exploitation, notamment à l'ouest du bassin (augmentation de 13 % en Bretagne et de 6 % en Pays de la Loire). La Bretagne occupe le 1er rang des treize régions françaises pour la production porcine avec 5 500 exploitations en 2015, et un cheptel estimé à 7,04 millions de têtes en 2016. Le constat n'est pas le même pour ce qui est de l'évolution des élevages de volailles (volailles de chair, poules pondeuses...) où l'on a assisté entre 2010 et 2016 à une augmentation des effectifs sur une majeure partie du bassin, à l'exception de la région Centre-Val de Loire.

Figure 58 : Production brute animale et végétale du bassin Loire-Bretagne



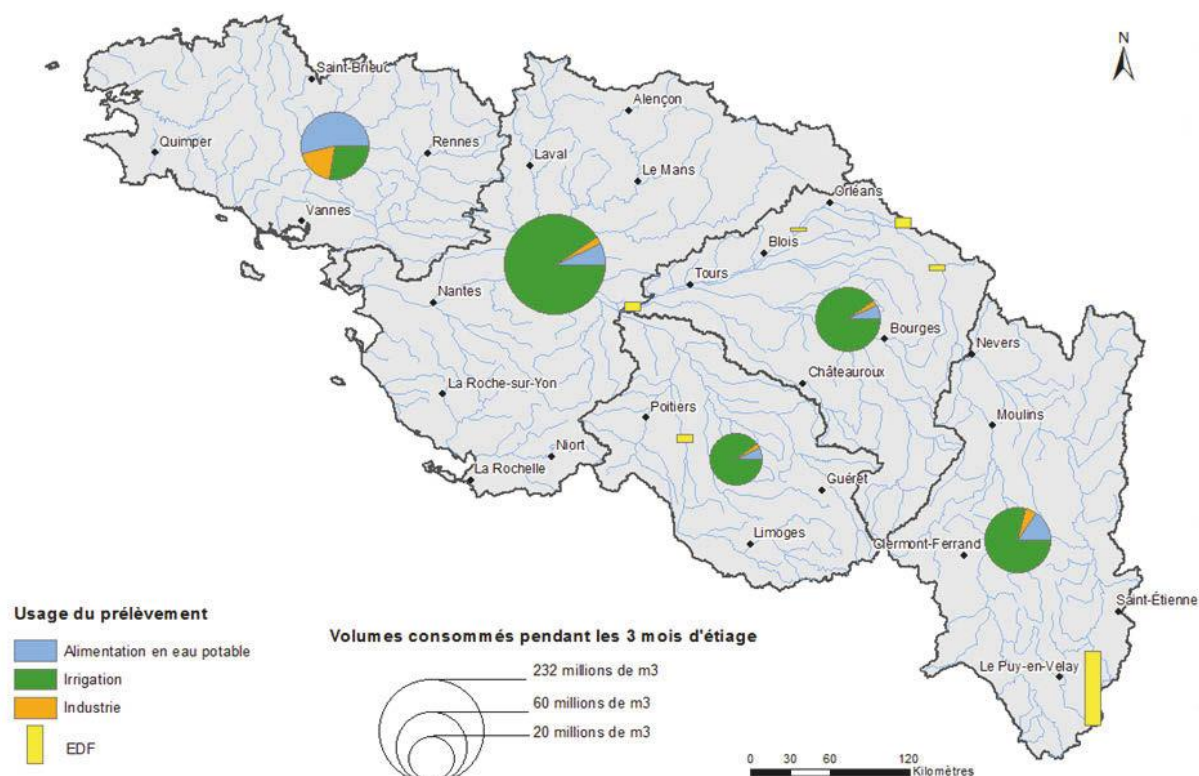
Source : AELB – Etat des lieux du bassin Loire-Bretagne

L'industrie agroalimentaire constitue le premier employeur industriel du bassin Loire-Bretagne avec 150 000 emplois.

L'agriculture est le premier consommateur d'eau du bassin Loire-Bretagne

En période d'étiage, les analyses de la première partie du rapport montrent que l'irrigation occupe la première place des usages avec plus de 50 % des consommations nettes (différence entre le volume prélevé et le volume restitué au milieu naturel, principalement dans une grande partie centrale et sud-ouest du bassin). L'alimentation en eau des élevages constitue également un prélèvement significatif en région Pays de la Loire et Bretagne essentiellement. Des prélèvements unitaires importants en eau de surface pour l'irrigation s'exercent le long des grands axes fluviaux ainsi que dans quelques grandes nappes souterraines, calcaires de Beauce et calcaires du Jurassique.

Figure 59 : Volumes consommés à l'étiage 2013 par usage et par territoire des commissions territoriales



Source : AELB - Etat des lieux du bassin Loire Bretagne

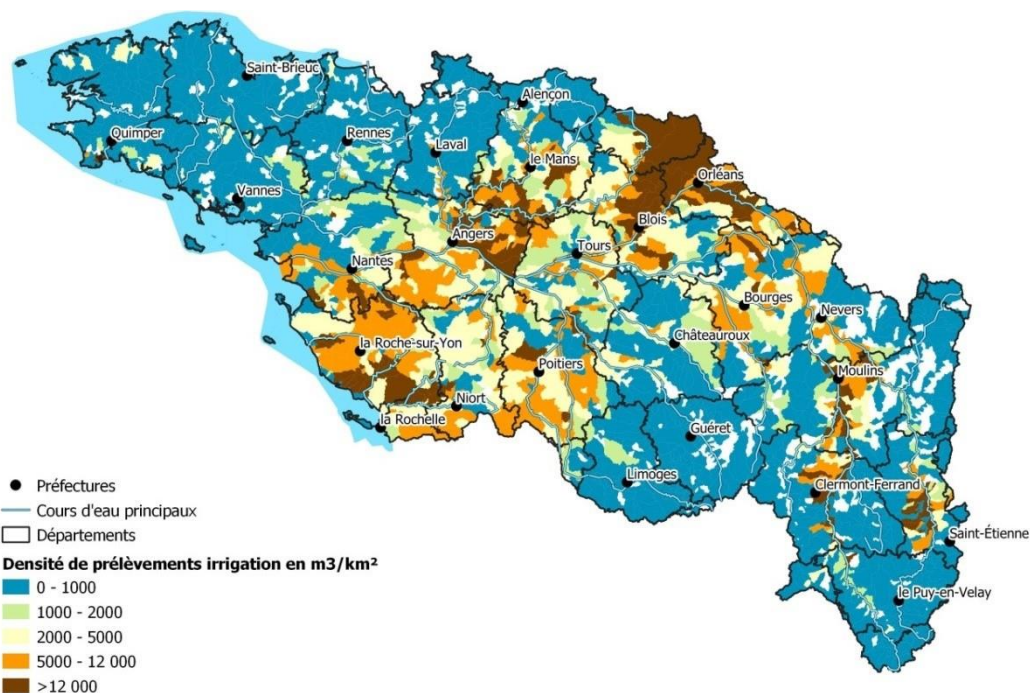
L'irrigation est limitée sur le bassin Loire-Bretagne mais se développe face au changement climatique

L'irrigation ne représente que 5 % de la surface agricole utile mais s'est renforcée ces dernières années

Seulement environ 5 % de la surface agricole utile du bassin Loire-Bretagne est aujourd'hui irriguée soit environ 505 000 ha. L'évolution est variable suivant les départements du bassin depuis l'année 2000 avec une relative stabilisation entre 2000 et 2010 et une augmentation contrastée depuis.

Historiquement, on constate une forte densité de prélèvements, qui s'étale des Pays de la Loire à la Beauce, en Champagne Berrichonne, le long des axes Loire – Allier, et dans le Forez.

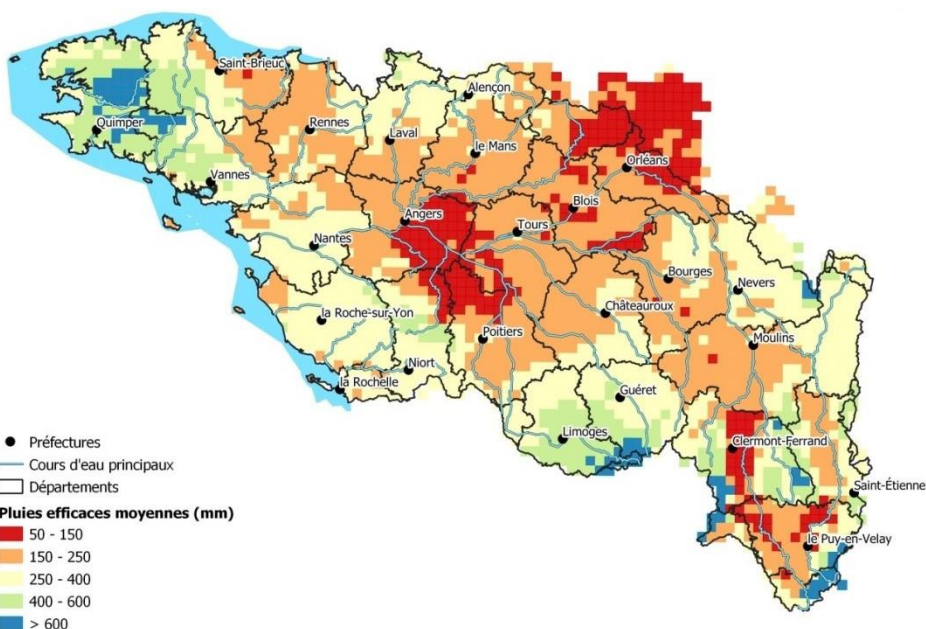
Figure 60 : Densité de prélèvements pour l'irrigation en 2019



Source : AELB

Les zones irriguées se développent logiquement là où se croisent des zones agricoles de grande culture ou de maraichage avec une situation de faibles pluies efficaces (quantité d'eau de pluie disponible après évapotranspiration)

Figure 61 : Pluies efficaces moyennes sur le bassin Loire-Bretagne

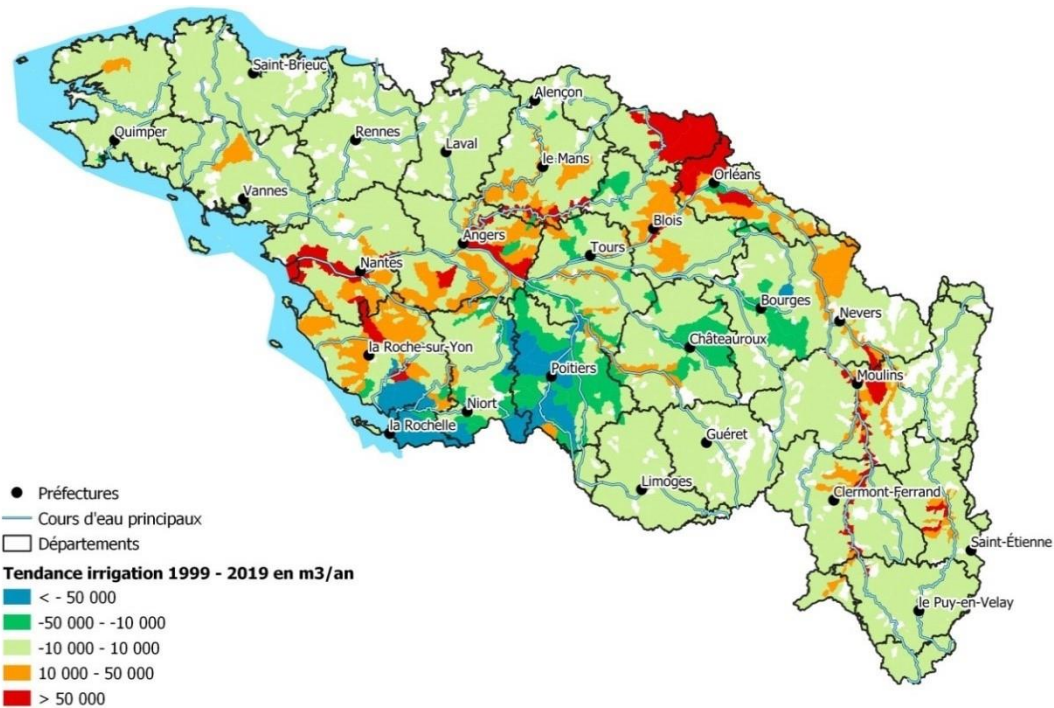


Source : AELB

Les données de l'agence de l'eau montrent que la majeure partie de la hausse globale des

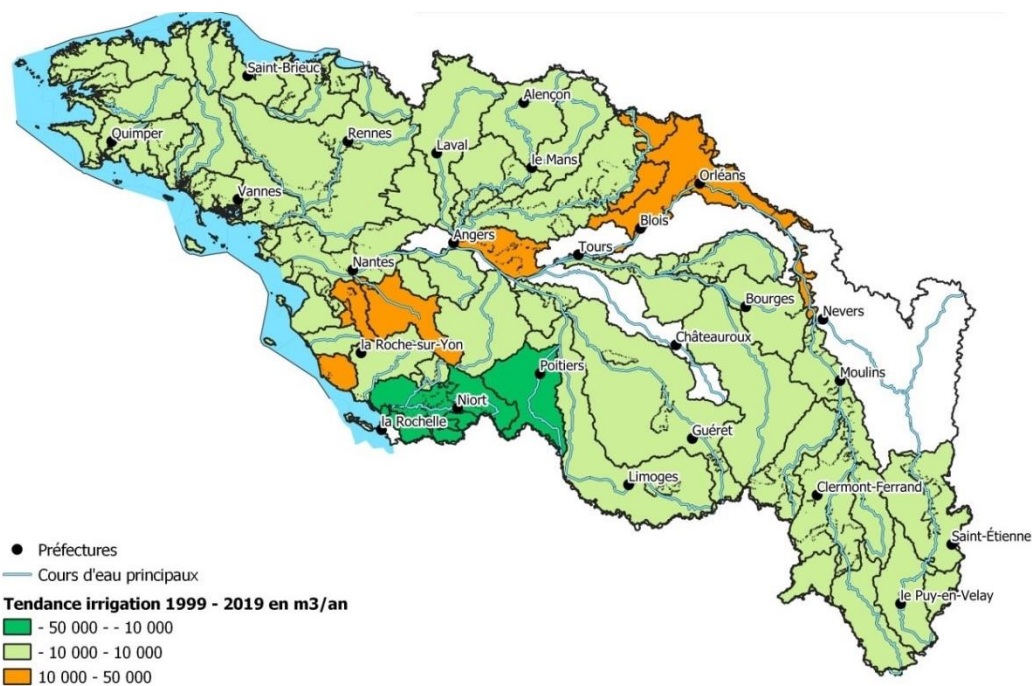
prélèvements sur l'axe Pays de la Loire – Beauce est due à l'irrigation qui continue de se développer depuis 20 ans. Une augmentation des prélèvements pour l'irrigation est aussi notable en Auvergne sur l'axe Allier entre Clermont-Ferrand (Limagne) et Moulins d'une part et la plaine du Forez au Nord-Est de Saint Etienne d'autre part.

Figure 62 : Evolution 1999-2019 des prélèvements pour l'irrigation



Source : AELB

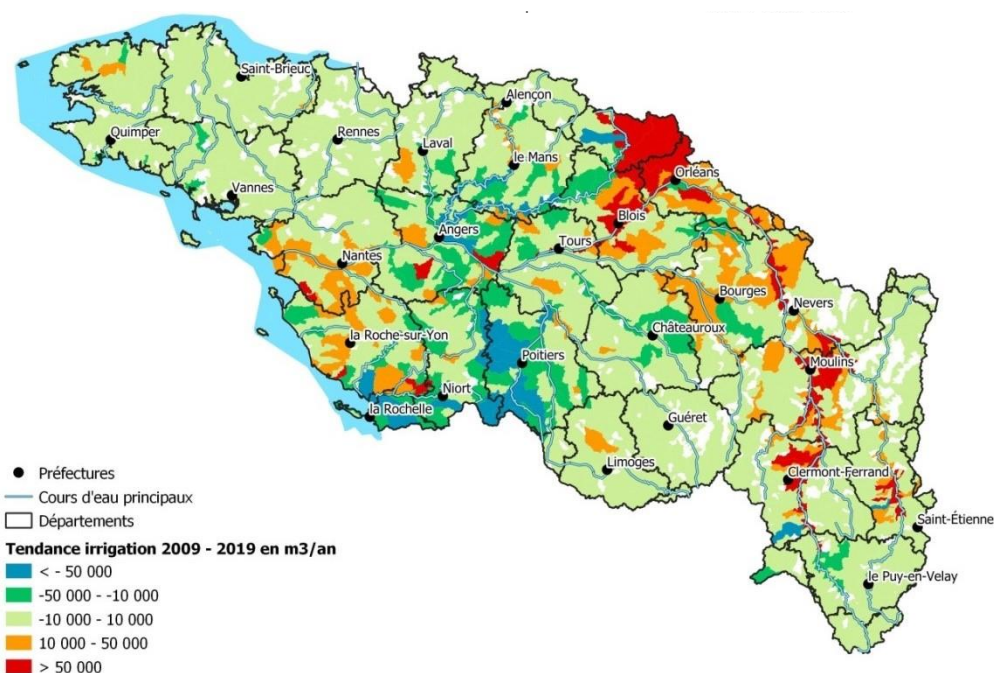
Figure 63 : Evolution 1999-2019 des prélèvements pour l'irrigation par SAGE



On constate une hausse de plus de 10 000 m³/an associée aux SAGE nappe de Beauce, Authion, Sèvre Nantaise, Auzance, Vertonne et cours d'eau côtiers ou encore Logne, Boulogne, Ognon et lac de Grand Lieu.

Néanmoins, les efforts mis en œuvre, notamment grâce au Sdage, permettent d'observer depuis ces 10 dernières années (2009 – 2019 d'après les données disponibles) que l'évolution des prélèvements liés à l'irrigation dans la Sarthe et le Maine-et-Loire sont à la baisse. De plus, des baisses significatives sont mises en avant sur le marais Poitevin et la Champagne Berrichonne.

Figure 64 : Evolution 2009-2019 des prélèvements pour l'irrigation



Source : AELB

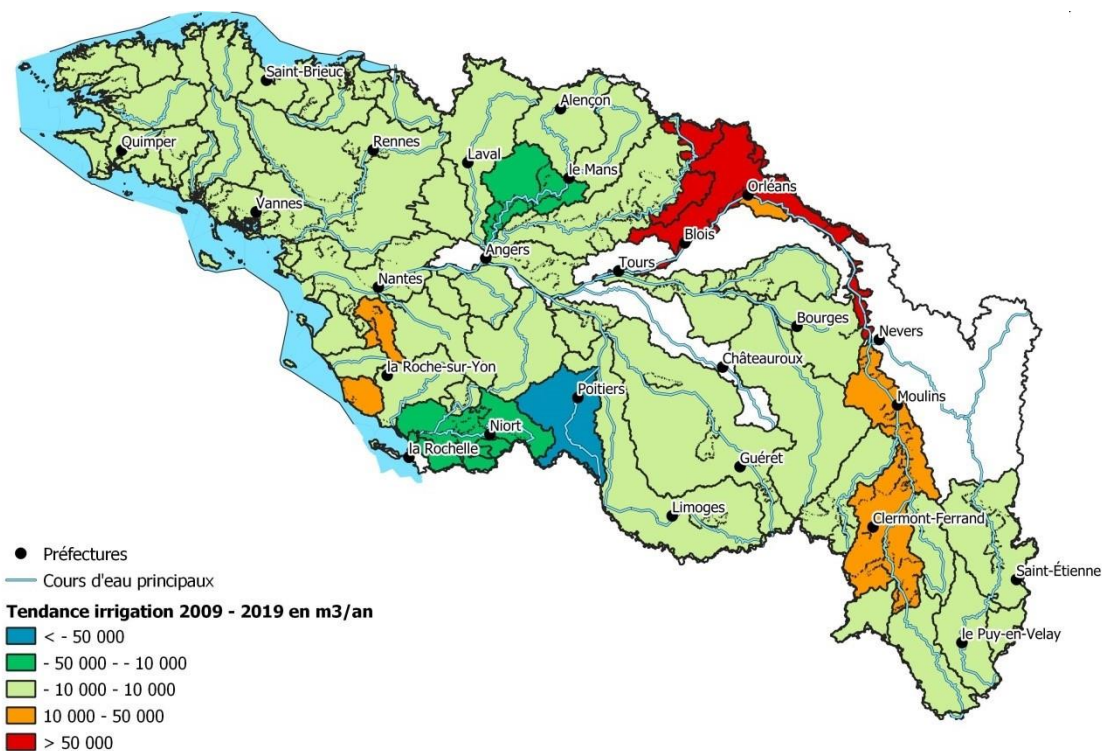
Ces tendances sont également observables à l'échelle des Sage, avec notamment une baisse davantage marquée au droit des SAGE Sarthe aval, Sèvre niortaise et Marais Poitevin, ou encore Clain.

L'augmentation des prélèvements au droit du SAGE Beauce peut s'expliquer par le manque de précipitations des dernières années, dû à des sécheresses de plus en plus marquées. En effet, 278 millions de m³ ont été prélevés au droit du SAGE en 2020, ce qui représente le plus fort prélèvement depuis au moins ces 12 dernières années et l'augmentation synchrone des volumes autorisés. Cependant, les nappes profondes ne sont pas directement dans le champ de la mission qui s'intéresse aux écoulements superficiels.

Sur cette dernière période, on note aussi une augmentation des prélèvements pour l'irrigation sur le territoire du SAGE Allier aval. L'étude HMUC Haut Allier Allier aval confirme¹⁹⁷ que, à l'échelle de sa zone d'étude, « les prélèvements pour l'irrigation représentent des volumes importants. Les ordres de grandeur sont de 37 Mm³/an en année moyenne et 52 Mm³/an en année sèche quinquennale. En année exceptionnelle, telle que 2019, les prélèvements peuvent être plus importants (estimation de la profession agricole pour 2019 : environ 57,2 M. de m³) »

¹⁹⁷ CESAME études et conseil en environnement, « Etude gestion quantitative avec une analyse Hydrologie Milieux Usages Climat et élaboration de programmes d'action pour une gestion durable des ressources en eau sur les territoires des SAGE du haut Allier et de l'Allier aval. Synthèse du rapport de phase 1 », décembre 2021, p 208

Figure 65 : Evolution 2009-2019 des prélèvements pour l'irrigation par SAGE



Source : AELB

Globalement, l'état des lieux du SDAGE établi en 2019 ne met cependant pas en évidence d'évolution significative des consommations d'eau pour l'irrigation sur l'ensemble du bassin depuis 20 ans même si elles fluctuent suivant les étés plus ou moins secs. Ces chiffres sont basés sur les déclarations des irrigants soumis à redevance auprès de l'agence de l'eau qui n'interviennent que pour des volumes supérieurs à 10 000 m³/an. Elles ne tiennent donc pas compte des prélèvements des irrigants non soumis à cette obligation de déclaration.

Cette relative faible évolution de l'irrigation peut aussi s'expliquer par des orientations de politiques publiques¹⁹⁸ : découplage partiel des aides PAC, y compris des aides spécifiques aux cultures irriguées (le maïs principalement), et la mise en œuvre de manière plus systématiques de restrictions d'usages pour contribuer à l'atteinte des objectifs nouveaux de la directive cadre européenne sur l'eau en matière de gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau. De plus, ce changement de contexte politique se fait dans un environnement économique peu propice aux cultures irriguées puisque depuis plusieurs années, les évolutions des différentiels de prix entre maïs et blé sont plus favorables au blé, culture d'hiver qui est peu irriguée en comparaison du maïs.

L'inquiétude du monde agricole face aux sécheresses des dernières années et les

¹⁹⁸ S. Loubier, M. Campardon, S. Morardet, L'irrigation diminue-t-elle en France ? premiers enseignements du recensement agricole de 2010, INRAE « Sciences Eaux & Territoires », 2013/2 N° 11, p. 12-19

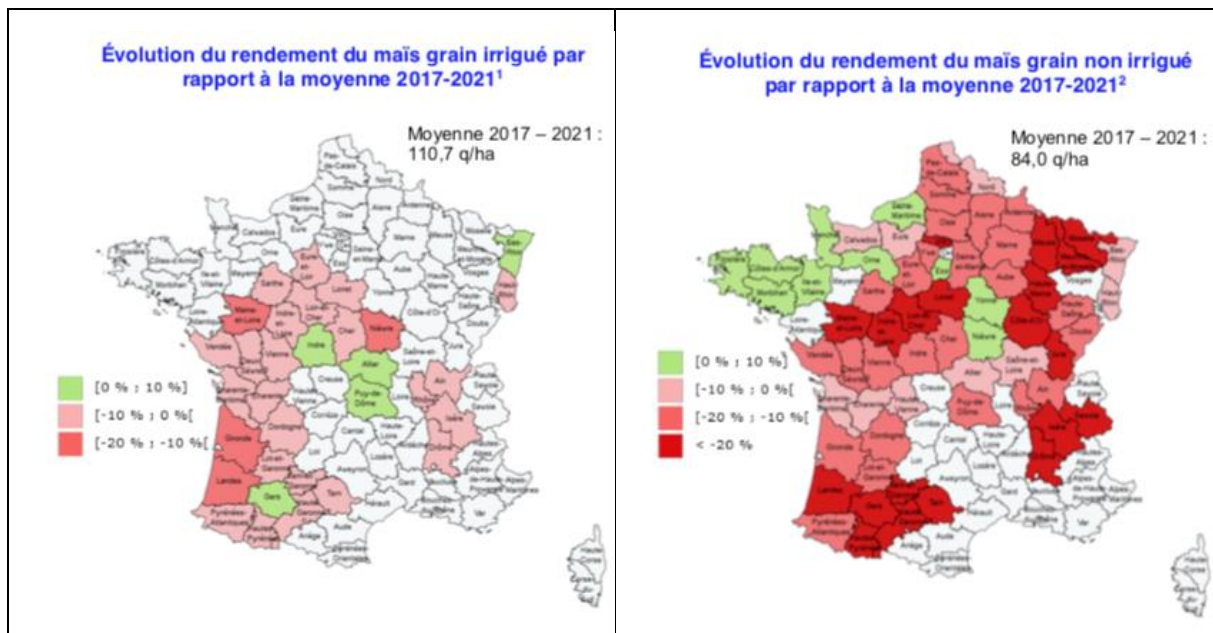
projections climatiques futures

Mais face aux sécheresses estivales à répétitions et aux projections du changement climatique qui va renforcer les températures et l'évapotranspiration et donc le déficit hydrologique, la profession agricole est fortement préoccupée par l'accès à l'eau comme l'ont montré notamment les débats en comité de l'eau lors de l'adoption du SDAGE 2022-2027.

Cette inquiétude n'est pas spécifique au bassin Loire-Bretagne, comme le mentionne le rapport conjoint du CGEDD et du CGAAER « Changement climatique, eau, agriculture » publié en juillet 2020¹⁹⁹. Il indique que partout les productions agricoles et agroalimentaires sont fortement impactées par le changement climatique qui conduit à des épisodes de grêle, des pluies diluviennes et à des sécheresses déjà perceptibles qui vont s'accroître dans les années à venir, dans un contexte de tension plus forte d'accès à la ressource et de partage de l'eau entre les usagers.

En effet, les rendements chutent suite au stress hydrique prolongé. Ainsi, en 2022, à la différence des cultures d'hiver récoltées au début de l'été qui ont été assez peu affectées, les cultures de printemps ont pâti des stress hydriques et thermiques liés à la sécheresse et aux températures élevées ; leurs rendements sont en forte baisse, notamment pour le maïs non irrigué comme le montrent les figures suivantes.²⁰⁰ Les prairies sont aussi affectées, avec des rendements inférieurs de 30 % par rapport à la moyenne des 5 dernières années, sans compter la perte de production de lait des vaches soumises à la canicule.

Figure 66 : Estimations au 1/09/2022 de l'évolution des rendements du maïs grain irrigué et non irrigué



Un retard dans la prise de conscience des enjeux sur l'eau en amont du bassin

L'organisation mise en place par les agriculteurs pour la gestion de l'eau apparaît différenciée suivant les territoires sur le bassin Loire-Bretagne. En Vendée ou en Beauce, les enjeux ont été

¹⁹⁹ Rapport CGAAER 19056-CGEDD 012819-01, « Changement climatique, eau, agriculture : quelles trajectoires d'ici 2020 ? », juillet 2020, 333 p.

²⁰⁰ Agreste Infos Rapides – Grandes cultures – sept. 2022 - n°2022 – 111

bien identifiés depuis longtemps et une gestion collective est déjà opérationnelle avec des outils de suivi quantitatif de la ressource. En amont de bassin, la prise de conscience a été plus tardive, en réaction aux sécheresses récentes notamment de 2019, et il y avait jusqu'à présent peu d'initiatives collectives et une quasi absence de gestion quantitative. Des initiatives existent cependant de mobilisation de ressources existantes comme sur le bassin de la Sioule, où une réquisition a été mise en place par l'Etat en 2019 à la demande de la Chambre d'agriculture de l'Allier, qui en a supporté le coût, pour bénéficier de 300 000 m³ d'eau pour l'irrigation par déstockage du barrage des Fades. À partir de 2020, une convention de soutien d'étiage, plafonnée à 4,8 Mm³, au bénéfice de l'agriculture a été établie entre EDF et la Chambre d'agriculture. L'indemnisation du concessionnaire est effectuée selon la méthode du coût de partage des charges.

Dans le Puy-de-Dôme, un PTGE et un SAGE sont maintenant lancés qui vont déboucher sur la définition d'un volume prélevable sur la base d'une étude HMUC. Il faudra mettre en place un OUGC pour porter les projets collectifs et solliciter des financements européens.

A ce stade, des démarches concertées sont engagées dans les territoires pour dégager des pistes d'adaptation et d'amélioration de l'accès à la ressource en eau pour l'agriculture

Face aux évolutions climatiques touchant l'agriculture, le rapport conjoint CGEDD-CGAAER « Changement climatique, eau et agriculture » conclut que « la réponse au changement climatique nécessite un changement de modèle agricole, plus économe en eau et protecteur des sols et, partout où cela est possible, il est favorable au renforcement de la ressource en eau pour l'irrigation, dans le respect du renouvellement de la ressource et du bon état des milieux. »

C'est dans cette optique que s'est engagée la démarche du Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique, qui a livré ses conclusions début février 2022. La profession agricole du bassin Loire-Bretagne a participé à ces travaux, notamment les chambres d'agriculture qui ont réalisé à cette occasion des diagnostics territoriaux en matière d'adaptation²⁰¹. Ils permettent d'identifier les points de vulnérabilité des productions territoire par territoire, mais également les nouvelles opportunités liées aux évolutions climatiques. Ce travail a été mené en concertation étroite avec les Conseils régionaux, DRAAF, DREAL, Agences de l'eau, organismes de recherche et instituts techniques. Plus précisément, dans chaque région, des filières de production emblématiques ont été identifiées qui ont été étudiées dans un territoire bien identifié. La vulnérabilité au changement climatique de chaque couple « productions / régions agricoles » a été débattue en région et soumise à une analyse atouts, faiblesses, opportunités, risques (AFOM).

Des leviers d'action d'adaptation (évolutions des systèmes de productions, équipements, outils de prédiction, génétique et sélection variétale, infrastructures locales...) sont ainsi d'ores-et-déjà identifiés pour renforcer la pérennité des productions locales. Ce travail à l'échelle fine de la petite région agricole permet également de montrer des opportunités de développement de nouvelles productions ou de nouveaux modes de production. Il a permis d'initier des plans d'action d'adaptation des systèmes agricoles au changement climatique qui s'inscrivent dans les orientations du Varenne sur l'eau et l'adaptation au changement climatique.

Cependant, face au constat de l'aggravation des déficits hydriques en été, ces travaux débouchent en général sur l'expression d'un besoin de sécuriser l'accès à l'eau pendant les périodes de sécheresses par la création de nouvelles retenues, l'irrigation apparaissant comme une « assurance sécheresse ». La quantification de ces besoins nécessite des études type HMUC et une concertation préalable (PTGE, SAGE), dans le respect des dispositions du SDAGE, portant sur l'ensemble des usages à l'échelle des territoires.

²⁰¹ Les diagnostics territoriaux réalisés par les chambres d'agriculture dans le cadre de la thématique 2 du Varenne de l'eau et du changement climatique sont téléchargeables à l'adresse : https://rd-agri.fr/external_data/varenne/thematique2/VARENNE%20GT2%20-%20Diagnostics%20territoriaux.zip

Ces démarches qui prennent plusieurs années ne sont pas finalisées à ce stade. Nous ne disposons donc pas encore de données chiffrées consensuelles sur les besoins en eau pour l'agriculture à l'horizon 2050.

A court terme, on peut envisager un accroissement très limité des prélèvements, voire la création de volumes supplémentaires d'eau dans des retenues de quelques millions de m³ à définir dans le cadre de démarches concertées territoriales. Le préfet de la région AURA a ainsi lancé un programme «100 retenues pour la région » d'ici fin 2022 comme une des actions phares de sa stratégie eau-air-sol. 21 retenues sont identifiées dans ce cadre en Allier, 16 dans le Puy-de-Dôme, 21 dans la Loire et 17 en Haute-Loire.

Mais globalement et à moyen terme, à l'horizon du milieu de siècle, il ne sera pas possible d'étendre les surfaces irriguées. Il faudra renforcer les pratiques agricoles déjà engagées moins consommatrices d'eau et des prélèvements dans le cadre d'une gestion collective (OUGC) pouvant englober des retenues nouvelles créées conformément à la démarche du Varenne de l'eau et de l'adaptation au changement climatique.

Exemple des besoins exprimés par la coopérative Limagrain sur le territoire de la Limagne Val d'Allier

A l'occasion d'une rencontre lors d'un déplacement en Auvergne et dans une note transmise ensuite à la mission (Cf. [annexe 12](#)), la coopérative Limagrain²⁰² a fait état d'un besoin de 20 Mm³ supplémentaire pour l'irrigation. Ce volume serait nécessaire afin de maintenir le dynamisme du territoire de la Limagne, territoire au sols fertiles mais de climat sec, et en particulier de développer une nouvelle filière de production de légumes de pleins champs. Il est précisé dans cette note que des projets collectifs de retenues d'eau, sur la plaine de Limagne, dont certains déjà engagés, pourront pallier l'urgence de la situation, devenant dramatique avec les épisodes de sécheresse. Il est également mentionné que la coopérative a la volonté de réfléchir de manière concertée avec les autres acteurs dans une vision multiusage. La note conclut en indiquant que cette réflexion à l'échelle locale devra être couplée à une vision plus globale sur la construction de grands ouvrages incluant notre indépendance énergétique aux énergies fossiles et déterminant la pertinence de créer des barrages hydroélectriques.

Si l'on comprend bien l'importance économique et d'emploi que représente une coopérative aussi dynamique que Limagrain, et que l'on ne peut qu'encourager la volonté de démarche collective pour la gestion de l'eau, il reste cependant à fonder la demande de volumes supplémentaires d'eau pour l'irrigation sur des études quantitatives et prospectives de type HMUC qui restent à produire. A court terme, il est sans doute possible de créer en Limagne des retenues de substitution à hauteur de quelques millions de m³, avec des financements de la part de la coopérative et de ses adhérents, avec l'accompagnement du programme « 100 retenues » du Préfet AURA²⁰³.

La création d'une ou plusieurs grandes retenues multiusage telles qu'évoquées par Limagrain nécessiterait une démarche plus large, l'identification de sites propices et un plan de financement. Il faudra des études, de la concertation et donc un temps long sans garantie d'aboutissement. L'exemple de la retenue de la Sep sur la Morge qui ne s'est pas remplie en 2019²⁰⁴ montre qu'il faut attacher une grande importance aux prévisions hydrologiques, le tout n'étant pas de créer des ouvrages encore faut-il s'assurer de la possibilité de leur remplissage en années sèches dans le nouveau contexte climatique.

²⁰² Limagrain est une coopérative agricole et un groupe semencier international détenus par près de 1 500 agriculteurs installés en Limagne Val d'Allier. Présent dans 57 pays et rassemblant plus de 9 000 collaborateurs, le Groupe réalise un chiffre d'affaires de 1 984 M€ auxquels s'ajoutent 680 M€ de chiffre d'affaires des activités réalisées conjointement avec ses partenaires stratégiques. Pour plus de précisions consulter limagrain.com

²⁰³ Trois projets concrets de bassines sont ainsi en cours en plaine de Limagne

²⁰⁴ Ce barrage de 4,7 Million de m³, édifié en 1994, est conçu pour permettre l'irrigation des cultures de la Limagne, en aval, sur près de deux milles hectares. En fin de printemps 2019, il ne s'est rempli qu'à 30 % et était vidé mi-août, rendant la situation critique pour les 200 agriculteurs bénéficiaires.

En contrepartie de la création de volumes supplémentaires pour l'irrigation, un renforcement de l'adaptation de la production agricole aux nouvelles conditions climatiques sera inévitable, ici comme ailleurs. D'une part, pour en faciliter l'acceptabilité par les autres usagers et, d'autre part, car l'irrigation ne pourra pas être étendue à toutes les surfaces, d'autant plus que la Limagne, bénéficiant notamment du soutien d'étiage du barrage de Naussac, a déjà atteint un niveau de l'ordre de 15 % de la surface agricole utile irriguée (contre 5 % en moyenne dans le bassin Loire-Bretagne).

Les conclusions du Varenne de l'eau et du changement climatique

Ce cas particulier de la Limagne ne peut que s'inscrire dans la démarche générale et les conclusions, produites début février 2022, du Varenne sur l'eau et de l'adaptation au changement climatique :

- le besoin de recherche et d'innovation,
- la mobilisation de voies d'adaptation des pratiques agricole aux conditions de sécheresse
- les pistes très encadrées d'amélioration de l'accès à la ressource en eau.

Le cadre et les conclusions du Varenne sur l'eau et du changement climatique sont rappelés ci-après.

Les Assises de l'Eau ont permis d'engager fin 2018 – début 2019 une première concertation avec l'ensemble des acteurs de l'eau sur les conséquences du changement climatique. Voulu par le Président de la République, la démarche du Varenne sur l'eau et de l'adaptation au changement climatique a été lancée le 28 mai 2021 par le ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation et la secrétaire d'État chargée de la Biodiversité. 1400 participants issus de 520 organismes (chambres d'agriculture, ONG, agences de l'eau, instituts techniques et de recherche, ...) ont pris part aux travaux²⁰⁵ afin de structurer une série de réponses concrètes face au changement climatique, en tenant compte de l'importance stratégique de la production agricole et alimentaire pour le pays, renforcée encore par les récentes crises sanitaires et du conflit en Ukraine²⁰⁶.

Les conclusions qui ont été livrées début février 2022 sont structurées autour de 3 thématiques :

1. Se doter d'outils d'anticipation (notamment lancement du projet Explore2) et de protection assurantielle de l'agriculture,
2. Renforcer la résilience de l'agriculture en agissant notamment sur les sols, les variétés, les pratiques d'élevage et de cultures, les infrastructures agro-écologiques et l'efficacité de l'irrigation de l'eau,
3. Accéder à une vision partagée et raisonnée de l'accès aux ressources en eau mobilisables pour l'agriculture à long terme.

En complément des mesures du plan France 2030, deux lignes supplémentaires sont déployées dès 2022 : 100 millions d'euros pour financer l'acquisition d'équipements et de matériels innovants, et 100 millions d'euros pour la mise en place d'un appel à projet pour le soutien à l'innovation afin

²⁰⁵ La Confédération Paysanne, la Fédération Nationale d'Agriculture Biologique, France Nature Environnement, le Réseau Action Climat et UFC-Que Choisir n'ont pas souhaité participer à cette consultation dont elles ne partagent ni les attendus ni les conclusions.

²⁰⁶ La France reste un grand producteur agroalimentaire à l'échelle européenne et mondiale. Au deuxième rang au début des années 2000, elle est désormais en 2020 le sixième exportateur mondial après les États-Unis, le Pays-Bas, l'Allemagne, la Chine et le Brésil. Sur la même période, le déficit global de la balance commerciale de la France a été multiplié par six tandis que l'excédent agroalimentaire s'est maintenu autour de 8 milliards d'euros en moyenne.

d'accélérer la transition des filières agricoles et alimentaires. Sur cette deuxième enveloppe, une part ira au soutien aux investissements dans les projets collectifs pour l'amélioration ou la création d'infrastructures hydrauliques en particulier mobilisant les technologies les plus innovantes. Cela concerne le pilotage intelligent des stockages, l'expérimentation pour récupérer les pluies en hiver, la réutilisation des eaux usées.

Un délégué interministériel en charge du suivi des actions et travaux engagés dans le cadre du Varenne a été nommé fin avril 2022²⁰⁷ pour une durée de 3 ans. Placé auprès des ministres en charge de l'Environnement et de l'Agriculture, il devra s'assurer du déploiement de l'ensemble des mesures arbitrées en conclusion du Varenne et de coordonner l'action commune des services de l'État au service d'une politique ambitieuse en termes d'adaptation de l'agriculture au changement climatique et d'accès aux ressources en eau mobilisables pour l'agriculture sur le long terme.

Les pistes de la mobilisation de la recherche, de l'innovation et du transfert

La connaissance du phénomène du changement climatique en lui-même mobilise la communauté scientifique internationale, elle fait régulièrement l'objet de synthèse grâce aux travaux du GIEC. Il est important que les acteurs agricoles disposent des meilleures déclinaisons des modèles climatiques en France, à différentes échelles du territoire. L'actualisation et la mise à disposition du public des prospectives hydrologiques d'Explore2070 est par exemple attendue en 2023 avec le projet Explore2. En termes de connaissance de la ressource en eau existante, il est prévu aussi dans le cadre du Varenne, d'allouer 13 M€ à un inventaire exhaustif des retenues existantes.

Les acteurs agricoles peuvent s'appuyer sur les résultats issus de la recherche agronomique face au changement climatique, développés principalement au sein de l'INRAE, de laboratoires universitaires et des instituts techniques agricoles. Le transfert des connaissances et innovations pourra être adapté aux contextes locaux pour les différentes productions agricoles grâce à l'expertise technique des chambres d'agriculture qui donnent des conseils aux agriculteurs. Les nouvelles connaissances sont aussi à transmettre par la mobilisation de l'enseignement agricole (lycées agricoles, écoles d'ingénieurs) tant en formation initiale que continue.

Le Varenne de l'eau et de l'adaptation au changement climatique va aussi dans le sens d'une prise en compte de ces bases scientifiques nouvelles dans les évolutions de la réglementation (par exemple pour mieux utiliser l'eau disponible en hiver ou fixer la répartition en période de sécheresse) et des politiques publiques (par exemple en développant un nouveau système assurantiel ou des aides ciblées).

Les pistes du renforcement de la résilience de l'agriculture

Face aux étiages de plus en plus sévères et au nécessaire partage de l'eau entre les différents usages, il convient, dans la logique de la thématique 2 du Varenne, de s'interroger en premier lieu sur l'adaptation des systèmes agricoles à une disponibilité en eau plus réduite en explorant toutes les solutions qui vont permettre leur meilleure résilience.

Déjà, l'agriculture est à situer dans le cadre d'une gestion intégrée de la ressource en eau à une échelle plus large que celle d'une exploitation, afin de pouvoir prendre en compte les interactions avec l'ensemble des milieux et des autres acteurs concernés, sans oublier de mobiliser les solutions fondées sur la nature permettant la rétention en eau dans les hydrosystèmes naturels.

Ensuite, plus spécifiquement à l'activité agricole, il s'agit d'envisager un panel de solutions

²⁰⁷ La mission a échangé le 4 juillet 2022 avec le Préfet Frédéric Veau, nommé délégué interministériel en charge du suivi des actions et travaux engagés dans le cadre du Varenne

agronomiques mais aussi génétiques et technologiques²⁰⁸.

Solutions agronomiques et de pratiques culturales

L'agroécologie²⁰⁹ qui mise sur le bon fonctionnement de l'écosystème des sols constitue une réponse de base à l'adaptation de l'agriculture au changement climatique. L'agriculture de conservation des sols (ACS)²¹⁰, encore peu développée en France, est un ensemble de techniques culturales destinées à maintenir et améliorer le potentiel agronomique des sols, tout en conservant une production régulière et performante sur les plans technique et économique. Elle permet une moindre consommation d'eau et d'intrants²¹¹ par :

- la réduction voire la suppression du travail du sol,
- la diversification des espèces végétales et l'allongement des rotations,
- une couverture permanente du sol par les cultures intermédiaires.

Les cultures intermédiaires contribuent à recharger les sols en matière organique²¹², les rendant ainsi plus fertiles et aptes à retenir l'eau, tout en limitant les risques d'érosion lors des fortes précipitations.

Il existe aussi différentes stratégies culturales pour limiter au-moins partiellement les effets des sécheresses : l'esquive en privilégiant la culture pendant les périodes humides (notamment les cultures d'hiver ou les variétés précoces), l'évitement en privilégiant des plantes dont le système racinaire est plus développé (typiquement luzerne ou sorgho) ou la tolérance en intégrant dans la rotation des plantes plus résistantes à la sécheresse (tournesol ou sorgho).

La diversification (intra et interspécifique) des cultures est un facteur de réduction de vulnérabilité face aux bio agresseurs. Elle permet aussi que les cultures ne soient pas impactées simultanément et au même degré lorsque survient un aléa climatique comme une sécheresse. Par ailleurs, semer dans les prairies un mélange associant des légumineuses qui fixent l'azote de l'air (luzerne ou trèfle) à des graminées permet de réduire l'apport d'engrais azoté dans les rotations.

L'agroforesterie qui se rapproche des solutions fondées sur la nature, en associant arbres, cultures ou animaux sur une même parcelle agricole, en bordure ou en plein champ²¹³, permet une meilleure utilisation des ressources naturelles du milieu : la lumière, l'eau et les engrais sont prélevés plus efficacement grâce à un étagement des cultures, des systèmes racinaires de profondeurs variées, une occupation du sol permanente. La création d'un microclimat sur la parcelle protège également les cultures et les animaux des stress thermiques et hydriques.

²⁰⁸ Cf. rapport CGAAER 21045, Parangonnage sur les techniques et pratiques innovantes de gestion de l'eau en agriculture, mars 2022, 190 p.

²⁰⁹ D'après <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/agroecologie/>, l'agroécologie vise à promouvoir des systèmes alimentaires viables respectueux des hommes et de leur environnement. Ces systèmes engagent des modes de productions agricoles et des filières valorisant les potentialités écologiques, économiques et sociales d'un territoire. Leur développement s'appuie sur des approches transdisciplinaires réunissant professionnels du Monde agricole,

²¹⁰ <http://www.fao.org/ag/Ca/fr/index.html>

²¹¹ L'ACS se différencie de l'agriculture biologique en ne renonçant pas totalement aux intrants (pesticides notamment le glyphosate pour le contrôle des adventices, engrais). Elle requiert cependant moins de travail du sol et donc moins d'énergie fossile que l'agriculture biologique. Le rapport CGAAER-CGEDD « Changement climatique, eau, agriculture : quelles trajectoires d'ici 2020 ? », de juillet 2020, souligne qu'une convergence entre ACS et agriculture biologique offrirait le plus grand intérêt (p. 234)

²¹² Source : Stocker du carbone dans les sols français. Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1 000 et à quel coût ?, INRAE, juillet 2019. Étude réalisée pour l'ADEME et le ministère en charge de l'agriculture

²¹³ Ces pratiques comprennent les systèmes agro-sylvicoles mais aussi sylvopastoraux, les pré-vergers (animaux pâturant sous des vergers de fruitiers).

L'agrivoltaïsme est également un système étagé qui associe une production d'électricité photovoltaïque et une production agricole au-dessous de cette même surface. La coexistence de panneaux solaires et de cultures implique un partage de la lumière entre ces deux types de production, l'ombre apportée par les panneaux pouvant favoriser des cultures ou productions animales. Ces pratiques sont encore peu répandues en France.²¹⁴

Dans le cas des animaux d'élevage, les impacts associés au changement climatique varient selon les espèces, les races ou les systèmes d'élevage. Ils sont pour l'essentiel liés à la hausse des températures dont les conséquences sont multiples : augmentation de la consommation d'eau, baisse des performances de production et de reproduction, baisse de la qualité des aliments, altération de l'état de santé, baisse de la longévité et accélération des réformes. La sécheresse agit également sur la disponibilité et la qualité des fourrages. Une partie des réponses va dépendre de facteurs génétiques des animaux.

En cas de sécheresse tarissant les points d'eau naturels ou du fait d'une qualité bactériologique / chimique de l'eau insuffisante, l'abreuvement du bétail est réalisé en tout ou partie avec de l'eau du réseau public d'eau potable. Cela induit une tension avec l'approvisionnement en eau potable des populations humaines ²¹⁵ et un coût supplémentaire pour l'éleveur. De surcroît, l'acheminement de l'eau potable à partir du réseau vers les prés au moyen de citernes tractées peut représenter une lourde charge de travail pour les éleveurs, acceptable à titre exceptionnel mais non soutenable si la situation devait se généraliser chaque été.

Solutions génétiques et de sélection variétale

Le changement climatique va se traduire par une recomposition des zones agro-climatiques de telle sorte que, sur un territoire donné, certaines cultures deviendront difficiles voire impossibles à cultiver alors que d'autres le deviendront. Dans cette logique, on peut utiliser des variétés issues de régions plus arides pour les grandes cultures ou les cépages de vigne par exemple.

Il en va de même pour les productions animales pour la résistance au stress thermique ou au parasitisme, dans la mesure où il est possible d'exploiter les données collectées dans les conditions climatiques qui préfigurent celles qui devraient exister en France métropolitaine dans les prochaines décennies. Cela donne des leviers d'anticipation d'évolution des populations bovines laitières (Holstein, Montbéliarde, Brune) et allaitantes (Charolais et Limousin). La sélection animale permet par ailleurs de doter toutes les filières des outils les plus performants pour adapter la génétique des animaux à leurs conditions de production.

Depuis 1950, la génétique et la sélection variétale des grandes cultures sont essentiellement orientées vers l'augmentation des rendements maximaux et non spécifiquement vers la résistance à la sécheresse. On pourrait donc *a priori* espérer des progrès de la sélection génétique et variétale pour résister mieux à l'avenir aux sécheresses. Mais c'est un processus lent et coûteux qui, en dépit des progrès réalisés, nécessite de l'ordre de 10 ans pour développer une nouvelle variété végétale.

La physiologie des plantes constitue cependant en elle-même une limite, dans la mesure où la diminution de la transpiration des feuilles en agissant sur la fermeture des stomates (pour augmenter la résistance au stress hydrique) revient à réduire la photosynthèse et donc la croissance et la production de biomasse (et donc le rendement). Il n'est pas évident qu'au final des variétés sélectionnées pour leurs gènes de résistance aux sécheresses soient un meilleur choix pour l'agriculteur face aux variétés existantes sélectionnées pour leurs forts rendements potentiels.

²¹⁴ Ademe, I Care & Consult, Ceresco, Cétiac, 2021. Caractériser les projets photovoltaïques sur terrains agricoles et l'agrivoltaïsme, Résumé exécutif de l'étude, 28 p – disponible sur le site de l'Ademe

²¹⁵ En moyenne, une Unité Gros Bétail (UGB) consomme 70 l/jour mais quand la température dépasse 25°C une vache laitière boira de l'ordre de 140 l/Jour soit une consommation équivalente à celle d'un habitant (tous usages confondus).

Certes, le rendement de ces dernières chute en situation de sécheresse mais reste néanmoins à des niveaux satisfaisants. Cela résulte du fait que les sélectionneurs ont testé les variétés à fort rendement dans différentes conditions y compris les plus défavorables en stress hydrique. Les entreprises de sélection végétale ont ainsi d'ores-et-déjà à leur catalogue des variétés bien adaptées au stress hydrique comme par exemple LG Hydraneo²¹⁶ pour le maïs développé par Limagrain sur la base de travaux réalisés en commun avec l'INRAE²¹⁷. A cet égard, le maïs pourra rester une culture d'intérêt même si elle fait souvent l'objet de critiques notamment pour ses besoins en eau²¹⁸, s'agissant d'une culture de printemps qui nécessite des apports en eau importants en juillet au moment de la floraison, en pleine période d'étiage.

Certains agriculteurs se tournent vers le sorgho, notamment en Touraine voire en Beauce²¹⁹. Destiné à l'alimentation animale avec aussi des perspectives de valorisation en agroalimentaire, il représente moins de 5 % des grandes cultures en France mais se développe avec le réchauffement climatique. S'il accuse des rendements moindres en année normale, en comparaison du maïs, il dispose d'un enracinement plus profond et d'une structure foliaire limitant la perte d'eau. Cela lui permet, en année sèche, de mieux résister au stress hydrique sans irrigation (tout en étant cependant sensible aux températures extrêmes lors de la floraison en juillet). Ses performances pourraient certainement encore être améliorées par la sélection variétale qui a été moins développée par les semenciers que pour le maïs. Il ne s'agit toutefois pas d'une plante « miracle » qui pourrait se substituer systématiquement au maïs sans précautions, mais plutôt d'une alternative parmi d'autres à envisager pour l'adaptation des productions au changement climatique.

Solutions technologiques pour la gestion de l'eau et l'irrigation

Des progrès très importants ont été réalisés ces dernières décennies pour permettre une agriculture de précision par l'utilisation de la géolocalisation, de la télédétection, des capteurs, de la communication, de l'automatisation et de l'intelligence artificielle. Ils peuvent contribuer de façon significative à une évolution des systèmes vers l'agroécologie. Pour la gestion de l'eau et en particulier de l'irrigation, ces nouvelles technologies connectées permettent d'apporter, avec l'aide d'outils d'aide à la décision, la bonne dose au bon moment en fonction des besoins de la plante, de l'historique des apports et même des prévisions localisées de pluviométrie. D'une façon générale, on estime que les capteurs et outils d'aide à la décision (OAD) permettent un gain de 15 à 40 % sur l'eau effectivement transpirée par la culture par rapport à l'eau entrant dans la parcelle²²⁰.

Des économies d'eau sont possibles en adoptant un système d'irrigation potentiellement plus efficient, en passant par exemple de l'irrigation par aspersion à l'irrigation localisée (goutte à goutte).

²¹⁶ Voir <https://www.limagrain-europe.com/fr/hydraneo>

²¹⁷ R. Chapuis & al., 2012, Resiliences to water deficit in a phenotyping platform and in the field: How related are they in maize? *Europ. J. Agronomy* 42 (2012) 59–67

²¹⁸ L'extension de la culture de maïs est souvent critiquée aussi par l'uniformisation des paysages et la perte de biodiversité qu'elle induit.

²¹⁹ *Le Parisien*, 2022, « Le sorgho africain s'enracine », 02/08/2022, 2 pp.

²²⁰ C. Serra Wittling, B. Molle, B. Cheviron. « Modernization of irrigation systems in France: what potential water savings at plot level ? ». *Sciences Eaux & Territoires*, INRAE, 2020

Tableau 5 : Evaluation des économies d'eau par modernisation des systèmes d'irrigation

Modernisation du système	Economie d'eau potentielle
Gravitaire → aspersion	60 %
Aspersion → irrigation localisée	20 – 30 %
Enrouleur → pivot	25 %

Source : Evaluation des économies d'eau à la parcelle réalisables par modernisation des systèmes d'irrigation, Claire Serra-Wittling et Bruno Molle, IRSTEA, septembre 2017

Paradoxalement, en optant pour du matériel d'arrosage localisé type goutte à goutte (plutôt réservé aux cultures pérennes comme l'arboriculture), il n'y a de gain important par rapport au matériel d'irrigation par aspersion qu'en période de déficit hydrique modéré. En période très sèche, lorsque la réserve utile du sol est vidée, l'eau arrivant au sol est utilisée de même manière quel que soit le système d'irrigation²²¹. Cependant, l'irrigation localisée n'est pas soumise à l'évaporation des gouttelettes d'eau des asperseurs dans l'atmosphère, sans bénéfice pour la plante, ce qui peut représenter 15 % de pertes les journées très chaudes²²². Il faut ainsi éviter d'irriguer entre 11h-15h en plein soleil avec ce type de matériel.

Envisager l'irrigation déficitaire ou de résilience en visant un optimum économique et non une production maximale

Une piste importante d'économie d'eau en irrigation consiste à ne délivrer que des quantités limitées d'eau à la plante, sans viser le rendement théorique maximum mais plutôt une stabilité de production dans un contexte d'aléas climatique. L'irrigation déficitaire ou de résilience consiste à n'irriguer une culture que lors des étapes de croissance sensibles à la sécheresse, par exemple juste avant la floraison du maïs mais sans apports ensuite. En raisonnant sur un besoin en eau de la plante de 6 mm/ jours pendant 15 jours en juillet et une réserve utile du sol de 50 mm disponible fin juin, on arrive à un apport par irrigation limité à 50 mm (à comparer aux 200 mm qui sont l'ordre de grandeur des apports traditionnels par irrigation réalisés pour le maïs). Le prix de l'eau constitue un facteur important de prise de décision dans ce rationnement volontaire des apports.

Cette approche vise à donner du poids à la régularité des revenus et à revenir vers davantage d'efficacité et de sobriété en se basant sur une étude de rentabilité de l'exploitation agricole. Des contrats de transition avec les OUGC en place pourraient permettre de promouvoir ce type de pratique. De même une modulation de la tarification de l'eau avec une incitation économique aux faibles consommations d'eau par hectare peut être un outil d'incitation à la promotion de l'irrigation de résilience

Cependant, les économies d'eau à l'échelle de la parcelle n'impliquent pas nécessairement des économies d'eau à long terme à l'échelle du territoire²²³. En effet, l'adoption d'équipements d'irrigation plus efficaces peut conduire à une augmentation des prélèvements d'eau en raison de changements dans le choix des cultures et des schémas de rotation des cultures, ou à l'extension des surfaces irriguées. Pour parvenir à réduire les prélèvements d'eau, l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation ne doit pas dispenser du contrôle de la quantité d'eau que les agriculteurs sont autorisés à prélever. Ces garanties peuvent être apportées par la mise en place d'une gestion collective de l'eau agricole.

²²¹ C. Serra Wittling, B. Molle, B. Cheviron. « Modernization of irrigation systems in France: what potential water savings at plot level ? ». Sciences Eaux & Territoires, INRAE, 2020

²²² P. Ruelle, JC. Mailhol, B. Iltier, Évaluation des pertes par évaporation lors des irrigations par aspersion en condition de fort déficit hydrique, Ingénieries N°38, 06/2004, p. 13-20

²²³ GRAFTON, R.Q., WILLIAMS, J., PERRY, C.J., MOLLE, F., UDALL, B., GARRICK, D., RINGLER, C., WHEELER, S.A., ALLEN, R.G., WANG, Y., STEDUTO, P., 2018, The paradox of irrigation efficiency. Higher efficiency rarely reduces water consumption, Science, vol.361, p.748-750.

Les pistes très encadrées d'accès de l'agriculture à la ressource en eau

La thématique 3 du Varenne prend acte que la réponse au changement climatique nécessite un changement de modèle agricole, plus économe en eau et protecteur des sols, mais également que, partout où cela est possible, il est envisageable de rendre la ressource en eau plus disponible pour l'irrigation, dans le respect du bon état des milieux, en privilégiant, notamment par des financements incitatifs et un accompagnement adapté, les retenues de substitution, les démarches de gestion collective de l'eau ou en développant les techniques innovantes de réutilisation des eaux usées traitées ou de recharge de nappes.

Les retenues de substitution

Il s'agit d'ouvrages artificiels permettant de substituer des volumes prélevés en période de basses eaux à des volumes prélevés en période de hautes eaux. « Les retenues de substitution permettent de stocker l'eau par des prélèvements anticipés ne mettant pas en péril les équilibres hydrologiques, elles viennent en remplacement de prélèvements existants »²²⁴. Les prélèvements peuvent être réalisés soit dans les eaux de surface, soit dans les eaux souterraines. Ces retenues sont obligatoirement étanches et déconnectées du milieu naturel (cours d'eau, nappe, eaux de ruissellement/fossé/drainage) en dehors de la période de remplissage prévue. Ces retenues de substitution peuvent être de deux types : les retenues collinaires et les « bassines ».

Le développement éventuel des retenues collinaires est lié au potentiel topographique du sol, à l'étanchéité naturelle du sol, à la taille du bassin versant qui doit être suffisante, et au montant des investissements conditionnant la rentabilité de l'ouvrage.

Quant aux « bassines », ce sont des ouvrages de stockage d'eau, creusés, terrassés et dont le fond est étanchéifié à l'aide d'une géo-membrane. Elles sont remplies par pompage actif l'hiver dans les rivières ou la nappe phréatique.²²⁵

Les réserves de substitution présentent un certain nombre d'avantages : pour l'environnement, celui de diminuer la pression sur le milieu naturel en été, en évitant l'aggravation des étiages naturels des cours d'eau ou les baisses piézométriques de la nappe ; pour les irrigants, celui de sécuriser l'apport d'eau, l'eau des retenues de substitution déconnectées des cours d'eau et nappes n'étant pas soumise aux mesures de limitation temporaire des usages de l'eau (arrêts sécheresse).

Ces retenues ne sont cependant pas exemptes d'inconvénients comme la perte de quantités d'eau par évaporation, une détérioration de la qualité de l'eau par eutrophisation et un coût d'investissement élevé. Elles font l'objet de vifs mouvements de contestations de la part d'associations de protection de la nature notamment dans le département des Deux-Sèvres, avec une forte médiatisation et des recours en justice pour empêcher leur réalisation²²⁶.

L'instruction du gouvernement du 7 mai 2019 limite les financements aux ouvrages de substitution pour l'irrigation agricole inscrits dans un Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) approuvé par le préfet coordonnateur de bassin ou le préfet référent. Dans le cadre du SDAGE, l'agence de l'eau Loire-Bretagne accompagne les études et travaux de création de retenues de substitution à un taux maximum de 70 % uniquement dans les territoires en déficit quantitatif ayant défini des volumes prélevables, qui, par définition, sont plus faibles que les volumes prélevés

²²⁴ Instruction du Gouvernement du 7 mai 2019 relative au projet de territoire pour la gestion de l'eau et reprise du guide juridique de la construction de retenues de 2011.

²²⁵ Pour pouvoir être considéré comme une retenue de substitution, un ouvrage qui intercepterait des écoulements doit impérativement être équipé d'un dispositif de contournement garantissant qu'au-delà de son volume et en dehors de la période autorisée pour le prélèvement, toutes les eaux arrivant en amont de l'ouvrage ou à la prise d'eau sont transmises à l'aval, sans retard et sans altération.

²²⁶ Cf. Le Monde Mag, 2 avril 2022- Dans les Deux Sèvres, les méga-bassines font déborder le vase.

autorisés. Seules sont aidées, par l'AELB, les retenues collectives avec gestion des prélèvements par un OUGC.

A titre d'exemple, lors d'un déplacement en Auvergne et dans une note transmise ensuite à la mission (Cf. [annexe 12](#)), la coopérative Limagrain²²⁷ a fait état d'un besoin de 20 Mm³ supplémentaires pour l'irrigation sur la plaine de la Limagne, au-delà des effets attendus du développement de variétés plus tolérantes au stress hydrique ainsi que de pratiques permettant d'augmenter la rétention d'eau dans les sols. Ce volume serait nécessaire afin de maintenir le dynamisme du territoire de la Limagne, territoire aux sols fertiles mais de climat sec, et en particulier de développer une nouvelle filière de production de légumes de pleins champs. Il est précisé dans cette note que des projets collectifs de retenues d'eau, sur la plaine de Limagne, dont certains déjà engagés, pourront pallier l'urgence de la situation, face aux épisodes de sécheresse. Il est également mentionné que la coopérative a la volonté de réfléchir de manière concertée avec les autres acteurs dans une vision multiusage. La note conclut en indiquant que cette réflexion à l'échelle locale devra être couplée à une vision plus globale sur la construction de grands ouvrages incluant notre indépendance énergétique aux énergies fossiles et déterminant la pertinence de créer des barrages hydroélectriques.

La réutilisation des eaux usées traitées

La réutilisation des eaux usées traitées (REUT) apparaît comme une ressource insuffisamment exploitée mais soumise, du fait des risques sanitaires, à des contraintes techniques, réglementaires et socio-économiques²²⁸. L'arrêté du 2/08/2010 fixe des règles pour le suivi qualitatif hebdomadaire, la traçabilité des volumes utilisés et des contraintes supplémentaires pour l'irrigation. Le nouveau règlement européen du 25/02/2020 applicable à partir du 20/06/2023 va renforcer ce niveau d'exigence sur les niveaux de qualité de l'eau. Il impose l'établissement d'un plan de gestion des risques précisant l'organisation, les barrières suivant les usages... Dans le cadre des conclusions du Varenne, il est prévu un article législatif dans le code de la santé publique sur la REUT en industrie agroalimentaire. Alors qu'aujourd'hui on ne peut utiliser que des eaux issues du milieu, il deviendrait possible d'utiliser les eaux usées pour certains usages en agroalimentaire mais les eaux usées ne doivent en aucun cas entrer en contact avec les produits alimentaires.

Dans le bassin Loire-Bretagne, on peut signaler le cas de l'association syndicale autorisée, l'ASA, de Limagne Noire, qui recycle une partie des eaux usées de la ville de Clermont-Ferrand depuis 1998 pour l'irrigation de 750 ha répartis sur 50 exploitations.

La recharge artificielle des nappes et les réservoirs enterrés

La recharge artificielle de nappes (RAN) consiste à infiltrer ou à injecter, directement ou indirectement dans une nappe des eaux de surface de provenances variées en utilisant la nappe comme un réservoir de stockage. D'un point de vue réglementaire, la RAN relève de la directive européenne sur les eaux souterraines²²⁹. En France, elle est soumise à autorisation (rubrique 2.3.2.0. « Rejet » de la nomenclature) avec réalisation d'une étude d'impact. La réutilisation des eaux usées traitées pour la RAN n'est actuellement pas autorisée en France, sauf arrêté préfectoral spécifique.

²²⁷ Limagrain est une coopérative agricole et un groupe semencier international détenus par près de 1 500 agriculteurs installés en Limagne Val d'Allier. Présent dans 57 pays et rassemblant plus de 9 000 collaborateurs, le Groupe réalise un chiffre d'affaires de 1 984 M€ auxquels s'ajoutent 680 M€ de chiffre d'affaires des activités réalisées conjointement avec ses partenaires stratégiques. Pour plus de précisions consulter limagrain.com

²²⁸ Terre-net, « Irrigation : quel avenir pour la réutilisation des eaux usées ? », Nicolas Mahey, 15/09/2020, Terre-net Média

²²⁹ Directive 2006/118/CE du parlement européen et du conseil du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration

Une étude du BRGM²³⁰ compte 87 sites de recharge artificielle en France, dont une cinquantaine sont actifs ou l'ont été par le passé. La plupart ont un objectif quantitatif d'alimentation en eau pour un usage d'eau potable. Cette étude indique que la recharge artificielle de nappe présente un certain nombre d'avantages par rapport à un stockage en surface, comme la limitation des pertes d'eau par évaporation, le maintien de la disponibilité des terrains au-dessus de la zone de stockage pour des usages urbains ou ruraux, les capacités d'épuration des eaux par le sol et le sous-sol...

La mission conjointe CGAAER-CGEDD « Changement climatique, eau, agriculture » de juillet 2020 conclut que d'une façon générale, la RAN peut constituer un procédé intéressant pour une gestion active des eaux souterraines et leur contribution au « panier de solutions » à promouvoir pour faire face aux effets du changement climatique. Ce sont donc des solutions qui peuvent s'envisager en alternative de bassines, sans doute d'acceptabilité sociale plus facile.

Signalons aussi une innovation sous forme de réservoirs d'eau enterrés plein de sables (REEPS)²³¹, système permettant de stocker de l'eau dans une bassine enterrée, étanchéifiées par une géo-membrane, remplie de sable et recouverte en surface d'une couche de terre. Le principe est le même que pour une bassine de substitution mais l'eau est stockée dans les interstices du sable, comme dans une nappe souterraine. L'avantage est l'absence d'évaporation en été, la préservation de la qualité et de la température de l'eau et, sans doute, une meilleure acceptabilité et pérennité même si le coût est supérieur.

La généralisation de la gestion quantitative de l'eau avec une gouvernance adaptée

Les conclusions de la thématique 3 du Varenne renforcent le rôle des projets de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE) qui avaient été instaurés par les Assises de l'Eau comme cadre de concertation locale entre les différents usages de l'eau avant toute création de nouvelle retenue. Elles prévoient un renforcement du rôle du préfet coordonnateur dans le pilotage de ces démarches, notamment pour maîtriser les dérives de calendrier et avec une possibilité d'arbitrage de sa part en cas de blocage.

L'instruction complémentaire correspondante destinée aux préfets coordonnateurs est en chantier mais ne devrait pas aboutir avant fin 2022. Le décret n° 2021-795 du 23 juin 2021 relatif à la gestion quantitative de la ressource en eau et à la gestion des situations de crise liées à la sécheresse a été complété suite au Varenne par le décret 2022-1078 du 29 juillet 2022 relatif à la gestion quantitative de la ressource en dehors de la période de basses eaux. Les préfets coordonnateurs de bassin pourront déterminer ainsi un volume prélevable non seulement en étiage²³², mais aussi en hautes eaux, compte tenu des statistiques hydrologiques, permettant de déterminer les débits nécessaires au fonctionnement du cours d'eau tout au long de la période de hautes eaux, le cas échéant complétées par les résultats d'études relatives aux effets prévisibles du changement climatique. Ce volume prélevable hivernal serait utilisable pour capter l'eau excédentaire pour la stocker au moins jusqu'à l'été suivant. Un travail méthodologique, attendu d'ici fin 2022, a été confié à l'INRAE et à l'OFB, pour évaluer ces volumes prélevables en hiver.

Le Varenne mentionne également une meilleure mobilisation des retenues existantes de toute nature qu'il s'agisse des grands ouvrages hydrauliques existants : réservoirs hydroélectriques (la présente mission s'inscrit en application de cette disposition dans le cas du bassin Loire-Bretagne), ouvrages en gestion de VNF ou autres retenues existantes peu ou non utilisées. La mesure 12 des

²³⁰ Caballero et al., 2018, « Faisabilité de la recharge artificielle dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse : contexte et analyse cartographique » rapport final BRGM-RP 67534-FR, 162 p.

²³¹ Le Monde, 23/04/2022, « En Ardèche, une 'nappe phréatique artificielle' contre les coupures d'eau. Il s'agit d'un système conçu et breveté par un ingénieur français installé à Madagascar, Thierry Labrosse, lauréat du concours Lépine en 2011 pour son invention.

²³² A cette période d'étiage où les tensions sont maximales, le décret de 2021 confie au préfet le soin d'encadrer la détermination du volume prélevable

conclusions du Varenne prévoit ainsi d'ici fin 2022 :

- le lancement d'un inventaire exhaustif des retenues d'eau en France (supérieures à 0,1 hectare) et un suivi des volumes stockés par méthodes satellitaires en lien avec le Centre National d'Études Spatiales (CNES) pour une mise à disposition avant la fin 2022 (200 K€ pour l'inventaire et 1M€ via la mobilisation du PIA) ;
- le lancement d'un appel à manifestation d'intérêts pour la sélection d'une dizaine de territoires pilotes pour explorer les voies de remobilisation des volumes stockés non utilisés.

Des interlocuteurs de la mission ont mentionné leurs préoccupations quant à l'existence de nombreux étangs ou plans d'eau privés mal entretenus, voire quasiment abandonnés, en Haute-Vienne et en Creuse. Si ces petites retenues peu ou non utilisées peuvent constituer une piste de mobilisation quantitative éventuelle de ressources en eau, elles posent souvent un problème de qualité de la ressource. En effet, ces eaux dormantes atteignent des températures élevées en été et donnent lieu au développement de cyanobactéries, avec un fort impact sur les cours d'eaux avec lesquels ces étangs sont en général directement connectés. L'inventaire des retenues d'eau permettra de les identifier et d'engager des opérations de sensibilisation des propriétaires pouvant conduire à une gestion renouvelée après mise aux normes ou à leur effacement.

Sur un territoire de la taille d'un SAGE ou d'un PTGE, l'idée générale est qu'il est possible d'avoir une approche multiusage partagée entre tous les acteurs, de mettre en place une organisation rigoureuse assurant une connaissance globale et parfaite des débits des cours d'eau et niveaux des nappes ainsi que de tous les prélèvements sur la base d'études HMUC, gages d'une gestion confiante, réactive et concertée. Dans ces conditions, les acteurs devraient accepter *a priori* plus facilement le fait qu'il ne peut pas y avoir d'assurance totale de voir leurs besoins individuels satisfaits, car les efforts de tous sont connus et considérés comme équitablement répartis²³³.

La mission recommande d'étendre à l'ensemble du bassin l'utilisation des outils de gestion quantitative de l'eau

Cependant, les PTGE resteront de nature contractuelle et ne vaudront pas autorisation de création de nouvelles retenues. Les conclusions du Varenne pourront être intégrés aux SDAGE à l'initiative des comités de bassin. Comme le SDAGE Loire-Bretagne vient d'être révisé en mars 2022, cette éventualité ne sera possible que par une nouvelle révision et n'est donc pas à l'ordre du jour dans l'immédiat.²³⁴

²³³ On peut citer cependant comme contre-exemple que deux bassines ont été vandalisées fin juillet 2022 en Vendée par un collectif anonyme d'opposants alors qu'elles avaient fait l'objet de démarches concertées et étaient parfaitement autorisées.

²³⁴ La FNSEA et la coopération agricole ont déposé un recours gracieux contre le nouveau SDAGE Loire – Bretagne qui « restreint leur usage de l'eau ». Ce recours ayant été rejeté par la préfète coordonnatrice de bassin, ces organisations envisagent de saisir le tribunal administratif.

Annexe 12 Contribution de la coopérative



Contribution de Limagrain
suite à la rencontre
du 20 mai 2022

Limagrain accueillait le vendredi 20 mai au Domaine de Mons la mission d'expertise sur la mobilisation des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage sur le Bassin de la Loire. Cette note a pour objectif de reprendre les différents sujets évoqués à cette occasion. Ces éléments sont regroupés en 2 grandes parties :

- 1) Les investissements réalisés par Limagrain et ses adhérents pour optimiser l'usage de l'eau.
- 2) Les enjeux du développement de la ressource en eau sur la plaine de Limagne.

En préambule, vous trouverez une présentation de Limagrain avec un focus sur les activités réalisées sur la plaine de Limagne.

Avant-propos : Limagrain, un acteur clé de la plaine de Limagne

Limagrain est une coopérative agricole et un groupe semencier international détenus par près de **1 500 agriculteurs installés en Limagne Val d'Allier**, au centre de la France. Présent dans **57 pays** et rassemblant plus de **9 000 collaborateurs**, le Groupe réalise un **chiffre d'affaires de 1 984 M€** auxquels s'ajoutent 680 M€ de chiffre d'affaires des activités réalisées conjointement avec ses partenaires stratégiques.

Les activités de Limagrain se découpent en 3 grands piliers :

- **Les activités de collecte de la Coopérative**, liées aux productions de ses adhérents agriculteurs sur la plaine de Limagne (blé, maïs, tournesol, semences).
- **Les activités agroalimentaires** qui permettent de transformer notamment les productions des adhérents (blé, maïs) en ingrédients et produits céréaliers comme avec les pains Jacquet.
- **Les activités semencières**, très internationalisées, qu'il s'agisse des semences de grandes cultures ou des semences potagères.

La plaine de Limagne qui s'étend sur le Puy-de-Dôme et le sud de l'Allier accueille à la fois :

- **Les activités agricoles des adhérents de la Coopérative**
- **Les outils industriels qui permettent la transformation des productions agricoles** : usine de semences, moulin à blé, maïserie, usine de pellets (qui permettent de fabriquer des snacks apéritifs), usine Jacquet (pain de mie et pains hamburgers).
- **Des activités de recherche**, dont le plus grand centre de recherche mondial sur la semence de Limagrain
- **Des activités support** avec le siège social de Limagrain et de différentes filiales du Groupe (finances, RH, IT, juridiques, communication...)

→ **Au total ce sont 498 M€ de chiffre d'affaires qui sont réalisés en Auvergne sur 40 sites dont 6 sièges sociaux, générant 1500 emplois localement.**

Limagrain | 02/06/22
Maud ROBERT - Responsable Affaires Publiques
T + 33 (0)4 15 40 03 76 / M + 33 (0)6 38 10 25 91
maud.robert@limagrain.com

1. Limagrain et ses adhérents investissent pour optimiser l'usage de l'eau



Conscients de la nécessité d'une meilleure efficacité dans l'utilisation de la ressource en eau, nous engageons des actions en ce sens et adoptons une position pro-active sur le sujet.

Sur les exploitations agricoles

Nous épaulons les agriculteurs désireux de **s'orienter vers l'agriculture de conservation, un modèle qui permet d'augmenter le taux de matière organique des sols et de fait, une meilleure rétention de l'eau**. Nous nous mobilisons tout au long du cycle cultural pour définir et mettre en place des solutions qui puissent convenir à chacun.

Avec les possibilités offertes par les nouvelles technologies (recueil de données, modélisation etc.), nous travaillons sur les stades clés du développement des plantes afin de proposer à nos adhérents **un pilotage de l'irrigation au plus près des besoins du végétal**.

Nous intervenons également sur les pratiques d'irrigation avec **des essais de matériels innovants, comme le goutte à goutte semi-enterré**, une technologie venue d'Israël, un pays leader dans l'optimisation des systèmes d'irrigation.

Par la sélection variétale

En tant que leader de la semence, nous axons notre recherche sur **le développement de variétés plus tolérantes au stress hydrique**.

LG Hydraneo en est la parfaite illustration. Il s'agit d'une solution pour sécuriser le rendement du maïs en conditions de stress hydrique. Il a été élu comme **l'une des 20 plus importantes innovations par le magazine European Seed dans son classement des « 20 entreprises les plus respectueuses du climat en 2021**

Un bilan global du risque réalisé à la parcelle permet de recommander :

- Les variétés Hydraneo les plus adaptées (26 variétés)
- Une densité de semis optimale
- Les meilleures pratiques agronomiques afin de limiter le stress hydrique

Les variétés tolérantes au stress hydrique sont évaluées à travers notre réseau européen grâce à des tensiomètres et des stations météorologiques qui mesurent quotidiennement le type et l'intensité du stress.

LG Hydraneo est **déployé dans 17 pays européens** dans lesquels des milliers d'agriculteurs bénéficient de ces services personnalisés.

Limagrain | 02/06/22
Maud ROBERT - Responsable Affaires Publiques
T + 33 (0)4 15 40 03 76 / M + 33 (0)6 38 10 25 91
maud.robert@limagrain.com

2. Nous avons besoin de développer la ressource en eau sur la Plaine de Limagrain.

Les solutions consistant à gérer la ressource et à économiser l'eau ne pourront à elles seules garantir la survie des agriculteurs et la poursuite de nos activités sur le territoire. En effet, **l'accroissement de la ressource en eau est nécessaire :**

Pour maintenir une agriculture familiale diversifiée sur des exploitations de taille modeste et permettre le renouvellement des générations

Alors que les agriculteurs du territoire ont su **préserver une agriculture à taille humaine avec des exploitations de 80 ha en moyenne**, l'irrigation leur permet de cultiver des productions à forte valeur ajoutée. Si demain ces derniers n'ont plus accès à la ressource, ils devront nécessairement s'agrandir pour compenser par un volume de récoltes plus important, la perte de valeur issue de l'arrêt de certaines productions, comme la betterave sucrière avec la fermeture de la Sucrierie de Bourdon en 2019.

L'eau est ainsi la garantie d'un type d'agriculture de vallée portée par des exploitations familiales et l'assurance d'un renouvellement des générations autour d'outils de production de taille modeste.

L'accès à l'irrigation joue en effet un rôle clé dans l'installation de nouveaux agriculteurs capables de renouveler les générations proches de la retraite. Elle est **un facteur important de valorisation des exploitations agricoles.**

Pour développer de nouvelles filières et notamment une filière légumes de plein champs destinée au marché local

La crise sanitaire mondiale, la guerre en Ukraine ont replacé **au cœur des enjeux les questions de souveraineté alimentaire et de relocalisation des productions agricoles.**

La plaine de Limagne dispose d'un bassin important de population de 275 000 habitants environ et de terres susceptibles d'accueillir la production de légumes de plein champs. Dans le cadre notamment du plan alimentaire territorial (PAT), nous réfléchissons à **la création d'une nouvelle filière qui représenterait une nouvelle diversification pour nos adhérents.** Les légumes pourraient être consommés en frais ou transformés pour alimenter les réseaux de restauration hors domicile.

Pour créer cette nouvelle filière, nous avons besoin de capacités supplémentaires d'irrigation. D'autres filières sont également envisagées qui permettraient de faire évoluer nos modèles agricoles, de diversifier nos productions et nos rotations de culture mais également d'apporter de la valeur ajoutée à nos adhérents.

La diversification des productions permettra aussi d'**enrichir la biodiversité cultivée** : orge, seigle, avoine, sorgho, féverole, pois, soja, pomme de terre, oignon, ail, melon, tomate, asperges, lavande.



Pour approvisionner nos outils industriels et développer l'emploi sur le territoire

L'accès à la ressource conditionne la quantité et la qualité des productions végétales de nos adhérents. **L'irrigation permet de sécuriser leurs récoltes et donc leur revenu.** C'est ensuite **l'ensemble des filières de transformation que nous avons développées qui dépendent de ces récoltes.** Lorsque ces dernières sont faibles, elles ne suffisent plus à alimenter les outils industriels que nous avons créés localement et qui participent à nos filières intégrées.

La totalité du maïs grain récolté est ainsi transformée dans notre maïserie de même que la moitié du blé produit par nos adhérents. Il permet ainsi d'alimenter l'usine Jacquet située à Saint-Beauzire. L'usine de production de semences d'Ennezat, qui rayonne au niveau européen et transforme les productions de semences de nos adhérents, témoigne également de notre investissement en faveur du développement économique local.

La disponibilité de la ressource en eau conditionne donc le maintien du tissu agricole mais également la création de valeur ajoutée sur le territoire. Aujourd'hui, avec le changement climatique, dont les effets sont déjà visibles sur notre territoire, nous devons faire face à des difficultés sans précédent. Les revenus des agriculteurs ont baissé de 30 à 50 % en 2019 à cause de la sécheresse. Il a manqué jusqu'à 20 % des volumes en maïs semoulier pour répondre aux besoins de la maïserie. Le résultat du Groupe a quant à lui été impacté à hauteur de 15 %, ce qui limite notre capacité d'investissement et par ricochet, le développement économique du territoire.

Conclusion

Comparé à d'autres régions, notre département est sous-doté en termes d'irrigation. Le Puy-de-Dôme présente l'un des plus faibles taux d'équipement en France avec seulement 12 % de ses terres équipées en irrigation.

L'accroissement de la ressource en eau va conditionner l'avenir de la Plaine de Limagne. Nous avons besoin de 20 millions de m3 supplémentaires pour l'irrigation qui permettront de maintenir le dynamisme de notre territoire, en pleine croissance.

Les projets de retenues d'eau pourront pallier l'urgence de la situation, devenant dramatique avec les épisodes de sécheresse. Des dossiers sont actuellement étudiés pour de nouveaux projets collectifs sur la plaine de Limagne.

Limagrain | 02/06/22
Maud ROBERT - Responsable Affaires Publiques
T + 33 (0)4 15 40 03 76 / M + 33 (0)6 38 10 25 91
maud.robert@limagrain.com

Fait singulier en France, **la gestion de l'irrigation est en effet majoritairement collective, à 84 % du volume des prélèvements et l'eau est prélevée quasi-exclusivement dans les eaux de surface, à 95 %** contre 63 % en moyenne en France.



Mais cette solution ne pourra satisfaire à long terme des besoins renforcés par le changement climatique et qui vont toucher tous les usagers de l'eau. **Localement, nous avons la volonté de réfléchir de manière concertée avec les autres acteurs dans une vision multi-usage.** Les actions que nous avons menées, comme l'organisation des Rencontres techniques de l'eau en septembre 2021 avec le Pôle France Water Team, vont en ce sens, en permettant le dialogue entre collectivités, acteurs du tourisme, de l'industrie, de l'agriculture, association de pêche, association de protection de la faune et de la flore...

Cette réflexion à l'échelle locale devra être couplée à **une vision plus globale sur la construction de grands ouvrages incluant notre indépendance énergétique aux énergies fossiles et déterminant la pertinence de créer des barrages hydroélectriques.**

Limagrain | 02/06/22
Maud ROBERT - Responsable Affaires Publiques
T + 33 (0)4 15 40 03 76 / M + 33 (0)6 38 10 25 91
maud.robert@limagrain.com

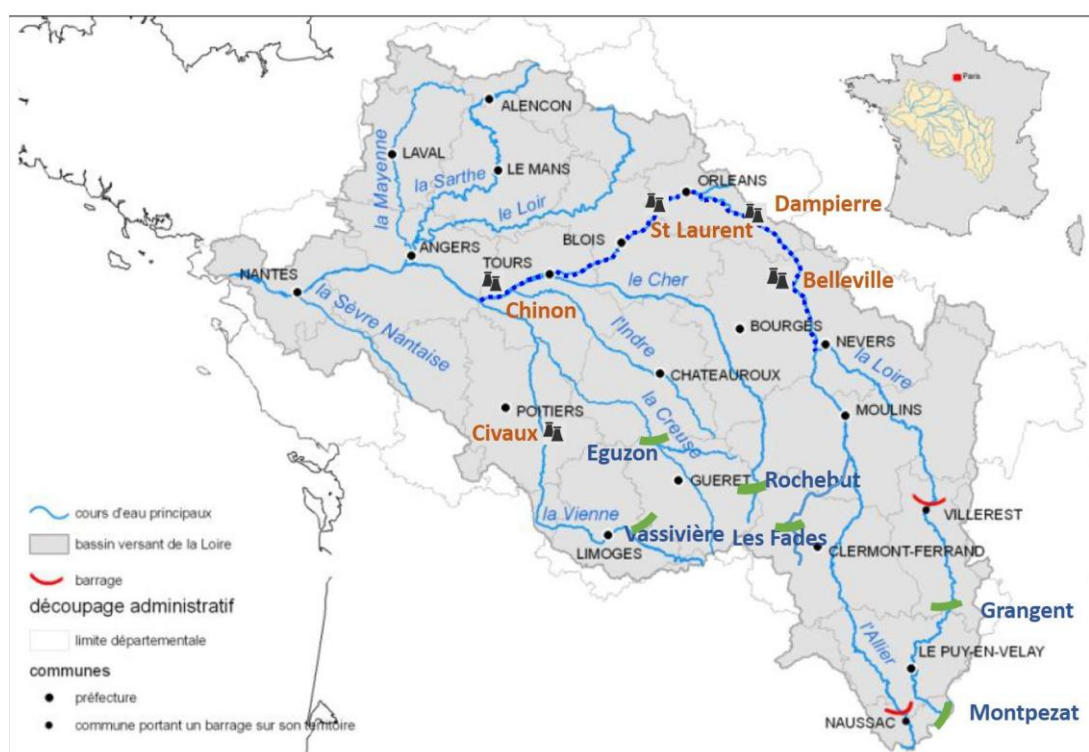
Annexe 13 Les besoins et la consommation d'eau des centrales nucléaires

Si la première pile nucléaire a divergé en France à Fontenay aux Roses en décembre 1948, le premier réacteur nucléaire produisant de l'électricité a été installé sur les bords de la Loire, à Chinon en 1963. Il a fonctionné pendant dix ans avec une puissance de 70 MWe et a donné naissance ensuite à la filière graphite gaz (UNGG) et aux réacteurs de Chinon, de Saint-Laurent et de Bugey. Aujourd'hui, douze réacteurs nucléaires, d'une filière différente dite à eau pressurisée, sont présents sur la Loire : depuis l'amont vers l'aval, les deux réacteurs de Belleville de 1 300 MWe, les quatre réacteurs de Dampierre de 900 MWe, les deux réacteurs de Saint-Laurent de 900 MWe et enfin, les quatre réacteurs de 900 MWe de Chinon. Si on ajoute les deux réacteurs de Civaux de 1 450 MWe, le bassin Loire Bretagne accueille ainsi, en nombre, le quart du parc nucléaire français (56 réacteurs).

Ces réacteurs ont une double interaction avec le fleuve : ils prélèvent et consomment de l'eau afin d'évacuer une partie de la chaleur produite par le réacteur et ils vont également rejeter, après dilution, des effluents radioactifs dans le fleuve.

Ces opérations, en particulier les rejets d'effluents radioactifs, ne peuvent cependant être réalisées que si le débit dans la Loire est suffisant : jusqu'à ce jour, y compris durant l'été 2022, aucune perte environnementale de production sur le bassin Loire Bretagne, justifiée par une limite réglementaire en échauffement ou en débit, n'a été constatée²³⁵.

Figure 67 : Les centrales nucléaires et les principales retenues du bassin de la Loire



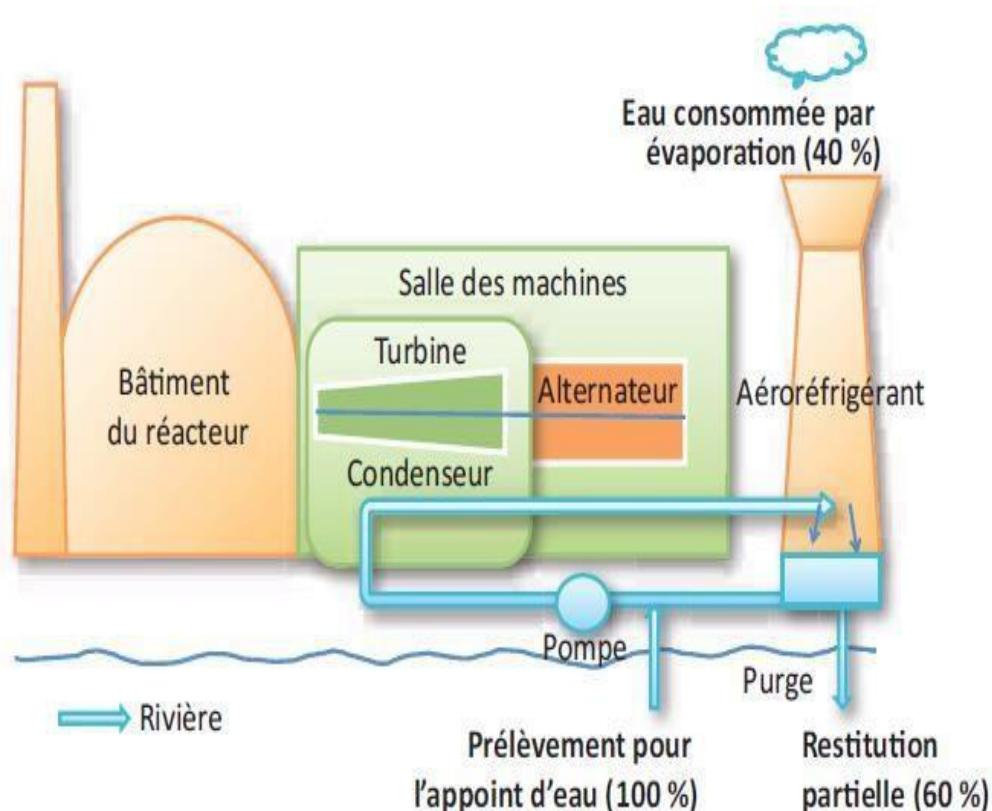
Source : EDF

²³⁵ Pour l'ensemble de ce paragraphe, voir le volet Prélèvements d'eau et rejets de l'édition 2020 du guide très complet publié par EDF sur les « Centrales Nucléaires et leur environnement » https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/nucleaire/ENVIRONNEMENT/guide_2020_-_centrales_nucleaires_et_environment.pdf

1°) Les prélèvements et la consommation d'eau des centrales nucléaires

Une centrale nucléaire de production d'électricité produit de l'électricité mais aussi de la chaleur qui doit également être évacuée²³⁶. Si un réacteur de 900 MWe, présent en bord de mer, a besoin, à cette fin, d'un débit d'environ 40 m³/s pour évacuer la chaleur en circuit ouvert dans la mer, les centrales du bassin Loire Bretagne évacuent, au contraire, cette chaleur dans l'atmosphère : ils bénéficient pour cela d'aéroréfrigérants qui permettent d'évacuer l'essentiel de la chaleur dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau (non radioactive). Le débit d'eau prélevée n'est plus alors que d'environ 2 m³/s par réacteur : 30 à 40 % de ce débit est évaporé dans l'atmosphère environ 0,67 m³/s pour un 900 MWe et 0,75 m³/s pour un 1 300 MWe) ; le reste, 60 à 70 %, retourne à la rivière.

Figure 68 : Schéma d'un centre de production nucléaire avec un circuit fermé²³⁷



Source : EDF

On estime, dans ce cas, que la chaleur apportée au fleuve représente environ 2 à 4 % de la chaleur produite par le réacteur. De fait, l'augmentation de température entre l'amont et l'aval d'un centre de production nucléaire est strictement encadré comme le montre le tableau de consignes ci-dessous : elle doit être inférieure à 1°C pour un site nucléaire de la vallée de la Loire (voire 1,5 °C si le débit est important et si la température de l'eau est inférieure à 15 °C). En pratique, l'échauffement est limité à quelques dixièmes de degrés en aval du rejet après mélange.

Les deux réacteurs nucléaires de Civaux bénéficient d'un aéroréfrigérant supplémentaire sur le circuit de restitution de l'eau qui permet de refroidir les eaux rejetées : dès lors que la température

²³⁶ Il existe donc un circuit spécifique permettant de refroidir la vapeur d'eau du circuit secondaire qui entraîne la turbine et arrive ensuite dans le condenseur

²³⁷

https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/nucleaire/ENVIRONNEMENT/guide_2020_-_centrales_nucleaires_et_environnement.pdf

de la Vienne dépasse les 25 °C, l'augmentation de température liée à la centrale de Civaux doit être quasi-nulle.

Tableau 6 : Centrales nucléaires – prélèvements et augmentation de la température de l'eau rejetée

Centrale	Augmentation de la température	Prélèvements
Belleville (Loire)	Si $D < 100\text{m}^3/\text{s}$ et $T_{\text{aval}} < 15^\circ\text{C}$: $\Delta T < 1,5^\circ\text{C}$ Sinon : $\Delta T \leq 1^\circ\text{C}$	Prélèvement $\leq 10,5\text{m}^3/\text{s}$ Restriction possible à $2,5\text{m}^3/\text{s}$ si le débit à Gien est inférieur à $43\text{m}^3/\text{s}$.
Chinon (Loire)	Si $D < 100\text{m}^3/\text{s}$ et $T_{\text{aval}} < 15^\circ\text{C}$: $\Delta T < 1,5^\circ\text{C}$ Sinon : $\Delta T \leq 1^\circ\text{C}$	Prélèvement $\leq 8,6\text{m}^3/\text{s}$
Dampierre (Loire)	Si $D < 100\text{m}^3/\text{s}$ et $T_{\text{aval}} < 15^\circ\text{C}$: $\Delta T < 1,5^\circ\text{C}$ Sinon : $\Delta T \leq 1^\circ\text{C}$	Prélèvement $\leq 12,3\text{m}^3/\text{s}$ Restriction possible à $3\text{m}^3/\text{s}$ si le débit à Gien est inférieur à $43\text{m}^3/\text{s}$.
St Laurent (Loire)	Si $D < 100\text{m}^3/\text{s}$ et $T_{\text{aval}} < 15^\circ\text{C}$: $\Delta T < 1,5^\circ\text{C}$ Sinon : $\Delta T \leq 1^\circ\text{C}$	Prélèvement $\leq 7\text{m}^3/\text{s}$ Restriction possible à $1,5\text{m}^3/\text{s}$ si le débit à Blois est inférieur à $46\text{m}^3/\text{s}$
Civaux (Vienne)	Si $T_{\text{amont}} < 25^\circ\text{C}$: $\Delta T \leq 2^\circ\text{C}$ et $T_{\text{aval}} \leq 25^\circ\text{C}$ En cas d'étiage hivernal sévère (du 01/11 au 30/04) : si $T_{\text{amont}} < 25^\circ\text{C}$: $2 < \Delta T \leq 3^\circ\text{C}$ et $T_{\text{aval}} \leq 25^\circ\text{C}$ Sinon : $\Delta T = 0^\circ$	Prélèvement $\leq 6\text{m}^3/\text{s}$ Evaporation $\leq 1,7\text{m}^3/\text{s}$ Daval $\geq 10\text{m}^3/\text{s}$
légende	D : débit Daval : débit à l'aval de la centrale Tamont : température de l'eau à l'amont de la centrale Taval : température de l'eau à l'aval de la centrale ΔT : augmentation de la température de l'eau autorisée	

Les prélèvements nécessaires au refroidissement réalisés par les 12 réacteurs nucléaires sur la Loire constituent le premier facteur d'usage de l'eau par leur quantité : en moyenne annuelle de 2011 à 2021, les 12 réacteurs nucléaires présents sur la Loire ont prélevé $643\text{Mm}^3/\text{an}$. Mais, l'essentiel de ces prélèvements, en moyenne 74 %, est restitué au fleuve²³⁸ si bien que le prélèvement net annuel moyen, dû essentiellement à l'évaporation de l'eau à l'intérieur des aéroréfrigérants, sur cette période a été de 168Mm^3 .

Cette consommation est plus faible sur la seule période d'étiage prise ici de juillet à octobre, période privilégiée par l'exploitant pour les actions d'entretien et de maintenance : elle s'est en effet élevée à 50Mm^3 d'eau en 2019 (26 % de la consommation annuelle d'eau de refroidissement) et 40Mm^3 en 2020 millions (20 % de la consommation annuelle d'eau de refroidissement). Pour la

²³⁸ Sur l'ensemble de l'année 2019, 74 % de l'eau ainsi prélevée sur les centrales de bord de Loire a été restitué au fleuve.

Vienne, les deux centrales nucléaires de Civaux ont consommé 15 Mm³ en 2019 (42 % de sa consommation annuelle d'eau de refroidissement) et 9,8 Mm³ en 2020 (32 % de sa consommation annuelle d'eau de refroidissement).

Conformément aux préconisations du SDAGE Loire-Bretagne et afin d'économiser l'eau en période critique, c'est à dire lorsque la Loire atteint le débit de crise de 43 m³/s au point nodal de Gien, le préfet coordonnateur peut, toute mesure de soutien d'étiage ayant été épuisée, demander à ce que le prélèvement moyen journalier réalisé soit limité au minimum requis pour le maintien de la sûreté des installations, soit 3 m³/s au maximum sur Dampierre et 2,5 m³/s pour Belleville²³⁹. Ce seuil est de 46 m³/s à Blois pour Saint-Laurent et de 54 m³/s à Langeais pour Chinon.

2°) Les rejets radioactifs sont strictement encadrés par l'autorité de sûreté nucléaire

Une centrale nucléaire de production d'électricité rejette également des effluents radioactifs²⁴⁰ en quantité limitée dans la rivière dans le cadre des autorisations qui lui sont accordées par l'autorité de sûreté nucléaire²⁴¹. Les effluents radioactifs liquides représentent un volume d'environ 11 000 m³ par an et par réacteur (auxquels on pourrait ajouter également les exhaures (non radioactifs) de la salle des machines : environ 55 000 m³).

Ces opérations ne peuvent se faire que si la concentration en produits radioactifs dans la rivière reste inférieure aux seuils fixés et que si le débit est suffisant pour assurer une dilution suffisante. De plus, lorsque le débit à Gien devient trop faible (inférieure à 100 m³/s), une coordination des rejets entre les différentes centrales est assurée de façon à éviter que les rejets ne se superposent et amènent à des concentrations excessives. Enfin, en-dessous d'un certain seuil propre à chaque centre nucléaire de production d'électricité, les rejets sont interdits, comme le montre le tableau ci-dessous : 30 m³/s à Dampierre et Belleville, 46 m³/s pour Saint-Laurent et 54 m³/s pour Chinon.

Tableau 7 : Centrales nucléaires – rejet des effluents radioactifs en fonction des débits

Débits	Contraintes sur les rejets
Débit Loire à Gien atteint 100 m ³ /s	Mise en œuvre de la de la pré- coordination des rejets pilotée par le CNPE de Saint-Laurent
Débit Loire à Gien atteint 60 m ³ /s	Coordination des rejets pilotée par le CNPE de Saint-Laurent avec déclaration à l'ASN

²³⁹ <https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2011-dc-0211-de-l-asn-du-3-mars-2011>

²⁴⁰ Si la quantité de tritium rejetée dépend uniquement de la quantité d'électricité produite, celle des autres effluents va dépendre de la modulation de la production des réacteurs. Une augmentation des transitoires de production conduira donc à une augmentation de la production des effluents. Voir sur ce point https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/nucleaire/ENVIRONNEMENT/guide_2020_-_centrales_nucleaires_et_environnement.pdf

²⁴¹ Le Décret d'Autorisation de Création d'un Centre de production nucléaire d'électricité, CNPE, couvre les aspects sûreté et protection du public et de l'environnement. Ce décret est complété par deux décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire, l'une fixant les limites de rejets d'effluents, l'autre les modalités de rejets. Après instruction et validation par le Collège ASN, la décision limites est homologuées par un arrêté du ministre en charge de la sûreté nucléaire et publiées au Journal Officiel pour mise en application. Ces décisions prévoient les rejets des effluents chimiques et radiochimiques ainsi que les rejets thermiques. Elles prévoient notamment la poursuite des rejets radioactifs en situations d'étiage (voir tableau précédent). Dans le cas particulier de la Loire, il est mis en place une coordination des rejets liquides en période d'étiage. A cela s'ajoute les règles générales d'exploitation rédigées par l'exploitant et validées par l'ASN. Par ailleurs, une centrale dispose d'autorisations délivrées par l'ASN ou le préfet pour les installations relevant des réglementations.

Débit Loire < 54 m ³ /s à l'amont du CNPE de Chinon (Décision ASN modalités n°2015-DC-0528 du 20/10/2015)	Arrêt des rejets
Débit Loire < 46 m ³ /s à l'amont du CNPE de Saint-Laurent (Décision ASN modalités n°2015-DC-0499 du 19/02/2015)	Arrêt des rejets
Débit Loire < 30 m ³ /s à l'amont du CNPE de Dampierre (Décision ASN modalités n°2011-DC-0211 du 3/03/2011) et à l'amont du CNPE de Belleville (Décision ASN modalités n°2014-DC-0413 du 16/01/2014)	Arrêt des rejets

Pour un débit à Gien inférieur à 60 m³/s, les sites Val de Loire mettent en place une coordination des rejets. Le retour d'expérience accumulé depuis plus de 30 ans sur les quatre sites nucléaires montre que ce débit est sans impact sur le fonctionnement des réacteurs.

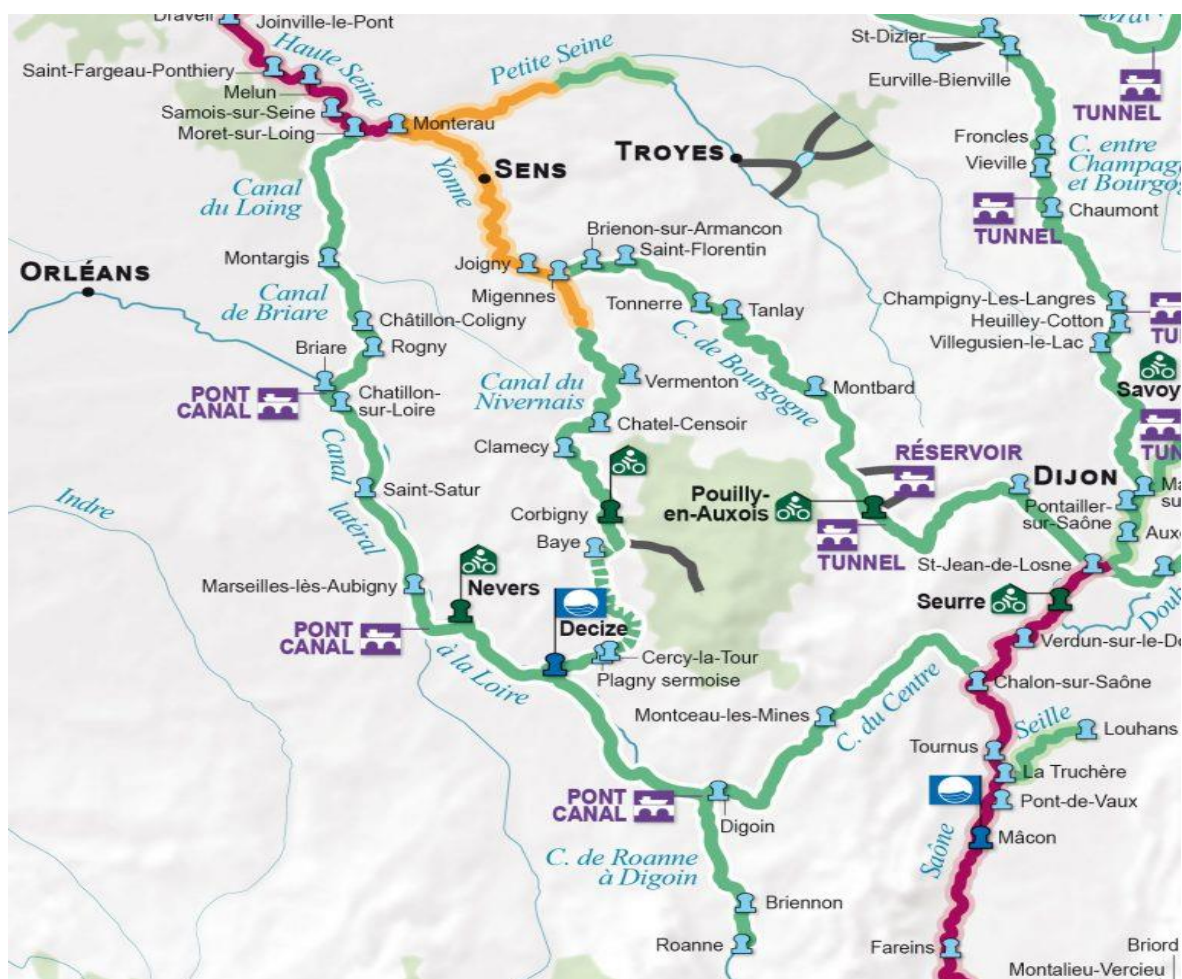
Lors de l'étiage 2020 et 2022, au cours duquel l'Objectif de Soutien d'Etiage (OSE) à Gien a progressivement été abaissé jusqu'à 45 m³/s, le site de Chinon a observé à plusieurs reprises un débit inférieur à 54 m³/s, empêchant les rejets d'effluents radioactifs, sans impact toutefois, sur le fonctionnement global du CNPE. La durée cumulée pendant laquelle les rejets n'ont pu être réalisés était de l'ordre de 9 jours.

Notons enfin que le développement des énergies renouvelables conduira progressivement à des besoins de flexibilités accrues des différents moyens contribuant au mix énergétique (production, consommation, stockage). Après l'hydraulique, les groupes nucléaires, principaux moyens de production pilotable, contribuent déjà notablement et contribueront encore plus à cette flexibilité. Le nombre de variations de puissance que des réacteurs du parc nucléaire français seront amenés à réaliser en une année devrait augmenter (de 15 baisses en moyenne par an et par réacteur à une fourchette allant de 50 à 120 suivant les scénarios d'évolution de la demande et du parc nucléaire à horizon 2040). Pour autant, la flexibilité du parc nucléaire français n'est pas récente, et la comparaison des effluents émis par des réacteurs très manœuvrés dans le passé avec ceux émis par des réacteurs exploités en continu et à pleine charge montre que le volume d'eau rejetée y est plus élevé d'environ 20 %, ce qui conduit à un besoin de disposer de plus de périodes dans l'année où les rejets sont possibles. L'augmentation des périodes où les rejets des CNPE de la Loire sont contraints par la coordination des rejets en Loire, aurait donc un impact sur les capacités de manœuvrabilité, sauf si des capacités temporaires de stockage étaient rendues disponibles comme ce fut le cas en 2022.

Annexe 14 Les économies d'eau possibles sur les canaux de VNF²⁴²

Sur le Bassin de la Loire, les canaux de VNF n'assurent plus aujourd'hui de transport de marchandises, mais permettent des activités de plaisance (péniches-hôtels, bateaux de location, bateaux promenades et plaisance privée) pour des retombées économiques²⁴³ d'environ 20 M€ par an : sur les canaux du Briare et nord du canal Latéral, l'activité « péniches hôtels » en génère 3 M€ à elle seule. Ils servent aussi d'approvisionnement en eau pour l'agriculture²⁴⁴).

Figure 69 : Canaux VNF sur le bassin de la Loire



Source : VNF

Ce réseau, géré par la Direction Territoriale Centre Bourgogne (DTCB) de VNF, est constitué

²⁴² Cette annexe provient d'une note transmise à la mission par VNF

²⁴³ Les retombées économiques sur un territoire correspondent aux ressources résultant de l'activité et perçues par les acteurs économiques du territoire (restaurants, sites touristiques, ...). Elles prennent en compte les sources de retombées (opérateurs, clientèle et personnel à bord) ainsi que les bénéficiaires (entreprises, individus et collectivités). Les données chiffrées sont issues d'une étude nationale sur les retombées économiques par filière du tourisme fluvial territorialisées ensuite par itinéraire en fonction des trafics présents. Voir notamment : <https://www.vnf.fr/vnf/rntf-2020-vnf-devoile-sa-nouvelle-etude-sur-les-retombees-economiques-du-tourisme-fluvial/>

²⁴⁴ Plusieurs associations d'irrigants ont attaqué en justice l'arrêté Préfectoral d'autorisation des Lorrains de Juillet 2019, en cela qu'il oblige à ne pas dépasser un volume de prélèvement de 34 millions de m³ d'Avril à Octobre (recours perdu).

d'amont en aval :

- du canal de Roanne à Digoin (CRD), qui s'étend sur 56 km et comporte 10 écluses ;
- de la partie ouest de canal du Centre (CC), à cheval sur les bassins de Rhône et de la Loire, sur 65km ;
- du canal latéral à Loire (CLL) qui s'étend dans sa partie sud entre Digoin et Nevers sur 106 km (20 écluses) et au nord de Nevers à Briare sur 90 km (17 écluses), et 17 km d'annexes hydrauliques (dont embranchements) ;
- de la partie sud canal du Nivernais (CN), à cheval entre les bassins Seine et Loire (35 écluses), 67km, dont une partie est gérée par le Conseil départemental de la Nièvre sur 51km (dans le cadre d'une concession) et par VNF sur une longueur de 16km ;
- de la partie sud du canal de Briare, à cheval sur les bassins de la Seine et de la Loire, sur 16km ; (26 écluses).

Ces différents canaux ont prélevé, pour les années 2018 à 2021, un volume total annuel moyen²⁴⁵ d'environ 144 Mm³ (dont environ 120 Mm³ sur la période de mai à novembre). Sur ce volume, 80 Mm³ (dont un peu plus de 30 Mm³ de juin à octobre) ont été prélevés à Roanne pour alimenter le canal de Roanne à Digoin puis la branche Sud du canal latéral à la Loire, et un peu plus de 50 Mm³ prélevés dans l'Allier à Cuffy, via la rigole des Lorrains pour alimenter la branche nord du canal latéral à la Loire (dont 20 Mm³ de juin à octobre en 2019 et 2020 (30,4 en 2018)).

En cas d'été particulièrement sec, la navigation peut être interdite ou réduite. Ce fut notamment le cas en 2019 et 2022.

Cinq pistes sont possibles pour diminuer la consommation d'eau :

1°) réduire les fuites sur certains biefs de canaux :

Les pertes en eau d'un canal sont de 3 types :

- par « infiltration » de façon diffuse le long de l'itinéraire et qui tendent à augmenter si des travaux de défenses de berges ne sont pas réalisés de façon régulière (gestion patrimoniale)
- localisées, bien identifiées et suivies
- par évaporation (pertes sèches).

Les pertes par infiltration sont liées à la nature des terrains traversés ainsi qu'à leur mode de réalisation (18-19ème siècles). La mise au gabarit dit « Freycinet » des canaux à compter des années 1890 a été réalisée par réhaussement des berges et élargissements : la majorité des fuites constatées actuellement sont liées aux parties supérieures du canal, par une insuffisance d'étanchéité entre les parties inférieures et supérieures des berges. Par ailleurs, le vieillissement de l'infrastructure aggrave la perte d'étanchéité au niveau des berges et du plafond.

Ces pertes par infiltration le long des biefs sont estimées à près de 11 Mm³ par an pour les canaux de Roanne à Digoin et latéral à la Loire. Cette estimation résulte de l'extrapolation de mesures de

²⁴⁵ Les données présentées ci-dessus résultent des mesures de prélèvements effectuées sur les sites concernés (Roanne, Lorrains, Briare). Il est important d'indiquer que les mesures figurant dans la banque de données publique des prélèvements sont différentes et plus élevées (259 M de m³) Ceci s'explique par le fait qu'à ce jour le paiement de la redevance prélèvement auprès des agences s'effectue sur certains sites par l'application d'un forfait (1,54 million de m³ au Km de canal) et sur la base du réel mesuré sur les sites de Roanne, des Lorrains et de Briare. Pour l'exemple ce calcul au forfait conduit à une déclaration de 98 millions de m³ pour le prélèvement effectué sur la rivière Arroux à Gueugnou qui permet d'alimenter la branche « Loire » du canal du Centre alors même que le prélèvement réel estimé représente environ 20 millions de m³. La DTCE est engagé dans une démarche visant à supprimer cette application du forfait pour une déclaration à réel de l'ensemble des prélèvements.

perdes effectuées durant la basse saison. Pour le canal du Centre et du Briare il n'existe pas de mesures à ce jour. Une étude récente réalisée par BRL ingénierie sur le canal du Centre estimait les pertes par infiltration à 25 % de la consommation totale.

Des travaux d'environ 10 M€ seraient nécessaires pour traiter les secteurs les plus sensibles sur les 80 km de la partie nord du canal latéral à la Loire où sont constatées des pertes diffuses. Pour le canal de Roanne à Digoin, ces travaux nécessitent un investissement de 500 k€ par an sur 10 ans. Ces travaux portent également sur les ponts canaux, dont le coût de régénération est estimé à 1,5 M€.

Sur le canal de Briare enfin, les fuites intéressant le versant Loire touchent principalement le bief de partage pour lequel des travaux sont estimés à environ 1 M€. Enfin, Les pertes sur le canal du Centre sont principalement diffuses sur les biefs en remblai et ouvrages de gestion hydraulique. Le montant des travaux peut être estimés 2 M€.

Les pertes localisées le canal de Roanne à Digoin, déterminant pour l'alimentation en eau de la partie sud du canal Latéral à Loire, présente des biefs très fuyards, notamment le bief d'Artaix d'une longueur d'environ 20 km (environ 0,8m³/s soit environ 17 Mm³/an). Une étude a été confiée à *ISL Ingénierie* pour déterminer un programme d'actions visant à améliorer le rendement hydraulique du canal de Roanne à Digoin. Le coût de régénération de ce bief est aujourd'hui estimé à 6 M€. Sur le canal latéral à la Loire, le bief du Guétin présente des pertes importantes (pertes de près de 200 l/s, soit 12 Mm³/an) dans un environnement karstique complexe. Les travaux de traitement du cuvelage y sont estimés à 5,5 M€ Sur les autres biefs du canal de Roanne à Digoin, un programme de régénération de 500 k€ par an sur 10 ans est envisagé. Il porte également sur les ponts canaux, dont le coût de régénération est estimé à 1,5 M€.

Tableau 8 : Canaux VNF – estimation des fuites et du coût des travaux nécessaires

Itinéraire	Fuites linéaire	Fuites importantes	Coût travaux linéaire (en M€)	Coût travaux fuites importantes (M€)
Roanne à Digoin	11 M de m ³	17 M de m ³	6,5	6
Latéral à la Loire		12 M de m ³	10	5,5
Briare	A estimer		1	
Centre	A estimer		2	

Source : VNF

Signalons, toutefois que les volumes générés par les fuites représentent des pertes pour les barrages à l'amont qui doivent les compenser, mais ne sont pas totalement perdus pour les milieux. Une étude plus précise de type « bilan environnemental hydrologique » serait nécessaire pour valider un apport potentiel des nappes d'accompagnement par les fuites des infrastructures des canaux (exemple de la synergie entre le canal de Bourgogne et la vallée de l'Ouche, où les fuites du canal ont un rôle potentiel dans la limitation de la tension hydrique du bassin versant).

Les pertes par évaporation sont estimées dans la littérature à 2 % de la consommation totale (donnée reprise dans l'étude BRL sur le canal du Centre de 2019).

2°) Retrouver les capacités de rétention des barrages d'alimentation :

L'alimentation du canal du Briare est composée de plusieurs barrages-réservoirs dont les plus importants sont le Bourdon (situé sur le bassin Seine mais qui alimente le bief de partage, donc en partie le versant Loire) et Grand Rue sur le bassin Loire (bassin de la Trézée). Le volume théorique total du système est de 17 millions de m³.

Au cours des dernières années, l'impossibilité d'exploiter le barrage de Grand Rue, dont la cote de retenue normale a été abaissée pour des raisons de sécurité a eu pour conséquence la sur-sollicitation de l'usine élévatoire et du barrage du Bourdon. Dans le cas le plus défavorable, le prélèvement sur la Loire à Briare a pu atteindre un maximum de 8,9 Mm³/an. Les simulations réalisées dans le cadre des études de mise en conformité des ouvrages montrent qu'un remplissage optimal des ouvrages de Grand Rue et Bourdon permettrait quasiment de ne plus avoir recours à l'usage de l'usine élévatoire (réduction de la consommation d'une part, et amélioration du soutien d'étiage de la Trézée, donc de la Loire d'autre part).

Les travaux de remise en état de la retenue de Grand Rue sont aujourd'hui estimés à 8 M€ et ceux du barrage du Bourdon (sur le versant Seine mais important pour l'alimentation du Briare) à 13, 5 M€. S'y ajoutent des travaux sur les rigoles d'alimentation de Saint Privé et des pompes pour 5 M€. L'ensemble de ces travaux permettrait de réduire le prélèvement en Loire à Briare à 300 000 m³ par an à comparer aux 4 Mm³ en moyenne actuelle. Cette reconstitution des capacités de stockage permettrait d'utiliser principalement l'usine élévatoire au printemps et de n'utiliser à partir de juin/juillet que les barrages réservoirs évitant de pomper dans la Loire à Briare.

3°) La réduction des consommations agricoles :

En 2020, des interdictions de prélèvement agricoles ont été décidées au cours de la période estivale afin de maintenir autant que possible la navigation. Mais réduire les prélèvements agricoles effectués à partir des installations fluviales semble aujourd'hui d'autant plus difficile que les événements de stress hydriques et donc les tensions avec la profession agricole se multiplient. Un travail conjoint avec les services de l'Etat, les usagers est ainsi nécessaire.

4°) La modernisation de la gestion hydraulique :

En l'état actuel, l'alimentation en eau est effectuée par des interventions manuelles opérées par les agents de VNF depuis chaque ouvrage de prise d'eau. Cette gestion manuelle, difficile et pénible pour les agents qui en ont la charge, conduit à maintenir un niveau d'eau supérieur au niveau légal pour les biefs (notamment les plus fuyards) afin d'éviter les problèmes d'abaissement du mouillage aux conséquences fâcheuses pour la navigation. Le projet de modernisation engagé par VNF et pour les 10 prochaines années devrait permettre d'instrumenter le réseau et d'automatiser ou de téléopérer l'ensemble des ouvrages au profit d'une consommation optimale de la ressource en eau.

Le canal du Loing a été modernisé en 2015. Dans ce cadre, les niveaux d'eau des biefs sont ajustés de façon automatique, le fonctionnement des ouvrages hydrauliques étant asservi au respect des cotes d'exploitation. Le bilan des consommations ante et post modernisation fait apparaître sur ce canal des gains de consommation de 15 à 20 %.

5°) L'abaissement des cotes d'exploitation :

L'abaissement devrait permettre de réduire les pertes en biefs, en partie haute des digues compte tenu de leur état structurel. Cet abaissement peut être envisagé :

- Soit par un abaissement du plafond des biefs en conservant le mouillage actuel. Ceci nécessite la réalisation d'opérations de dragage permettant de récupérer des capacités de stockage réduite au fil des années par les différents phénomènes d'apports sédimentaires. Dans ce cas, les modalités d'exploitation de la navigation sont conservées, mais impliquent un investissement conséquent en coût de dragage (enjeu des filières de destination des sédiments en externe), estimé à environ 1M€/an²⁴⁶ ;

²⁴⁶ Pour un linéaire cumulé d'environ 50km, hors de zones de dragages récurrents (croisement canal/rivière)

- Soit par un abaissement des biefs par réduction du mouillage qui engendre une dégradation des conditions de navigation et donc de l'offre de service, avec comme conséquence des enjeux socio-économiques connexes (ex : impossibilité de maintenir le trafic péniches-hôtels avec une cale identique).

Selon les premiers essais réalisés sur des biefs du canal latéral à la Loire, les gains en consommation pourraient représenter 15 % (chiffre qui sera à confirmer par de prochains essais), ce qui est effectivement important et pourrait conduire à diminuer les prélèvements de l'ordre de 20 millions de m³ (pour une profondeur d'eau à 1,60m sur le périmètre des canaux concernés par le bassin versant Loire contre une hauteur de 2,20 m actuellement).

L'application de cette mesure nécessite des aménagements d'ouvrages dont les impacts financiers restent à chiffrer : réduction du débit des vannes d'alimentation, restructurations des ouvrages pour assurer les sorties d'eau liées aux débits réservés ou l'abaissement des seuils fixes (déversoirs) sur le réseau.

Elle présente des impacts dont le rétrécissement de la largeur de la voie d'eau limitant le croisement et le stationnement des usagers dans les biefs, une potentielle augmentation de la température de l'eau augmentant la prolifération des plantes aquatiques et néfaste pour la faune aquatique

Au total, les économies globales en volume d'eau seraient environ de 60 Mm³ (70 % du volume) pour un montant approximatif 110M€.

Tableau 9 : Canaux VNF – récapitulatif du coût des travaux et des économies d'eau associées

	volume (Mm3)	Coûts (M€)	observations
<i>Réduction des fuites</i>	40	31	Montants CRD et CLL
<i>Capacités de rétention</i>	7	27	barrages réservoirs et système alimentaire
<i>Modernisation Gestion hydraulique</i>	20	42	modernisation GH ouvrages et système alimentaire
<i>Abaissement côte d'exploitation</i>	20	10	(hors montant adaptation organes GH)
Total	87	110	

Source : VNF

Annexe 15 L'alimentation en eau potable sur le bassin Loire-Bretagne

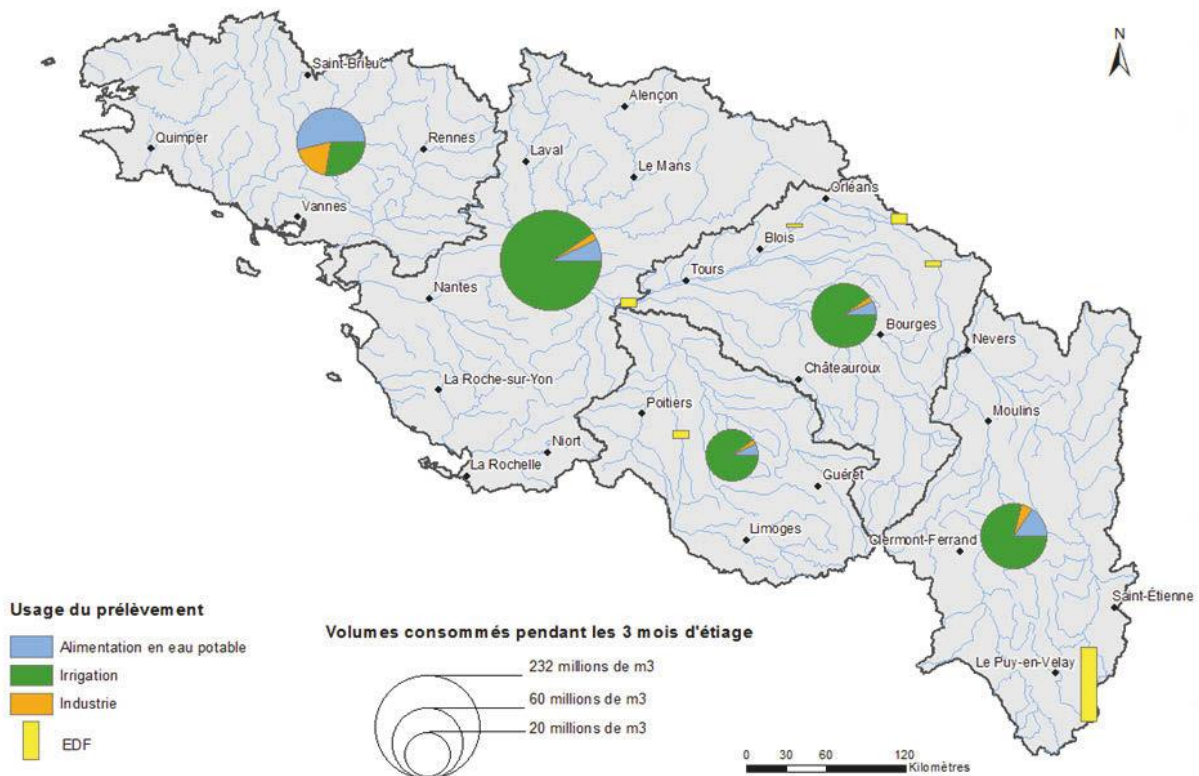
L'AEP est un usage prioritaire aux consommations globalement stabilisées dans le bassin

Évolution des consommations en eau potable

L'alimentation en eau potable représente près de 22 % des prélèvements bruts du bassin en 2013, soit 959 Millions de m³ par an. Malgré l'augmentation de 7 % de la population entre 2007 et 2013, l'état des lieux 2019 du SDAGE indique une légère baisse des prélèvements. Cela peut s'expliquer par les économies d'eau réalisées par les consommateurs, notamment du fait de l'augmentation constante du prix de l'eau sur la même période²⁴⁷.

Si l'on tient compte du fait que 80 % de l'eau urbaine prélevée est rejetée dans le milieu, la consommation nette n'est alors que de 192 Millions de m³ (soit 10 % des volumes annuels consommés) dont 48 Millions de m³ pendant les mois d'été (soit 6 % des volumes de cette période). Les volumes consommés en été pour l'AEP ne sont majoritaires qu'en Bretagne. Dans les grandes régions céréalières, la part de l'alimentation en eau potable est très faible voire peu significative en été.

Volumes consommés à l'été en 2013 par usages et territoires

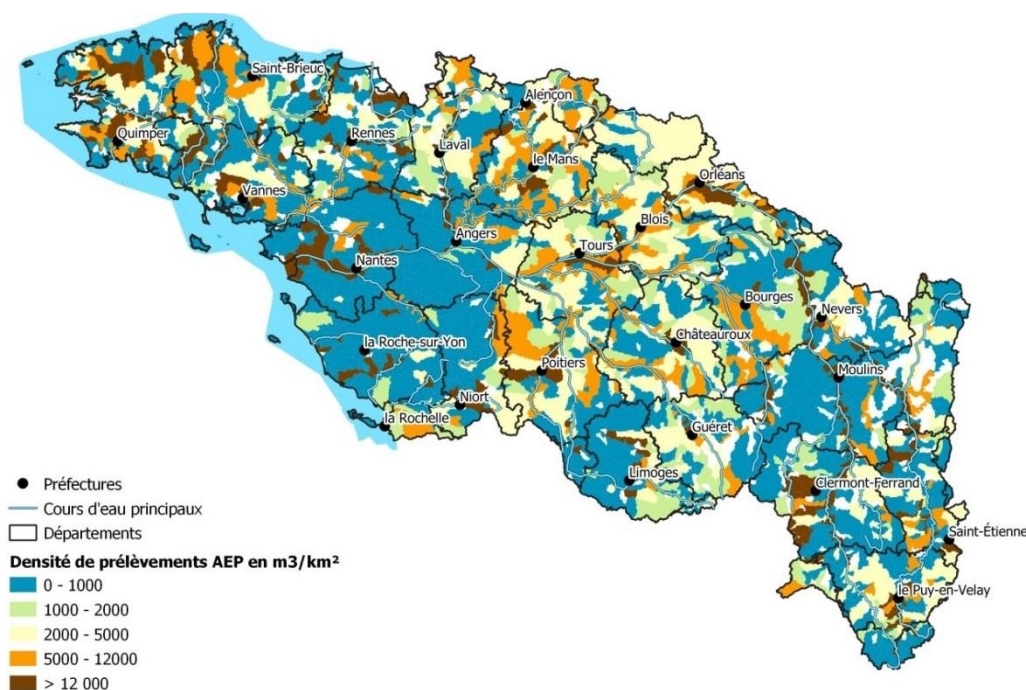


Source : Etat des lieux SDAGE, 2019

Comme le montre la figure suivante, les grandes agglomérations du bassin génèrent les plus fortes densités de prélèvements liées à l'eau potable, notamment le long des grands axes fluviaux.

²⁴⁷ Le prix moyen de l'eau pour un foyer du bassin consommant 120 m³/an s'élève à 4,21 €/m³ en 2015, ce qui représente une augmentation de 2,2 % par an depuis 2010 (source : État des lieux du SDAGE 2019)

Figure 70 : AEP – densité de prélèvements par bassin versant de masse d'eau en 2019



Source AELB

Évolution passée et à venir de la population et des consommations

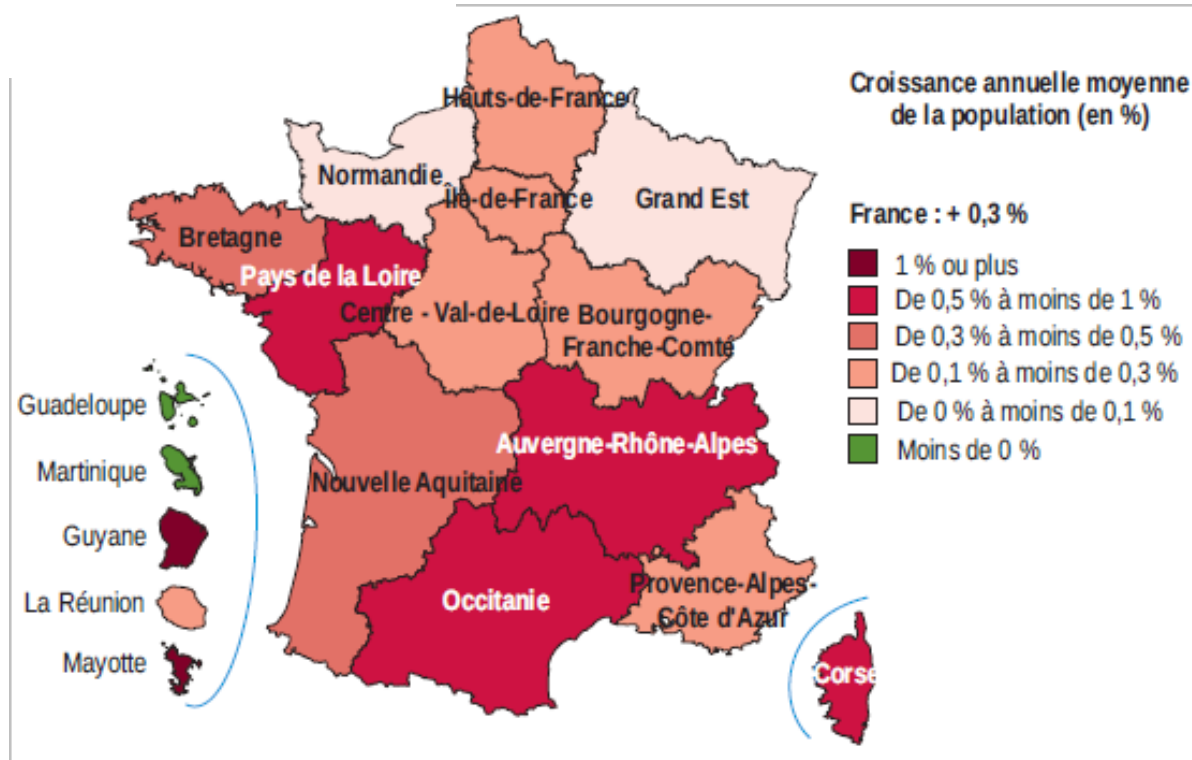
La population de Loire-Bretagne a augmenté globalement de 7 % entre 2006 et 2015. Cette évolution conditionne a priori celle de la consommation d'eau potable, cependant sans proportionnalité stricte du fait des économies d'eau qui peuvent être réalisées par les ménages et les industries consommatrices. Au final, les prélèvements liés à l'eau potable sont en légère baisse à l'échelle du bassin sur cette période.

Le bassin est en effet caractérisé par la juxtaposition de zones très peuplées et en croissance avec des zones moins peuplées et en décroissance. On assiste depuis plusieurs années à un déplacement de la population principalement vers l'ouest du bassin : sur la période 2006-2015, les taux de croissance démographiques y sont supérieurs à la moyenne du bassin. Ainsi, la commission territoriale Loire aval et côtiers vendéens est marquée par une croissance démographique de plus de 15 % sur cette même période contre 7 % en moyenne. À l'opposé, le centre et l'est du bassin sont globalement marqués par une diminution de la population.

Les projections démographiques de l'INSEE à l'horizon 2050 font état d'une augmentation de la population dans tous les départements du bassin, particulièrement en Pays de la Loire, Bretagne et Auvergne-Rhône-Alpes (0,5 % par an)²⁴⁸.

²⁴⁸ INSEE, 2017, « D'ici 2050, la population augmenterait dans toute les régions de métropole », INSEE Première n°1652- juin 2017, 4 p.

Figure 71 : Croissance annuelle moyenne de la population entre 2013 et 2050



Source : INSEE

Malgré ces perspectives d'évolution démographique, on peut estimer que les tendances observées ces dernières années vont globalement se maintenir d'ici 2050, à savoir une relative baisse des consommations individuelles d'eau potable compensant l'augmentation de la population. Néanmoins la Bretagne, une partie du marais Poitevin, la Beauce, et l'amont du bassin le long des axes Loire et Allier, ont des tendances à la hausse des consommations. La population de Nantes Métropole a augmenté de 1,4 % par an depuis 2013 et les projections font état d'une progression de 100 000 habitants d'ici 2030 ce qui va entraîner inévitablement une augmentation significative des consommations dans ce cas précis.

Organisation de l'alimentation en eau potable dans le bassin

Le bassin Loire-Bretagne compte 2 100 services d'eau potable et 4 500 services d'assainissement collectif, desservant une population d'environ 13 millions d'habitants. La distribution de l'eau potable et la récupération des eaux usées se fait par des réseaux enterrés représentant près de 366 000 km de canalisations.

On compte près de 6000 points de captage, 95 % étant alimentés par de l'eau souterraine et 5 % par de l'eau superficielle. Les prises d'eau superficielle assurent cependant 44 % des débits notamment pour les grandes agglomérations²⁴⁹.

Les prises d'eau superficielle se situent majoritairement dans l'ouest du bassin Loire-Bretagne, là où les ressources en eau souterraine sont plus limitées et où la population est la plus dense. En Bretagne, l'alimentation en eau potable est assurée à 25 % seulement par les eaux souterraines, les 75 % restants étant issus des eaux superficielles (cours d'eau et retenues). Les parties centrale et amont du bassin sont par contre majoritairement desservies par de l'eau souterraine. Les

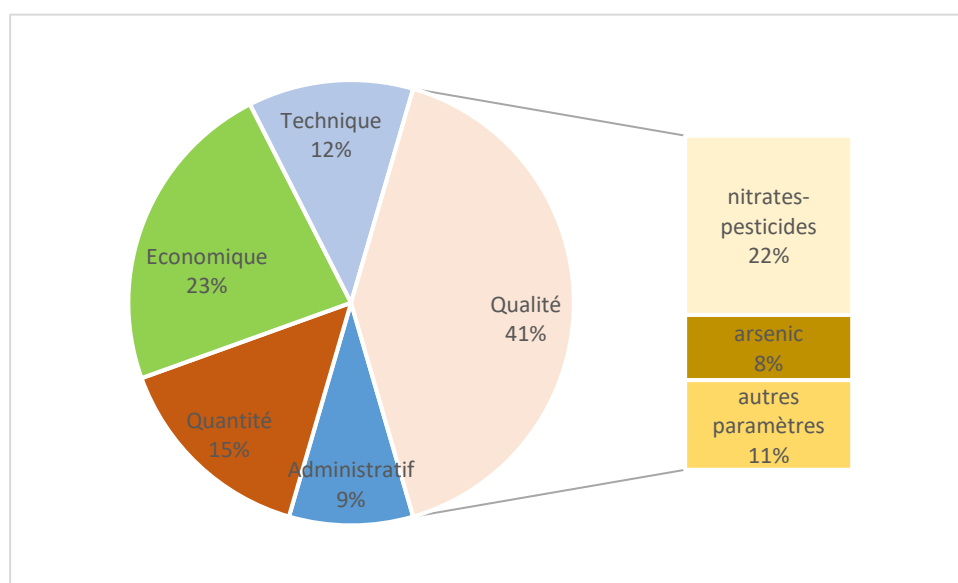
²⁴⁹ Saint-Etienne, Roanne, Limoges et l'essentiel des agglomérations en Bretagne sont alimentés par des retenues. Nantes, Bourges, Montluçon, Vierzon sont alimentés par des prélèvements dans les cours d'eau ou en nappe d'accompagnement.

ressources de faible débit sont multiples à l'amont du bassin. Au contraire, les forages au débit plus conséquent sont observés sur la partie centrale du bassin, en raison des différences de contexte géologique.

Des abandons de captages liés à la qualité de l'eau

Entre 2000 et 2013, près de 970 captages AEP ont été abandonnés, soit une moyenne de 2 captages par an et par département²⁵⁰. Ces captages représentent 6 % du volume total de la production en eau potable du bassin. Les problèmes de qualité sont la première cause d'abandon mais seuls 22 % des captages le sont pour pollution diffuse (nitrates, pesticides). L'arsenic, d'origine naturelle, qui présente un véritable risque sanitaire pour les populations, est responsable de 8 % des abandons, notamment en Auvergne.

Figure 72 : AEP – répartition des causes d'abandon des 970 captages entre 2000 et 2013



Source : ARS de bassin Centre-Val de Loire

Des difficultés d'approvisionnement sont rencontrées en étiage

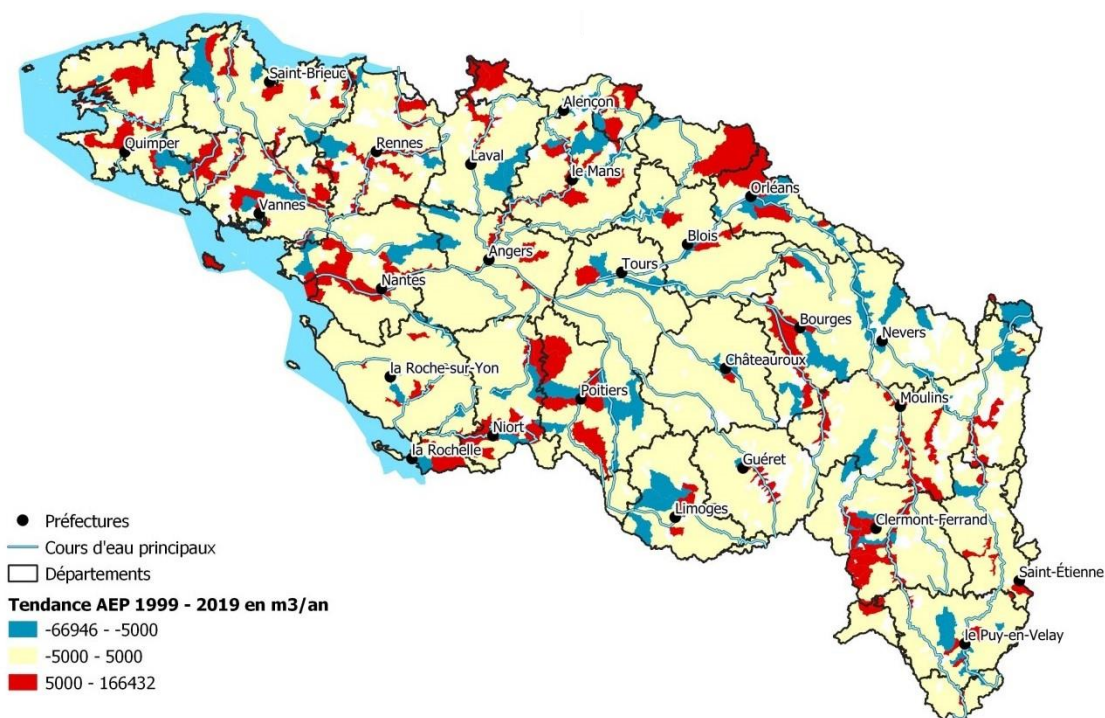
A l'étiage, certaines zones sont de plus en plus en tension, notamment les communes touristiques dont la population augmente fortement en été. En effet, en période estivale, les augmentations de population sont particulièrement importantes sur certaines villes touristiques du littoral, induisant des journées de pics de consommation d'eau potable sensiblement dans les mêmes proportions. A titre d'exemple extrême, en hiver, Damgan en Sud Morbihan affiche une population de 1.700 habitants. Au plus haut de l'été, elle peut atteindre 25 à 30.000 habitants avec seize campings et près de 3000 résidences secondaires.

Quoique ces situations soient anticipées et bien gérées par les services des eaux (retenues collectives, interconnexions des réseaux), on atteint les limites de soutenabilité en année sèche comme en 2022. En Bretagne, de manière générale, de grandes retenues multiusage ont été réalisées au siècle dernier, avec priorité pour l'alimentation en eau potable (barrages de Guerlédan, de Saint-Michel, de la Rance). Conjuguée à une bonne interconnexion des réseaux, la situation y est ainsi globalement maîtrisée à l'heure actuelle. Cependant, les évolutions démographiques et l'impact du changement climatique conduisent à prévoir des tensions d'ici 2030 à l'exception du

²⁵⁰ ARS-Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2013- Plaquette « Captages d'alimentation en eau potable dans le bassin Loire-Bretagne », 19 p.

Finistère²⁵¹. En Côte d'Armor, on constate une augmentation des consommations de 10 % par an ces dernières années, le besoin supplémentaire d'ici 2030 est estimé à 6,5 Mm³ en Ille-et-Vilaine et à 4,2 Mm³ dans le Morbihan.

Figure 73 : AEP – évolution 1999-2019 des prélèvements à l'étiage par bassin versant de masse d'eau



Source : AELB

Tensions entre alimentation en eau potable des populations et abreuvement du bétail

Dans certaines zones d'élevage, une tension apparaît entre approvisionnement pour les besoins des populations et abreuvement du bétail qui est en partie réalisé par prélèvements sur le réseau d'eau potable, surtout en été²⁵². L'état des lieux 2019 du SDAGE Loire-Bretagne pose pour l'ensemble du bassin, un ratio de 60 % de prélèvements sur le milieu et 40 % sur le réseau public. Il s'agit cependant d'un ratio annuel, il est probable qu'en période estivale la sollicitation du réseau pour l'abreuvement soit encore plus importante.

Des coupures d'approvisionnement certaines années

Les difficultés d'approvisionnement en été peuvent conduire à des coupures d'eau sur le réseau public. Ainsi à l'étiage 2020, 1,5 % des habitants des axes Loire et Allier ont connu des interruptions de desserte en eau potable sans solutions rapides de substitutions. Au cours de l'été 2019, des agglomérations du bassin avaient déjà été soumises à des restrictions. Il a fallu recourir à des captages abandonnés pour des questions de qualité ce qui a entraîné une dégradation de la qualité de l'eau brute arrivant dans les usines de traitement. Les interconnexions n'apportent une solution que si la commune de secours n'est pas confrontée à la même difficulté. Certaines communes rurales ont dû être approvisionnées par camions citernes. Au final, il n'y a pas eu de coupures du service de l'eau mais la fragilité de l'alimentation en eau potable a été mise en évidence

²⁵¹ Cf Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne, 2021- Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau en Bretagne, 216 p.

²⁵² Quand la température dépasse 25 °C, une vache laitière consomme autant d'eau qu'un habitant (tous usages confondus) et les territoires ruraux en amont de bassins comptent souvent plus de vaches que d'habitants.

particulièrement sur le bassin du Cher (Montluçon, Vierzon), de la Creuse (Guéret), le sud du département de l'Indre, en Maine et Loire, en Eure et Loire. Du fait de la remontée du bouchon vaseux à l'estuaire de la Loire jusqu'au niveau de la station de traitement d'eau potable, l'approvisionnement en eau de l'agglomération de Nantes a été mise en alerte. Une inquiétude similaire liée à la remontée d'un bouchon vaseux existe sur le fleuve Charente pour l'usine de Coulonge-sur-Charente qui alimente la ville de La Rochelle.

Le cas particulier de la métropole de Saint-Etienne qui dispose de ressources en eau potable dont une partie pourrait être redistribuée

L'agglomération de Saint-Etienne (120 000 habitants) dispose d'une grande sécurisation par les retenues du Pas de Riot (sur le Furan) et le complexe de Lavalette / La Chapelette (sur le Lignon du Velay), dont les capacités de stockage cumulées excèdent 43 Mm³. Elle a accès par convention avec EDF qui exploite ces retenues sur le plan hydroélectrique à un minimum de 24 Mm³ d'eau annuel pour un volume d'eau traitée distribuée de 18 Mm³ maximum par an. Il y aurait ainsi une marge de l'ordre de 6 Mm³ par an mobilisable pour d'autres usages notamment pour des interconnexions de secours au bénéfice d'autres collectivités.

Cette situation d'excédent de ressources par rapport aux besoins en eau potable constitue cependant une exception dans le décor.

Les actions à engager pour la maîtrise de l'eau potable

Réviser les schémas directeurs et les périmètres de protection avec le soutien de l'Agence de l'Eau

Si les communes sont compétentes en matière de distribution d'eau potable²⁵³, le pilotage stratégique de l'AEP est assuré par les schémas départementaux d'alimentation en eau potable (SDAEP) qui sont une compétence du préfet. Ces SDAEP sont à réviser en fonction de l'évolution des situations en tenant compte du changement climatique. Les Agences Régionales de Santé (ARS) sont en charge des autorisations de prélèvements, du suivi de la qualité des eaux distribuées et, dans une moindre mesure, de celle des eaux brutes.

Les captages bénéficient désormais en grande partie d'un périmètre de protection défini sur la base d'une étude hydrogéologique qui mentionne également les débits prélevables. Mais ces débits ont été établis avec les données anciennes sans projection sur les évolutions futures de niveaux des nappes et des débits des cours d'eau, en lien avec le changement climatique²⁵⁴. Aussi, afin de sécuriser la ressource, les ARS invitent les distributeurs d'eau à anticiper des plans de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE) qui seront rendus obligatoires à partir de juillet 2027²⁵⁵. Le changement climatique est bien entendu à intégrer dans l'approche globale de ces plans qui pourront utilement s'appuyer sur des études HMUC.

Les objectifs du SDAGE pour l'eau destinée à la consommation humaine prévoient :

- En priorité lutter contre les pertes d'eau prélevée, traitée et acheminée par des réseaux vieillissants, souvent mal connus et insuffisamment entretenus ;

²⁵³ Article L2224-7-1 du Code général des collectivités territoriales

²⁵⁴ Certaines études hydrogéologiques datent des années 1980-1990 et n'ont pas été actualisées malgré les évolutions constatées.

²⁵⁵ La directive 2020/2184 relative à la qualité des eaux de consommation humaine, rend obligatoire la mise en place des PGSSE au travers des articles 7 à 10, tout en laissant une certaine latitude aux États membres. On pourra consulter le guide « Initier, mettre en place, faire vivre un PGSSE » publié en 2021 par l'Association Scientifique et Technique de l'Eau et de l'Environnement (ASTEE), consultable en ligne https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide_pgsse-2.pdf

- Encourager les actions d'économie d'eau ;
- Mobiliser les ressources de façon raisonnée et équilibrée pour satisfaire de nouveaux besoins ;
- Achever la mise en place des périmètres de protection de captages (PPC) et accélérer la mise en œuvre des prescriptions des déclarations d'utilité publique.

Dans la mesure 6E du SDAGE, il est indiqué que la configuration géologique du bassin Loire-Bretagne permet de disposer de ressources souterraines de bonne qualité dont certaines sont naturellement protégées et donc peu ou pas affectées par les pollutions anthropiques. Il convient de conserver ce patrimoine, tant en qualité qu'en quantité, en maîtrisant la réalisation de nouveaux ouvrages de prélèvement et en dédiant préférentiellement son exploitation à l'alimentation en eau potable par adduction publique. Cette préservation du patrimoine existant est d'autant plus importante dans un contexte de changement climatique. Par ailleurs, il est nécessaire que les collectivités bénéficiant de cette ressource renforcent les actions d'économies d'eau et mènent des campagnes d'information pour que ces ressources ne soient pas gaspillées, notamment en période de sécheresse ou de pénurie.

La mesure 7A-5- Économiser l'eau dans les réseaux d'eau potable précise que, conformément à l'article L. 2224-7-1 du code général des collectivités territoriales, de manière à rationaliser leurs prélèvements et à mieux lutter contre les fuites dans les réseaux, les communes et intercommunalités en charge de la distribution de l'eau potable élaborent un schéma de distribution d'eau potable, comprenant notamment une étude patrimoniale exhaustive du réseau et des ouvrages ainsi qu'un programme d'action précisant les équipements et travaux à conduire pour détecter les fuites et garantir le renouvellement du réseau. Il est recommandé, particulièrement dans les secteurs où la ressource est déficitaire (ZRE) et là où les prélèvements sont plafonnés en période de basses eaux à leur niveau actuel, de réaliser un schéma directeur d'alimentation en eau potable plus global, visant également à sécuriser l'approvisionnement en eau, en prenant en compte, dans un contexte de changement climatique, la ressource en eau disponible, la dynamique des populations et les objectifs de bon état des eaux.

Maîtriser les fuites et développer le renouvellement des réseaux

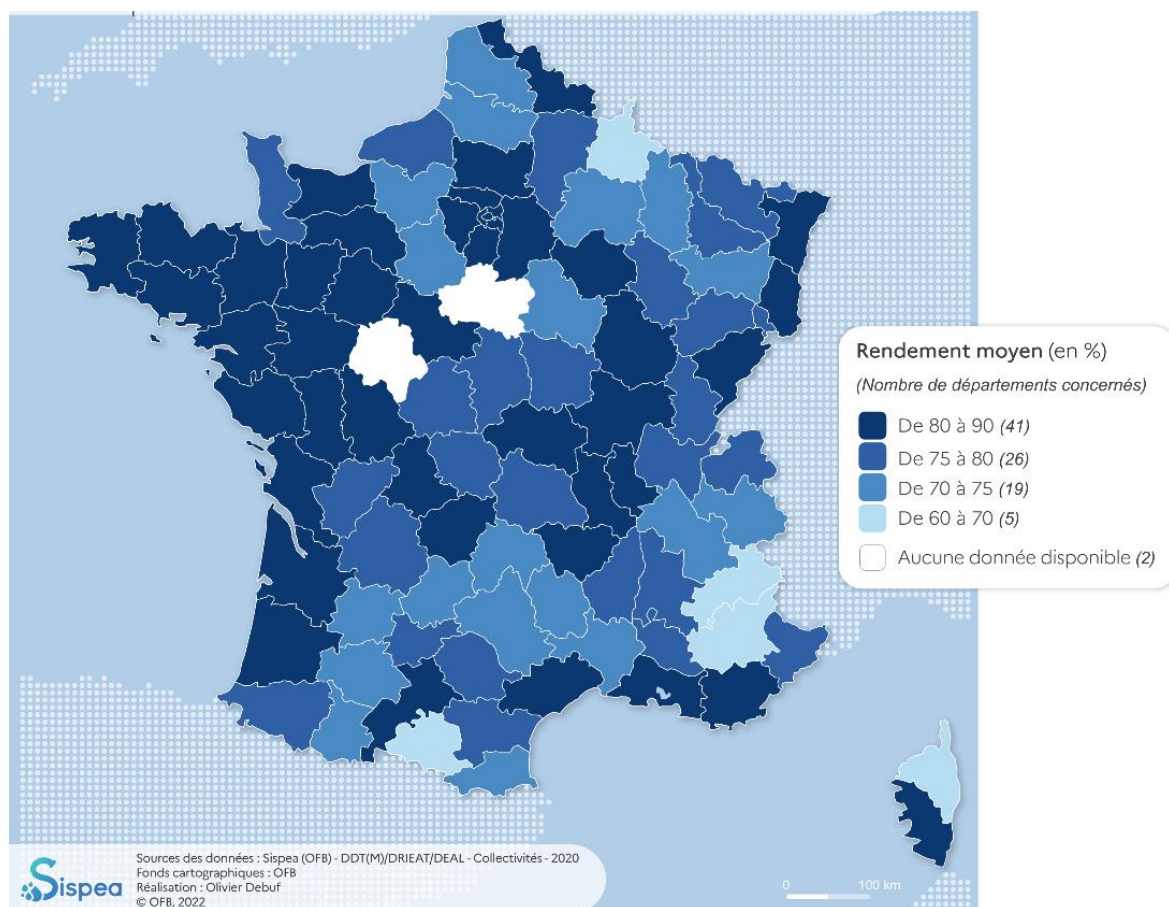
En Loire-Bretagne, les réseaux d'eau potable ont été posés majoritairement après les années 1960 et le matériau principal est le PVC²⁵⁶. Aujourd'hui, le rendement moyen de ces réseaux est estimé à 81 % ce qui signifie que 19 % de l'eau potable produite repart au milieu naturel et n'arrive pas au robinet. L'objectif du SDAGE est que le rendement primaire des réseaux d'eau potable dépasse les valeurs de 75 % en zone rurale et de 85 % en zone urbaine²⁵⁷. Dans les zones rurales où le linéaire de réseau est important pour un nombre d'abonné réduit, un rendement moindre peut être accepté sous réserve que l'indice linéaire de perte soit très faible. Si des progrès peuvent encore être accomplis, la situation des réseaux du bassin Loire-Bretagne est plutôt satisfaisante dans le cadre national comme le montre la figure suivante ²⁵⁸:

²⁵⁶ Alain Husson, A. Vacelet, Anne Emmanuelle Stricker, Eddy Renaud, Yves Le Gat, et al.. Construction d'un dispositif permanent d'évaluation du patrimoine des réseaux d'eau potable aux échelles nationale et de bassin : rapport d'avancement 2017. [Rapport de recherche] Irstea. 2017, pp.50.

²⁵⁷ Tout service ayant un rendement supérieur à 85 % est considéré comme conforme aux exigences réglementaires. En effet, l'objectif n'est pas d'atteindre un taux de zéro fuites ce qui n'est que difficilement atteint même pour des réseaux neufs et très coûteux à maintenir dans la durée.

²⁵⁸ OFB-SIPEA – Rapport de l'Observatoire des services publics d'eau et d'assainissement, panorama des services et de leur performance en 2020, juin 2022, 80 pp.

Figure 74 : AEP – rendement moyen du réseau de distribution en métropole en 2020



Source : OFB

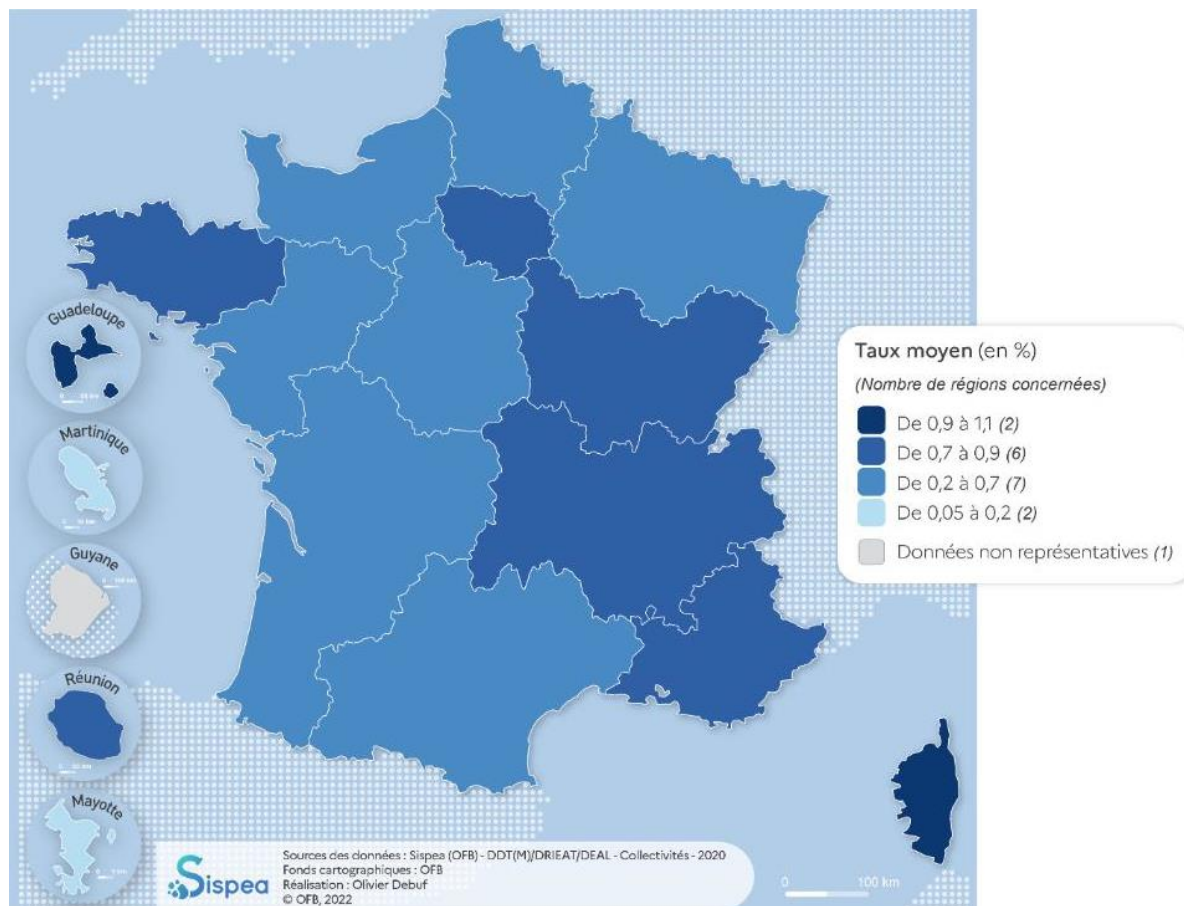
Diverses mesures sont envisageables pour maîtriser les fuites : diviser le réseau d'eau potable en plusieurs secteurs, mettre en place des équipements de comptage et de télégestion pour un meilleur suivi des volumes d'eau et la localisation plus rapide des fuites sur le réseau. La sectorisation permet d'économiser l'eau en diminuant les volumes perdus sur le réseau d'eau potable. Elle réduit ainsi les prélèvements d'eau dans les milieux aquatiques. En plus de l'intérêt environnemental, l'intérêt économique est là avec des coûts de traitement de l'eau potable et d'acheminement réduits.

L'Agence de l'Eau estime en 2019 que déjà près de 26 millions de m³ d'eau potable ont pu être économisés dans le cadre de son 10^{ème} programme d'action. L'amélioration de la connaissance patrimoniale et la pose d'équipements facilitant la lutte contre les fuites des réseaux d'alimentation en eau potable ont en effet constitué la priorité pour les actions mises en œuvre au cours du 10e programme. 76 millions d'euros ont été employés pour financer près de 102 millions d'euros d'études et de travaux. 500 études patrimoniales ont permis d'améliorer la connaissance des réseaux des collectivités, principalement rurales et à l'est du bassin Loire-Bretagne. 7 500 compteurs de sectorisation, plus de 6 500 prélocalisateurs acoustiques et 380 régulateurs de pression ont été financés dans le cadre de 1 072 opérations d'équipement optimisant la gestion patrimoniale. Un appel à projets a été lancé sur les territoires les plus sensibles du bassin, classés en zone de répartition des eaux (ZRE). 76 opérations de remplacement de conduites identifiées comme fuyardes par les collectivités ont pu ainsi être aidées. 332 kilomètres de réseaux de distribution ont été financés. Cette action s'est prolongée en 2021, dans le cadre du plan France Relance, avec une enveloppe de 38 Millions € attribuée à l'Agence de l'Eau pour un appel à projets destiné aux collectivités situées en zone de revitalisation rurale (ZRR). Il vise les travaux permettant d'assurer l'alimentation en eau potable des collectivités et le renouvellement des conduites de

distribution d'eau potable fuyardes ou relarguant du chlorure de vinyle monomère.

Concernant le renouvellement des canalisations, le taux de renouvellement des réseaux n'est pas disponible à l'échelle départementale sur le portail de l'observatoire des données sur les services publics d'eau et d'assainissement SISPEA. Sur la base des données régionales, il apparaît que ce taux est plutôt élevé en Bretagne et AURA, dans une moindre mesure en Pays de Loire et Nouvelle Aquitaine et faible en Centre-Val de Loire, comme le montre la figure suivante :

Figure 75 : AEP – taux moyen de renouvellement des réseaux par région en 2020



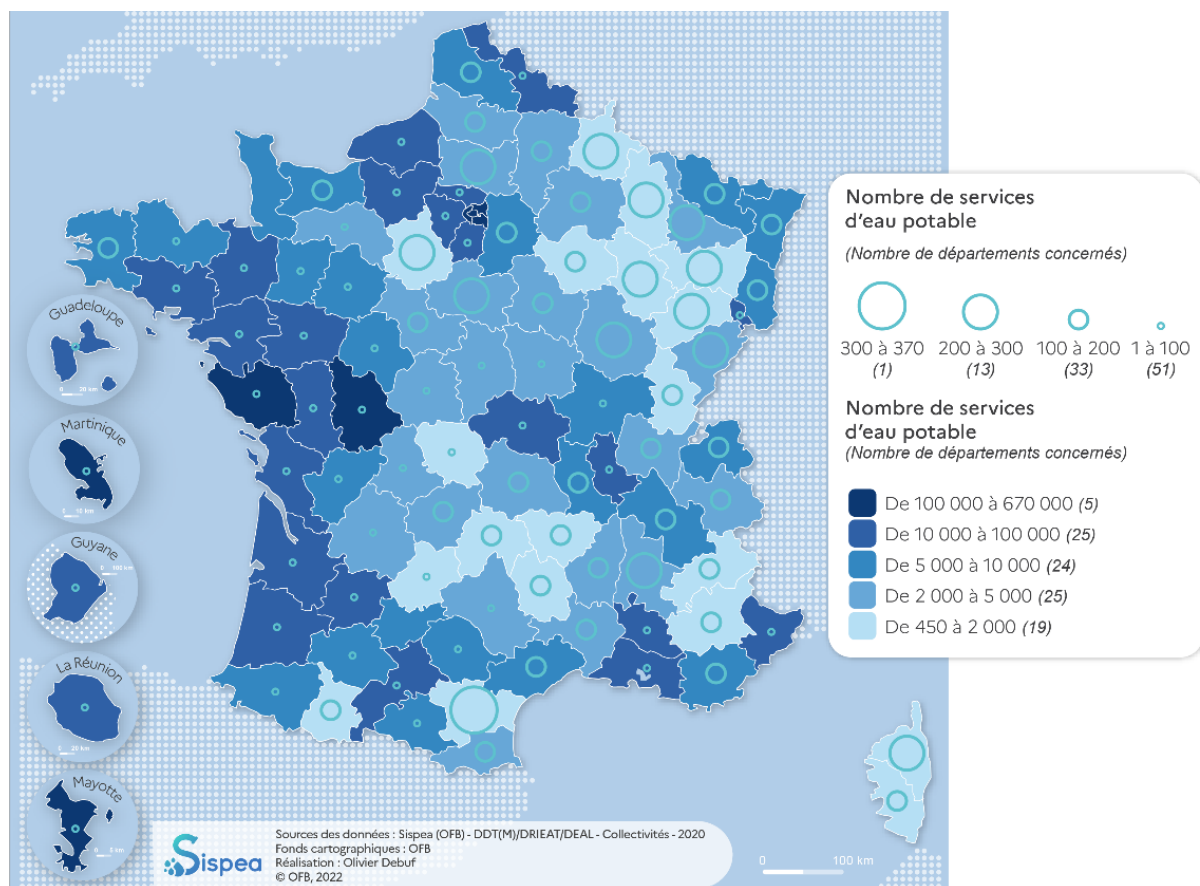
Source : OFB

Des programmes de renouvellement du réseau sont à réaliser dans les situations de canalisations les plus anciennes pour réduire les risques de fuites.

Sécuriser l'approvisionnement en développant l'intercommunalité des services d'eau et les interconnexions de réseaux

La sécurisation de l'approvisionnement en eau potable passe par le développement des intercommunalités avec transfert de la compétence communale et par la mise en place de syndicats d'eau potable. Ces regroupements permettent de dégager des moyens techniques et humains pour la gestion des infrastructures et les investissements à réaliser. Ils facilitent la mise en place d'interconnexions, là où la fragilité d'un captage peut être compensée par un autre. Comme le montre la figure suivante, la situation est contrastée sur le bassin Loire-Bretagne, certains départements ont opéré de larges regroupements des services publics d'eau potable (dans l'Ouest du bassin) alors que d'autres conservent une gestion très répartie (Limousin, Centre-Val-de-Loire, Auvergne hormis Puy-de-Dôme) moins sécurisante.

Figure 76 : AEP – les services publics en 2020



Source : OFB

Mettre en place une tarification incitative de l'eau

Les abonnés au service public de l'eau sont sensibles au prix de l'eau et tendent à limiter leur consommation pour réduire la facture. L'état des lieux 2019 du SDAGE Loire-Bretagne indique que la facture moyenne pour un foyer du bassin consommant 120 m³/an s'élève à 4,12 euros/m³ en 2015 (dont 2,02 €/m³ pour la part assainissement et 2,1 €/m³ pour l'eau potable), soit près de 494 euros par an, un peu plus de 41 euros par mois. Elle s'élevait à 3,64 euros/m³ en 2010 ce qui correspond à une augmentation de 13 % en 5 ans ce qui peut expliquer en partie la maîtrise des consommations constatée dans le bassin.

Depuis la fin des années 1990, on évoque en effet de manière récurrente la nécessité de mettre en place des tarifications incitatives comme un outil de gestion de la demande, permettant notamment de rétablir l'équilibre entre offre et demande dans les bassins déficitaires. La DCE intègre pleinement ce principe en imposant que les tarifications pratiquées soient rendues incitatives à partir de fin 2010. En France, le cadre législatif a progressivement évolué en ce sens avec les lois sur l'eau de 1992 et de 2006 qui encadrent notamment le montant de la partie fixe de la tarification (30 % allant à 40 % maximum pour les communes rurales et exemption pour les communes touristiques) et impose un montant calculé en fonction du volume réellement consommé (sauf pour les très petites communes où le tarif forfaitaire reste autorisé). Des tarifications progressives sont particulièrement incitatives à la maîtrise des consommations domestiques (le prix au m³ augmente par seuils de consommations, avec par exemple un premier

palier à 80 m d'eau consommée).²⁵⁹

La tarification incitative de l'eau a été mise en avant lors des Assises de l'eau en 2019, elle est à mettre en place à l'initiative de chaque autorité distributrice d'eau potable.

²⁵⁹ Ainsi Henri Smets, 2011, « La tarification progressive de l'eau », éditions Johannet, 170 pp., propose une tarification à trois tranches : 1) prix réduit, 2) prix normal et 3) prix renforcé. La majorité des usagers se retrouverait dans la tranche 2. La taille de la tranche 1 est choisie de manière à ce que la consommation de la majorité des abonnés individuels soit supérieure au plafond de cette tranche. De même, le plafond de la tranche 2 ne sera dépassé que par une minorité d'abonnés domestiques. Le tarif renforcé de la tranche 3 est destiné à favoriser les économies d'eau.

Annexe 16 Les solutions fondées sur la nature

Le concept des solutions fondées sur la nature est reconnu pour répondre au défi de la gestion de l'eau

Le concept de solution fondée sur la nature (SFN) a émergé, sous l'impulsion de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), lors de la conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en 2009, à Copenhague.

C'est à l'issue de la COP21 en 2015, puis en 2016, à l'occasion du Congrès mondial de la nature, que la place des SFN dans l'atteinte des objectifs de développement durable et notamment dans l'action climatique a été réellement reconnue au niveau international, à la fois dans l'Accord de Paris, mais aussi grâce à l'adoption de leur définition par l'Assemblée des Nations Unies pour l'environnement (ANUE). D'après celle-ci, une SFN doit satisfaire à deux exigences principales :

- contribuer de façon directe à un défi de société identifié, autre que celui de la conservation de la biodiversité ;
- s'appuyer sur les écosystèmes et présenter des bénéfices pour la biodiversité.

En l'occurrence, le défi sociétal qui nous concerne est la gestion de l'eau pour se prémunir des sécheresses estivales dans le cadre du changement climatique. Pour y répondre, les SFN ne s'appuient pas sur des ouvrages ou aménagements hydrauliques classiques (canalisations, barrages, forages, ...) qualifiés de solutions « grises » (comme le béton) mais sur les fonctionnalités des milieux humides.

Les SFN se déclinent en trois types d'actions, qui peuvent être mobilisées seules ou en combinaison dans les territoires :

- la préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état écologique ;
- l'amélioration de la gestion d'écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines ;
- la restauration d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes.

Ces actions rejoignent les notions d'ingénierie écologique et d'agroécologie déjà évoquées dans les pistes de renforcement de la résilience de l'agriculture (cf. 3.3.1 ci-avant), elles réservent une place essentielle à la préservation et à la conservation des processus naturels.

En France, le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC 2) et le Plan Biodiversité (2018) promeuvent l'utilisation des SFN. Le Comité français de l'UICN est impliqué dans le projet Life intégré ARTISAN, piloté par l'OFB, qui participe à la mise en œuvre de ces plans.

Les SFN trouvent de nombreuses applications dans le domaine de la gestion de l'eau, qu'il s'agisse d'en préserver la qualité ou de réduire les risques naturels inhérents (inondations, crues ou encore sécheresse) et apportent de nombreux co-bénéfices (tourisme, paysage, bien-être, activités économiques durables...) sans compter la conservation de la biodiversité qui est leur objectif premier²⁶⁰. Elles sont souvent présentées comme une alternative économiquement viable et durable, moins coûteuse à long terme que des investissements technologiques ou la construction et l'entretien d'infrastructures grises. Des SFN jouant sur l'occupation du sol (haies, désimperméabilisation de zones urbaines, revégétalisation...), vont favoriser la retenue de l'eau

²⁶⁰ Voir fiche pratique France Nature Environnement « Que peut faire ma commune pour assurer la qualité de l'eau », novembre 2020, 2 pp., téléchargeable sur www.fne.asso.fr/publications/assurer-la-qualite-de-leau-que-peut-faire-ma-commune

de pluie, l'humidité dans le sol, l'infiltration dans le sous-sol et donc la recharge des aquifères, contribuant ainsi au débit des cours d'eau et à la pérennité des écosystèmes aquatiques associés (faune et flore), en période d'été.

L'action 11 des Assises de l'Eau en 2019 fait aussi explicitement référence au renforcement de l'utilisation des SFN pour préserver les rivières et milieux humides, avec un pôle d'animation placé sous l'égide de l'OFB. Les travaux du Varenne sur l'eau et l'adaptation au changement climatique évoquent également les SFN comme facteurs de résilience de l'agriculture face au changement climatique²⁶¹.

Enfin, les programmes d'intervention des agences de l'eau soutiennent les mesures d'adaptation dont celles fondées sur la nature pour la restauration des milieux aquatiques ou la gestion des eaux pluviales (mesures 1A²⁶² et 1D du SDAGE Loire-Bretagne).

L'EPL, propriétaire de 650 ha dans la Nièvre sur le site du Veudre, envisage un projet de développement intégré multiusage qui s'inscrit dans cette logique. L'objectif poursuivi est d'optimiser l'expansion des crues et de développer une capacité de stockage naturel de l'eau pour la restituer en période de sécheresse, favoriser la biodiversité et préserver l'environnement du site, tout en valorisant et agissant de manière résiliente sur l'habitat et le patrimoine culturel. Une étude d'opportunité et de faisabilité du projet est inscrite au budget 2022 de l'EPL.

Le moyen de favoriser l'infiltration par le biais des SFN peut s'inscrire dans le domaine de la gestion de la recharge des aquifères. Ce sujet a été traité dès la fin des années 1970 avec la mise en œuvre de recharges artificielles dans un but d'optimiser la production d'eau pour l'alimentation en eau potable, du point de vue économique et énergétique. On s'éloigne néanmoins alors des SFN pour se rapprocher des solutions « grises », plus technologiques.

Les zones humides présentent de nombreux avantages pour la gestion de l'eau

Les zones humides étant des milieux fragiles, les activités humaines doivent y être maîtrisées voire interdites : constructions, remblaiement, drainage... Afin de les protéger de l'artificialisation, les zones humides doivent être classées zones « N » (zone naturelle ou forestière) ou « A » (zone agricole) dans le PLU. Un élevage extensif est souvent compatible avec les zones humides, en particulier les prairies inondables. Les agriculteurs peuvent bénéficier d'aides à travers les Mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC) de la PAC.

Les SFN sont aussi adaptées à la gestion des eaux pluviales en ville

Pour la gestion des eaux pluviales en ville, les SFN se développent en remplacement partiel des techniques « classiques » cherchant à maîtriser totalement le cycle de l'eau par des infrastructures grises comme les canalisations, les cuves enterrées, les réservoirs et le génie civil. Ces solutions alternatives fondées sur la nature, favorisent l'infiltration et l'épuration des eaux à la parcelle et la multifonctionnalité des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Les aménagements végétalisés peuvent prendre plusieurs formes en ville, comme des noues, des jardins de pluie, des mares, ou des espaces verts qui font office de zone de récupération d'eau. Ce « 100 % infiltration à la parcelle » est déjà à l'œuvre dans plusieurs collectivités comme par exemple à Nantes, avec l'éco-quartier de la Bottière-Chênaie qui est totalement perméable à la pluie. Multiplier la nature en quantité et en qualité dans les espaces urbains permet non seulement de mieux gérer le ruissellement mais

²⁶¹ Rapport de la thématique 2 du Varenne sur l'eau et l'adaptation au changement climatique, partie 2.4.2 « Agriculture de résilience, exemples, perspectives, enseignement »

²⁶² « La préservation et la restauration d'éléments tels que le bocage, les haies, les bosquets, la ripisylve, les zones enherbées, les mares, les zones humides, le sol, les têtes de bassin versant, les talus, les prairies, les couverts végétaux hivernaux, les espaces boisés constituent des leviers transversaux d'une gestion intégrée de la ressource en eau, permettant d'agir sur la qualité des eaux, la disponibilité de la ressource en eau et les fonctionnalités des milieux aquatiques. »

aussi d'être utile lors des périodes de canicule pour faire de l'ombre et rafraîchir l'atmosphère²⁶³.

La mesure 3D1 du SDAGE Loire-Bretagne « Prévenir et réduire le ruissellement et la pollution des eaux pluviales » fait appel aux techniques alternatives au « tout tuyau » (espaces verts infiltrants, noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées stockantes, puits et tranchées d'infiltration...) en privilégiant les SFN.

Les SFN pâtissent du manque d'évaluation quantitative de leurs impacts sur la recharge des nappes ou l'alimentation des cours d'eau

Marie Pettenati et Nathalie Dörfliger (BRGM), indiquent dans leur article « Des Solutions d'infiltration et de recharge des aquifères fondées sur la Nature pour adapter la gestion de la ressource en eau aux impacts du changement climatique »²⁶⁴ que favoriser le maintien de zones humides naturelles ou créer des zones humides pourrait être plus durable et plus économique que des infrastructures grises traditionnelles telles que des barrages ou retenues d'eau. Il est précisé cependant que peu de travaux existent à ce jour sur l'impact des SFN sur les eaux souterraines tant du point de vue de la quantité (recharge) que de la qualité et des écosystèmes associés.

La question de l'impact quantitatif des SFN sur la disponibilité des ressources en eau n'est en effet pas évidente. Ainsi, le passage d'une prairie à une forêt entraîne une diminution de la recharge des eaux souterraines, alors qu'une conversion en terre agricole peut conduire paradoxalement à une augmentation de la recharge, pour un même contexte climatique et une même position dans un bassin-versant. Une végétation avec des racines profondes (arbres fruitiers, 15 à 20 m de profondeur), en tête de bassin-versant entraîne plutôt une réduction de la recharge des eaux souterraines, celle-ci pouvant être réduite à zéro.

Mais il ne faut pas oublier que ces SFN rendent aussi des services écosystémiques (réduction de l'érosion des sols et de l'entraînement des polluants vers les nappes ou les cours d'eau ; contribution à la diversité des écosystèmes et des paysages), même si elles ne favorisent pas forcément la disponibilité de l'eau sur un territoire car les couverts végétaux augmentent finalement l'évapotranspiration.

La difficulté de l'évaluation de l'impact des SFN réside dans le fait qu'elles génèrent des bénéfices multiples, souvent non marchands. L'évaluation doit également être réalisée à une échelle territoriale suffisamment globale et ne pas se limiter à l'aire immédiate d'un projet local (l'impact local peut être négligeable mais sensible à une échelle plus large). Lorsqu'ils sont mal perçus par certains décideurs ou évalués dans le cadre d'approches sectorielles ou territoriales trop étroites, les bénéfices peuvent être négligés et les enjeux associés délaissés.

Concernant l'évaluation du volet hydrologique, on peut citer le projet Hydrindic piloté par l'INRAE²⁶⁵, en cours de finalisation et qui comprend le SAGE du Blavet comme un des sites pilotes. Il vise à développer un indicateur hydrologique notamment pour les bureaux d'études et les gestionnaires d'espaces naturels qui réalisent des projets de restauration/création de zones humides (déblaiement, suppression de drains souterrains, modification des apports en eau, etc.). Quelques années après la restauration ou la création de zones humides, cet indicateur permettra de s'assurer que la trajectoire correspond bien à l'objectif visé sur le plan hydrologique.

De fait, le bilan des actions de l'Agence de l'eau Loire Bretagne ne mentionne aucun état quantitatif

²⁶³ Article de Marc Barra, Agence régionale de la biodiversité d'Ile-de-France « Évaluation de l'efficience des services écosystémiques : comparaison des solutions grises et vertes pour la gestion des eaux pluviales », dans le rapport 2019 de l'ONERC au premier ministre et au parlement cité plus haut

²⁶⁴ Observatoire National sur les effets du changement climatique (ONERC), 2019 « Des SFN pour s'adapter au changement climatique », Rapport au premier ministre et au parlement, La Documentation Française, 306 pp.

²⁶⁵ Hydrindic associe l'OFB, l'UMS PatriNat OFB-CNRS-MNHN, le bureau d'étude Biotope, L'UPR LESSEM (INRAE, Université Grenoble-Alpes) et le CEN Savoie.

de l'impact des SFN sur la ressource en eau. Cette situation est dommageable pour leur pleine reconnaissance par les acteurs locaux et pour objectiver leur plus large déploiement.

Annexe 17 Glossaire des sigles et acronymes

Acronyme	Signification
AELB	Agence de l'eau Loire-Bretagne
AFOM	Analyse atouts, faiblesses, opportunités, menaces
ANUE	Assemblée des Nations Unies pour l'environnement
ASN	Autorité de sûreté nucléaire
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CCNUCC	Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CEMAGREF	Centre d'étude du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts
CGAAER	Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
CLE	Commission locale de l'eau
CNPE	Centre nucléaire de production d'électricité
DCE	Directive cadre sur l'eau
DCR	Débit de crise
DGEC	Direction générale de l'énergie et du climat
DIG	Déclaration d'intérêt général
DOE	Débit d'objectif d'étiage
DRAAF	Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt
DSA	Débit de seuil d'alerte
EDF	Electricité de France
EnR	Energie renouvelable
IGEDD	Inspection générale de l'environnement et du développement durable
GW	Giga Watt (unité de puissance)
GWh	Giga Watt heure (unité de consommation électrique)
HMUC	Analyses Hydrologie, Milieux, Usages et Climat
LEMA	Loi sur l'eau et les milieux aquatiques
MAEC	Mesures agroenvironnementales et climatiques
M€	Million d'euros
Mm ³	Million de m ³
MW	Méga Watt (unité de puissance)

Acronyme	Signification
MWe	Méga Watt électrique (puissance électrique moindre de la puissance dans des proportions dépendantes de la technologie de production)
MWh	Méga Watt heure (unité de consommation électrique)
MTE	Ministère de la transition énergétique
MTECT	Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires
OSE	Objectif de soutien d'étiage
OUGC	Organisme unique de gestion collective
PNACC	Plan National d'Adaptation au Changement Climatique
PTGE	Projet de territoire pour la gestion de l'eau
RTE	Réseau de transport d'électricité
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SFN	Solution fondée sur la nature
SHEMA	Société Hydraulique d'Etudes et de Missions d'Assistance
SIAEP	Syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable
SMIF	Syndicat Mixte d'Irrigation et de Mise en Valeur du Forez,
SOMIVAL	Société pour la mise en valeur de la région Auvergne-Limousin
STEP	Station de transfert d'énergie par pompage
TFUE	Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UMR	Unité mixte de recherche
VNF	Voies navigables de France

Annexe 18 Table des illustrations

Figure 1 : Dispositifs de soutien d'étiage impliquant des concessions hydroélectriques.....	13
Figure 2 : Contributions des dispositifs au soutien d'étiage sur le bassin Loire-Bretagne.....	13
Figure 3 : Villerest – modulation de l'OSE de Gien.....	16
Figure 4 : Naussac – évolution du remplissage du réservoir.....	18
Figure 5 : Naussac et Villerest – volume maximum mobilisable.....	19
Figure 6 : Dispositif de soutien d'étiage de la Vienne.....	20
Figure 7 : Retenues EDF – débits garantis et conventionnés.....	23
Figure 8 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens à Montjean.....	24
Figure 9 : Répartition des consommations d'eau à l'étiage.....	25
Figure 10 : Evolution de la satisfaction des DOE sur les principaux sous-bassins sur les trois périodes 1991-2000, 2001-2010 et 2011-2020.....	27
Figure 11 : Respect des DOE sur la décennie 2011-2020.....	28
Figure 12 : Principaux réservoirs et retenues sur l'Allier et la Loire amont.....	33
Figure 13 : Naussac et Villerest – OSE de proximité.....	36
Figure 14 : Grangent gestion actuelle et proposition mission.....	38
Figure 15 : Lavalette – gestion actuelle et proposition mission.....	40
Figure 16 : Les Fades - gestion actuelle et proposition mission.....	41
Tableau 1 : Volume nécessaire pour respecter en 2050 un OSE à Gien du 1 ^{er} juin au 31 décembre.....	52
Figure 17 : Le soutien des débits par les barrages de Villerest et Naussac.....	90
Figure 18 : Villerest – cotes du réservoir.....	91
Figure 19 : Villerest – composantes du soutien du débit de la Loire.....	93
Figure 20 : Villerest - évolution du soutien depuis 2006.....	93
Figure 21 : Villerest – soutien délivré par OSE de Gien et OSE moyen.....	94
Figure 22 : Villerest – respect de la cote d'exploitation estivale.....	95
Figure 23 : Villerest – années à soutien précoce.....	96
Figure 24 : Villerest – années humides.....	96
Figure 25 : Villerest – dérogations de 2015 et 2019.....	98
Figure 26 : Naussac – situation du barrage et de ses prises d'eau.....	101
Tableau 2 : Naussac – évolutions du remplissage et des déversements.....	102
Figure 27 : Naussac – volumes annuels déstockés pour le soutien de l'Allier et de la Loire.....	104
Figure 28 : Naussac – évolution du nombre de jours de soutien d'étiage.....	104
Figure 29 : Naussac – nombre de jours de soutien par mois.....	105
Figure 30 : Villerest – courbes plancher et d'alerte.....	105
Figure 31 : Naussac – gestion du pompage entre les étiages 2021 et 2022.....	108
Figure 32 : Naussac – débits dans l'Allier lors de l'épisode pluvieux de mi-mars 2021.....	109
Figure 33 : Réservoirs de Naussac et Villerest – évolution du volume maximum mobilisable pour le soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire.....	111
Figure 34 : Soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire – comparaison consommations / redevances par catégories d'usages.....	114
Figure 35 : Schéma de l'aménagement de Montpezat.....	116
Figure 36 : Montpezat – volume délivrés à la Loire en étiage au titre du débit garanti.....	117
Figure 37 : Montpezat – répartition du soutien d'étiage entre la Loire et l'Ardèche.....	118

Figure 38 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Loire à Gien.....	120
Figure 39 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Loire à Nevers	120
Figure 40 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de l'Allier à Vic-le-Comte ..	120
Figure 41 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de l'Allier à Vieille-Brioude	120
Figure 42 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Vienne à Ingrandes..	120
Figure 43 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Vienne à Etagnac.....	120
Figure 44 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Loire à Bas-en-Basset	121
Figure 45 : Evolution des débits décennaux mensuels moyens de la Creuse à Leugny.....	121
Figure 46 : Trajectoires RCP	122
Figure 47 : Projection de la variation de température moyenne mondiale suivant différents scénarios.....	123
Figure 48 : Evolution des précipitations à l'horizon 2041-2070.....	126
Figure 55 : Intensité des canicules – comparaison climat actuel / horizon 2050 RCP4.5	127
Evolution des températures moyennes quotidiennes à l'horizon 2041-2070.....	131
Figure 49 : Evolution de la teneur en eau des sols à l'horizon 2055.....	133
Figure 56 : Cycle annuel d'humidité du sol en Auvergne	133
Tableau 3 : Comparaison des modélisations Explore 2070 et SIM2-DRIAS2020 (Explore 2)	135
Tableau 4 : SIM2-Drias2020 (Explore 2) - Évolution des débits moyens annuels de la Loire à Nantes par RCP et horizons temporels.....	135
Figure 50 : SIM2-DRIAS2020 (Explore 2) - débits mensuels moyens de la Loire à Nantes reconstitués 1975-2005	136
Figure 51 : SIM2-DRIAS2020 (Explore 2) – évolution des débits mensuels moyens de la Loire à Nantes.....	136
Figure 52 : Juillet à septembre 2019 - déficit d'humidité des sols	137
Figure 53 : Septembre 2019 – arrêtés sécheresse	137
Principaux réservoirs et retenues sur l'Allier et la Loire amont	141
Figure 54 : Retenues EDF – plages de soutien d'étiage.....	142
Figure 55 : Retenues EDF – part du volume utile engagée dans le soutien d'étiage.....	142
Figure 56 : Retenues EDF – périodes de cotes touristiques	143
Figure 57 : Effet de la baisse des débits naturels sur les débits réels en fonction des prélèvements.....	153
Figure 58 : Production brute animale et végétale du bassin Loire-Bretagne	155
Figure 59 : Volumes consommés à l'étiage 2013 par usage et par territoire des commissions territoriales	156
Figure 60 : Densité de prélèvements pour l'irrigation en 2019.....	157
Figure 61 : Pluies efficaces moyennes sur le bassin Loire-Bretagne.....	157
Figure 62 : Evolution 1999-2019 des prélèvements pour l'irrigation	158
Figure 63 : Evolution 1999-2019 des prélèvements pour l'irrigation par SAGE	158
Figure 64 : Evolution 2009-2019 des prélèvements pour l'irrigation	159
Figure 65 : Evolution 2009-2019 des prélèvements pour l'irrigation par SAGE	160
Figure 66 : Estimations au 1/09/2022 de l'évolution des rendements du maïs grain irrigué et non irrigué.....	161
Tableau 5 : Evaluation des économies d'eau par modernisation des systèmes d'irrigation	169
Figure 67 : Les centrales nucléaires et les principales retenues du bassin de la Loire	179

Figure 68 : Schéma d'un centre de production nucléaire avec un circuit fermé.....	180
Tableau 6 : Centrales nucléaires – prélèvements et augmentation de la température de l'eau rejetée.....	181
Tableau 7 : Centrales nucléaires – rejet des effluents radioactifs en fonction des débits	182
Figure 69 : Canaux VNF sur le bassin de la Loire.....	184
Tableau 8 : Canaux VNF – estimation des fuites et du coût des travaux nécessaires.....	186
Tableau 9 : Canaux VNF – récapitulatif du coût des travaux et des économies d'eau associées	188
Figure 70 : AEP – densité de prélèvements par bassin versant de masse d'eau en 2019 ..	190
Figure 71 : Croissance annuelle moyenne de la population entre 2013 et 2050	191
Figure 72 : AEP – répartition des causes d'abandon des 970 captages entre 2000 et 2013	192
Figure 73 : AEP – évolution 1999-2019 des prélèvements à l'étiage par bassin versant de masse d'eau	193
Figure 74 : AEP – rendement moyen du réseau de distribution en métropole en 2020	196
Figure 75 : AEP – taux moyen de renouvellement des réseaux par région en 2020	197
Figure 76 : AEP – les services publics en 2020	198

