



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document à accès immédiat

Rapport de synthèse du projet « De l'Eau pour Demain » - Objectifs et principaux résultats

Rapport final

BRGM/RP-73354-FR

2024

Étude réalisée dans le cadre des projets de recherche et développement

**Boisson, A., Drzewiecki, P., Bourgeois, C., Neverre, N., Rinaudo, J-D.,
Jehanno, F., (EDM56), Cauet, Y., et Rivallan, J., (SDAEP 22), Deconchy, A.,
et Ainaoui, M., (SMG Eau 35), Goarnisson, J-M. et Barrais, N. (CD 29)**

Vérificateur :	Approbateur :
Nom : J-C. Maréchal	Nom : A-V. Hau-Barras
Fonction : Hydrogéologue	Fonction : Chargée de mission Eaux souterraines
Date : 27/02/2024	Date : 07/03/2024
Signature :	Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM
est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : qualite@brgm.fr



Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur et/ou les termes de la convention.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctg> ou par ce code :



Mots clés : Approvisionnement en Eau Potable (AEP), Bilan Ressources-Besoins, Eaux Souterraines, Bretagne, Syndicat Mixte de l'Aulne, Finistère, Ressources en eau.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Boisson, A., Drzewiecki, P., Bourgeois, C., Neverre, N., Rinaudo, J-D., Jehanno, F., (EDM56), Cauet, Y., et Rivallan, J., (SDAEP 22), Deconchy, A., et Ainaoui, M., (SMG Eau 35), Goarnisson, J-M. et Barrais, N. (CD 29) 2024. Rapport de synthèse du projet « De l'Eau pour Demain » - Objectifs et principaux résultats. Rapport final BRGM/RP-73354-FR, 58 p., 26 ill.

© BRGM, 2024, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-09/03/2023

Synthèse

Les sécheresses récentes, 2016, 2019, 2022 ont mis en évidence les difficultés existantes, et celles à anticiper, pour le maintien du service d'approvisionnement en eau potable. Aussi, les Syndicats départementaux d'eau potable de la région (SMGEau 35, SDAEP22, Eau du Morbihan), le conseil départemental du Finistère et le BRGM se sont engagés dans un projet intitulé « de l'Eau pour Demain » qui a reçu le soutien financier de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et de la Région Bretagne. Les différentes actions menées dans le cadre de ce projet avaient pour but de dresser un état des lieux des connaissances disponibles, mais aussi d'identifier des manques, pour une bonne gestion de la ressource en eau potable. L'objectif du projet était également de fournir aux gestionnaires et décideurs, des méthodes et outils pouvant être utilisés pour améliorer la situation actuelle en matière de gestion de la ressource en eau potable, augmenter la résilience du système de production et de distribution et anticiper les évolutions à venir.

Le projet s'est structuré autour de quatre axes complémentaires. Le premier vise à mieux connaître les consommations d'eau potable du réseau public en caractérisant leurs évolutions pour différentes typologies d'utilisateurs sur des secteurs géographiques restreint. Cette démarche s'accompagne de l'élaboration d'un outil de suivi de l'évolution des consommations d'eau en temps réel. Le second axe porte sur l'amélioration de la connaissance du fonctionnement des ressources en eau au travers de l'analyse du fonctionnement hydrologique des retenues d'eau superficielles à l'échelle régionale et de l'évolution historique des ressources en eaux souterraines. Le troisième axe concerne l'analyse des équilibres entre besoins et ressources avec une représentation détaillée des systèmes de production, distribution et échanges d'eau à l'échelle d'un territoire test restreint dans le Finistère (territoire du syndicat mixte de l'Aulne). Enfin, un quatrième et dernier axe investigate le champ de la recherche de solutions alternatives et innovantes de production d'eau, en particulier la réutilisation des eaux traitées et l'étude des capacités de stockage/déstockage en carrières.

Concernant l'évolution des consommations, les analyses menées dans ce projet ont montré l'atteinte d'une limite ou une baisse de vigilance des usagers domestiques dans le domaine des économies d'eau induisant une augmentation des consommations individuelles après une décennie de baisse. Le point de situation mené montre le poids du secteur industriel sur les évolutions futures des demandes en eau. Les consommations du secteur agricole restent, quant à elles, peu connues, tout comme leurs évolutions du fait de changement de pratiques, notamment de règles sanitaires, pouvant induire une augmentation des besoins qui restent difficilement quantifiables. Le risque de report des forages agricoles vers le réseau AEP reste peu quantifiable mais les analyses menées montrent qu'il est possible d'identifier les secteurs à risque à l'échelle communale. Les analyses menées ont aussi montré les difficultés d'extrapolation de l'évolution entre les territoires, du fait de leur grande diversité. Pour ces raisons, il semble essentiel de mettre en place un suivi plus poussé des consommations en eau et de réaliser une bancarisation pérenne au travers de la mise en place d'observatoires locaux de l'eau. Les syndicats départementaux mettent en place des mesures pour apporter une réponse à ce besoin de développement du suivi et de la connaissance.

Concernant le volet fonctionnement des ressources naturelles en eau, le projet a permis de quantifier les hétérogénéités existantes à l'échelle de la Bretagne en matière de capacité de stockage de l'eau dans le sous-sol et les relier avec la diversité géologique du territoire, montrant notamment le rôle majeur des formations plutoniques sur le soutien d'étiage. La dynamique de recharge/vidange de l'ensemble aquifères bretons, s'étale sur quelques mois à l'échelle de la

région, ce qui peut être une opportunité pour leur gestion. Cela a aussi un impact sur leur vulnérabilité face aux sécheresses. La dynamique plus rapide de recharge mais aussi de vidange des aquifères observée à l'ouest par rapport à l'est de la Bretagne en fait un territoire pouvant être impacté rapidement. Cependant, la plus grande inertie des ressources de l'est crée un effet mémoire induisant une plus grande vulnérabilité à des sécheresses successives.

D'un point de vue opérationnel et compte tenu de l'importance des barrages pour l'AEP sur le territoire breton, la mise en place d'indicateurs communs de suivi des retenues permet d'avoir dorénavant une vision globale à l'échelle régionale, notamment pour les comités sécheresses. L'indicateur le plus pertinent défini est la « durée d'autonomie théorique ». Cette dernière correspond au nombre de jours pendant lequel la retenue peut assurer l'ensemble de ses fonctions, en mode normal ou dégradé, en cas d'année sèche. Cet indicateur est calculé sur la base des prélèvements attendus et des débits entrants minimaux simulés par l'outil SIMFEN sur les 10 dernières années (« année la plus sèche »). Cette durée théorique peut être calculée en début de période d'étiage, avec une retenue pleine (indicateur descriptif) ou bien en temps réel lors de l'étiage (indicateur dynamique).

Concernant les impacts des périodes sèches sur les capacités de production et l'analyse détaillée de l'équilibre besoins-ressources sur le territoire du syndicat mixte de l'Aulne, l'étude montre sa vulnérabilité. Une baisse de productivité des puits se répercute sur les ressources superficielles, ce qui entraîne une concentration de la demande vers un nombre limité de points de production et induit une forte vulnérabilité du système. Cependant, il est possible d'analyser les solutions et de définir de manière circonstanciée les solutions à envisager. Les interactions et échanges entre acteurs constituent un facteur majeur de la résilience du système.

Enfin, face aux risques identifiés de moindre disponibilité de la ressource en eau dans un contexte de changement climatique, des ressources alternatives ont été recherchées, au travers de l'études des solutions de REUT et d'utilisations de carrières. Dans les deux cas, des possibilités existent mais elles nécessitent, pour pouvoir être concrètement déployées, des efforts plus amples et de lever certains verrous (réglementaires, financiers, techniques). Pour les carrières du Finistère, un potentiel de près de 5 Mm³/an a été, par exemple, identifié.

Les verrous majeurs identifiés dans le cadre du projet « De l'Eau pour Demain », portent sur les données disponibles pour le suivi des ressources exploitées et des consommations ainsi que sur les manques de bases de données accessibles. Ils constituent des limites pour la mise en œuvre des plans stratégiques sur l'eau régionaux et de bassin. Pour les actions de REUT et d'utilisation des carrières, des verrous législatifs existent aussi. Pour le suivi des consommations, les structures compétentes en eau potable mettent dès aujourd'hui des actions en place pour permettre un suivi plus fin.

Sommaire

1. Contexte du projet.....	9
2. Le projet « De L'eau pour Demain »	11
2.1. OBJECTIFS	11
2.2. STRUCTURE DU PROJET.....	11
2.3. LIVRABLES ET RAPPORTS DU PROJET.....	12
3. Axe 1 : Mieux connaître les consommations d'eau potable du réseau public.....	15
3.1. AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DE LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE DISTRIBUÉE PAR LES RÉSEAUX PUBLICS	15
3.2. COMMENT ÉVOLUENT LES PRÉLÈVEMENTS ET LES RESSOURCES EN EAU ?..	18
3.3. FOCUS SUR LES CONSOMMATIONS INDUSTRIELLES ET TOURISTIQUES	21
3.4. MESURES D'ÉCONOMIES D'EAU ENVISAGÉES	22
3.5. ANALYSE DE LA CONSOMMATION EN EAU POTABLE À PARTIR DES FICHIERS DE FACTURATION - GUIDE MÉTHODOLOGIQUE ET APPLICATION	24
4. Axe 2 : Mieux connaître le fonctionnement des ressources en eaux en Bretagne.....	27
4.1. RETOUR D'EXPÉRIENCE DES ÉVÈNEMENTS DE SÉCHERESSE ET DE SITUATIONS DE CRISES.....	27
4.2. GESTION DES RETENUES UTILISÉES POUR L'AEP	28
4.3. DYNAMIQUES ANNUELLE ET PLURIANUELLE DES RESSOURCES EN EAU À L'ÉCHELLE RÉGIONALE	30
4.4. IMPACT DU CLIMAT SUR LES RESSOURCES EXPLOITÉES	34
5. Axe 3 : Représenter les équilibres besoins et ressources en eau potable	39
5.1. RECENSEMENT DES ÉQUILIBRES BESOINS RESSOURCES	40
5.2. DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE HYDRO-ÉCONOMIQUE	43
6. Axe 4 : Rechercher des solutions alternatives pour optimiser la gestion de la ressource.....	47
6.1. ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ ET DE FAISABILITÉ POUR LE POTENTIEL DE RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES INDUSTRIELLES	47
6.2. ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ ET DE FAISABILITÉ POUR LA VALORISATION DES CARRIÈRES DU FINISTÈRE À DES FINS D'EXPLOITATION EN EAU POTABLE	48
7. Conclusions et perspectives.....	53
8. Références	57

Liste des illustrations

Illustration 1 : Représentation schématique du projet et de ses différents axes d'action.	12
Illustration 2 : Évolution des consommations des usages agricoles entre 2009 et 2018 sur le Lié (Rivalan et al., 2022).	16
Illustration 3 : Synthèse des résultats d'analyse des consommations pour les deux exemples des Syndicats du Lié et du Frémur.	16
Illustration 4 : Répartition de la consommation par usage (Source : Rivallan et Jehanno, 2023).	18
Illustration 5 : Tendances d'évolution des variables explicatives significatives, et impacts pour l'évolution de la consommation par habitant.	19
Illustration 6 : Répartition des abonnés économiques et de leurs consommations par activité entre 2011 et 2021 sur le secteur centre Morbihan (source : INRAe-Brgm).	25
Illustration 7 : Comparaison de la consommation moyenne des abonnés économiques entre 2015 et 2020. Source : INRAe-Brgm.	25
Illustration 8 : Principaux barrages et retenues de la région Bretagne étudiés durant le projet de l'Eau pour Demain (Source : Deconchy et al., 2022).	29
Illustration 9 : Outil de suivi des barrages – exemple d'estimation des capacités restantes sur le barrage de la Haute Vilaine (Source : Deconchy et al., 2022).	30
Illustration 10 : Schéma conceptuel des aquifères de socle bretons (Schroëtter et al., 2020).	31
Illustration 11 : Bassins versants bretons classés par Base Flow Index (indicateur de soutien d'étiage) et pourcentages des catégories géologiques associées. De gauche à droite augmentation du soutien des nappes aux cours d'eau (source : Boisson et al, 2023).	32
Illustration 12 : Moyennes mensuelles (centrées-réduites) de l'ensemble des piézomètres de Bretagne classés d'est en ouest par code couleur (Est bleu – Ouest rouge) (source : Boisson et al, 2023).	32
Illustration 13 : Chroniques piézométriques normalisées de l'ensemble des piézomètres de Bretagne classés d'est en ouest par code couleur selon leurs coordonnées en Lambert93 (Est bleu – Ouest rouge) (source : Boisson et al, 2023).	33
Illustration 14 : Identification des périodes de sécheresses (minima) et des périodes humides (maxima) sur la chronique des écarts aux normales mensuelles pour la Vilaine à Vitré (source : Boisson et al, 2023).	34
Illustration 15 : Comparaison entre les niveaux piézométriques annuels et les productions par sites de différents types. L'année 2011 représente l'année la plus sèche de la série (2011-2020). De haut en bas sont présentés : les niveaux au piézomètre de Landrévarzec, la production de Kergaouledan (puits), de Keratry (superficielle) et de Botcarn F1 (forage). Les lignes rouges et bleues représentent respectivement les médianes et moyennes mensuelles et les lignes vertes la production de l'année mentionnée (source : Boisson et al, 2023).	35
Illustration 16 : Ratios de production en septembre par rapport à la production de février et valeurs calculées. Les valeurs sont présentées sur une échelle logarithmique (source : Boisson et al, 2023).	36
Illustration 17 : Corrélations entre les débits de l'Aulne et les achats au SMA pour les Syndicats et communes (source : Boisson et al, 2023).	36
Illustration 18 : Schéma de l'approvisionnement en eau potable du territoire sécurisé par le SMA (Source Bourgeois et al., 2023).	41
Illustration 19 : Schéma d'approvisionnement en eau potable du CCHPB (Source : Bourgeois et al., 2023).	41

Illustration 20 : Capture d'écran d'une partie de l'outil Ressources Besoins (Source Bourgeois et al., 2023).	42
Illustration 21 : Représentation schématique du système d'approvisionnement en eau potable dans le modèle hydro-économique (Source Bourgeois et al., 2023)	43
Illustration 22 : Taux de saturation des capacités hydrologiques au niveau des différents ouvrages.	44
Illustration 23 : Impact du scénario de demande maximale à horizon 2050 pour les mois de Mai à Octobre en année sèche étendue (Source Bourgeois et al., 2023).	45
Illustration 24 : Synthèse de combinaisons de mesures permettant d'éliminer le risque de défaillance en fonction du niveau de remplissage de la réserve de Brennilis. On note en bas à gauche de carte, le niveau de défaillance, en m3, sur l'ensemble du territoire et le taux de sollicitation des usines du SMA, en %.	46
Illustration 25 : Schéma des perturbations des écoulements d'eau souterraine dans les carrières selon le mode d'exploitation : à gauche, en fosse – à droite, à flanc de coteau (Mines & Carrières n° 293, d'après Carn, 1998).	49
Illustration 26 : Localisation des sites sélectionnés à l'issue de la phase 1 et usine AEP d'eau de surface (Source : Lucassou et al., 2023)	50

1. Contexte du projet

Les quatre départements bretons (Côtes-d'Armor, Finistère, Ille-et-Vilaine, Morbihan) font face à une augmentation inattendue de la consommation d'eau potable depuis 2015 qui atteint 8 % à 10 % par rapport à la décennie précédente et qui fait suite à une baisse continue des consommations depuis le début des années 2000. Parallèlement, on constate depuis quelques années une tendance au développement de périodes plus sèches en automne, réduisant la recharge des nappes impactant l'intensité et la fréquence des sécheresses en été. Cette augmentation de la demande couplée à une diminution de la ressource accroît la pression sur le réseau d'alimentation en eau potable.

Plus globalement, le changement climatique risque d'accentuer la rareté de l'eau, avec des conséquences tant environnementales qu'économiques. En France, les tensions sur l'eau se manifestent de manière hétérogène dans l'espace. Alors que la problématique est prégnante depuis plusieurs décennies dans certains bassins comme celui d'Adour-Garonne, elle émerge dans le nord de la France, y compris en Bretagne où les sécheresses hivernales et estivales des années 2016, 2017 et 2022 ont été particulièrement importantes.

Le développement démographique et économique couplé au changement climatique pose trois défis majeurs aux services d'eau potable :

- le premier défi est lié au **risque d'apparition d'un déficit structurel de ressources en eau**, qui pourrait représenter un risque d'interruption du service public (coupure d'eau), de conflit d'usages et un frein important au développement économique régional. Ce risque doit être évalué, en tenant compte de la probable diminution des ressources disponibles (tant superficielles que souterraines) et de la hausse de la demande en eau (domestique, industrielle, agricole [élevage et irrigation]). Pour se préparer à faire face à ces changements, les gestionnaires de ressources et **des services d'eau seront amenés à modifier leurs pratiques en matière de planification**, notamment en raisonnant à plus long terme (30 ans) et en essayant de développer des stratégies robustes et adaptatives ;
- le second défi est lié à **l'augmentation de la fréquence des sécheresses**, qui pourraient générer des dommages économiques significatifs à moyen et long terme. Les gestionnaires doivent se préparer à gérer ces situations de crise. Pour cela, ils doivent s'équiper d'outils permettant de suivre en temps réel l'évolution des différentes ressources et des usages de l'eau ; et développer de nouvelles stratégies de gestion des ressources qui minimisent le risque de défaillance ;
- le troisième défi réside dans le **maintien de conditions hydrologiques favorables à la biodiversité dans les cours d'eau de Bretagne** : lors des derniers épisodes de sécheresse, des dérogations au débit minimum des cours d'eau ont été sollicitées pour sécuriser l'Alimentation en Eau Potable (AEP), ce qui montre un conflit d'usages entre le milieu naturel et la demande humaine lors des périodes de crises. Ce phénomène risque de s'aggraver avec le changement climatique.

C'est dans ce contexte que les syndicats départementaux d'eau potable de Bretagne (SDAEP des Côtes d'Armor, Eau du Morbihan et le SMG Eau 35), le Conseil Départemental du Finistère et le BRGM se sont engagés dans le projet nommé : « **De l'Eau pour Demain** ». Ce projet a été financé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, la Région Bretagne et le BRGM pour une durée de 2 ans.

2. Le projet « De L'eau pour Demain »

2.1. OBJECTIFS

Le projet « De l'Eau Pour Demain », mené par les syndicats d'eau potable de Bretagne (SDEAP22, SMG35, Eau du Morbihan), le conseil départemental du Finistère et le BRGM a pour ambition de développer une meilleure compréhension des usages de l'eau et du fonctionnement des ressources en eau régionales.

Le projet vise, d'une part, à mieux connaître et appréhender les usages de l'eau, les comportements des utilisateurs et d'autre part, à caractériser la vulnérabilité et la résilience actuelles des ressources en eau dont dépendent ces usages. Il doit permettre de faire un bilan exhaustif des données disponibles sur les consommations (besoins), les mécanismes de consommation en œuvre lors des épisodes de sécheresse et les ressources disponibles.

Le projet poursuit plusieurs objectifs :

- **Caractériser les tendances d'évolution de la demande en eau** (domestique, agricole et industrielle) et en identifier les causes, afin d'être ensuite en mesure d'anticiper les besoins à moyen et long terme et proposer des pistes d'économie d'eau efficaces ;
- **Mieux appréhender le fonctionnement des ressources en eau en situation de sécheresse**, qu'elles soient superficielles ou souterraines et chercher à optimiser leur potentiel d'utilisation ;
- **Réfléchir à la mobilisation de nouvelles ressources et aux solutions alternatives envisageables.**

Le projet cherche à développer de nouvelles connaissances et méthodes pour fournir de nouveaux outils de gestion pour une meilleure adaptation aux évolutions démographiques et au changement climatique en Bretagne.

Le périmètre de l'étude est celui des trois syndicats départementaux de sécurisation de l'alimentation en eau potable (22, 35 et 56) et le département du Finistère, le tout couvrant près de 90 % du territoire Breton.

2.2. STRUCTURE DU PROJET

Le projet est découpé en 4 axes :

- Axe 1 : Mieux connaître les consommations d'eau potable du réseau public ;
- Axe 2 : Mieux connaître le fonctionnement actuel des ressources en eaux en Bretagne ;
- Axe 3 : Représenter les équilibres entre besoins et ressources en eau potable ;
- Axe 4 : Rechercher des solutions alternatives pour optimiser la gestion de la ressource.

La structuration du projet en activités et tâches est présentée en Illustration 1.



Illustration 1 : Représentation schématisée du projet et de ses différents axes d'action.

2.3. LIVRABLES ET RAPPORTS DU PROJET

Les différentes tâches du projet ont donné lieu à des rapports spécifiques. Les rapports produits sont les suivants :

Axe 1 : Mieux connaître les consommations d'eau potable du réseau public

- Benejean, A., Jehanno, F., Cherpi, S., 2023. Observatoire des consommations - Outil de suivi de l'évolution des consommations d'eau en temps réel - Rapport Final. De l'Eau Pour Demain,
- Bourgeois, C., Neverre, N., 2022. Etude de la demande en eau potable : résultats d'une analyse économétrique en Bretagne (No. BRGM/RP-71959-FR). BRGM,
- Hévin, G., Rinaudo, J.-D., Montginoul, M., 2023. Analyse de la consommation en eau potable à partir de fichiers de facturation - Guide méthodologique et applications - Rapport Final (No. RP-73025-FR). BRGM,
- Jehanno, F., Cauet, Y., Rivallan, J., Ainaoui, M., Barraï, N., Berrehouc, G., 2023. Observatoire des consommations - Focus sur les consommations industrielles à partir du réseau d'eau potable. De l'Eau Pour Demain,

- Rivallan, J., Jehanno, F., Cauet, Y., Ainaoui, M., Barraï, N., Berrehouc, G., 2022. Connaissance de la consommation d'eau potable distribuée par les réseaux publics. De l'Eau Pour Demain,
- Rivallan, J., Jehanno, F., 2023. Guide méthodologique pour la réalisation d'un observatoire local et dynamique de la consommation d'eau. De l'Eau Pour Demain ;

Axe 2 : Mieux connaître le fonctionnement actuel des ressources en eaux en Bretagne

- Boisson, A., Lucassou, F., Boivin, B., 2023. Dynamiques annuelles et pluriannuelles des ressources en eau en Région Bretagne - Projet : Eau Pour Demain (No. RP-73058-FR). BRGM,
- Deconchy, A., Berrehouc, G., Bedjil, H., Doyonnard, D., 2022. Indicateurs de gestion hydrologique des retenues utilisées pour la production d'eau potable. De l'Eau Pour Demain,
- Deconchy, A., Jehanno, F., Cauet, Y., Ainaoui, M., Barraï, N., Goarnisson, J.-M., 2023. Analyse rétrospective des difficultés opérationnelles rencontrées par les gestionnaires de services d'eau potable au cours des situations de crise - Action 2A. De l'Eau Pour Demain ;

Axe 3 : Représenter les équilibres entre besoins et ressources en eau potable

- Bourgeois, C., Neverre, N., Boisson, A., 2023. Note méthodologique sur la construction d'un outil de bilan Ressources-Besoins appliqué au territoire du Syndicat Mixte de l'Aulne dans le Finistère (No. BRGM/RP-72323-FR). BRGM ;

Axe 4 : Rechercher des solutions alternatives pour optimiser la gestion de la ressource

- Département du Finistère, 2023. La Réutilisation des Eaux Usées Traitées en industrie (REUT) - Évaluer la faisabilité d'un projet REUT,
- Lucassou, F., Aertgeerts, G., Berrehouc, G., Gloux, J., 2023. Valorisation des carrières du Finistère à des fins d'exploitation en eau potable (No. RP-72362-FR). BRGM.

Dans le présent rapport, sont synthétisés les principales actions et résultats. Pour le détail de chaque action, le lecteur est invité à consulter les rapports spécifiques qui sont disponibles sur le site du SIGES Bretagne à l'adresse suivante : <https://sigesbre.brqm.fr/De-l-Eau-pour-Demain.html>.

3. Axe 1 : Mieux connaître les consommations d'eau potable du réseau public

Le premier axe du programme vise à mieux connaître les consommations d'eau potable du réseau public. Il a été mené au travers de plusieurs études conjointes visant à caractériser les évolutions de consommations en eau par typologie d'utilisateurs (Bourgeois et Neverre, 2022; Jehanno *et al.*, 2023; Rivallan *et al.*, 2022). Cet axe a permis le développement de guides méthodologiques pour l'analyse des fichiers de facturation (Hévin *et al.*, 2023), la mise en place d'observatoires de l'eau (Rivallan et Jehanno, 2023) et le suivi en temps réel des consommations (Benejean *et al.*, 2023).

Cet axe de travail a fait l'objet de la rédaction des rapports suivants :

- Benejean, A., Jehanno, F., Cherpi, S., 2023. Observatoire des consommations - Outil de suivi de l'évolution des consommations d'eau en temps réel - Rapport Final. De l'Eau Pour Demain ;
- Bourgeois, C., Neverre, N., 2022. Etude de la demande en eau potable : résultats d'une analyse économétrique en Bretagne (No. BRGM/RP-71959-FR). BRGM ;
- Hévin, G., Rinaudo, J.-D., Montginoul, M., 2023. Analyse de la consommation en eau potable à partir de fichiers de facturation - Guide méthodologique et applications - Rapport Final (No. RP-73025-FR). BRGM ;
- Jehanno, F., Cauet, Y., Rivallan, J., Ainaoui, M., Barraï, N., Berrehouc, G., 2023. Observatoire des consommations - Focus sur les consommations industrielles à partir du réseau d'eau potable. De l'Eau Pour Demain ;
- Rivallan, J., Jehanno, F., Cauet, Y., Ainaoui, M., Barraï, N., Berrehouc, G., 2022. Connaissance de la consommation d'eau potable distribuée par les réseaux publics. De l'Eau Pour Demain ;
- Rivallan, J., Jehanno, F., 2023. Guide méthodologique pour la réalisation d'un observatoire local et dynamique de la consommation d'eau. De l'Eau Pour Demain.

3.1. AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DE LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE DISTRIBUÉE PAR LES RÉSEAUX PUBLICS

Le document de synthèse (Rivallan, J., Jehanno, F., Cauet, Y., Ainaoui, M., Barraï, N., Berrehouc, G., 2022. Connaissance de la consommation d'eau potable distribuée par les réseaux publics.) concerne les études réalisées pour mieux appréhender l'état et l'évolution des consommations d'eau fournies par le réseau public en différenciant les consommations domestiques, agricoles, touristiques et industrielles.

Dans le cadre de cette tâche, deux collectivités distributrices d'eau représentatives ont été choisies dans chaque département breton. Les études ont été menées en partenariat avec l'exploitant SAUR. Le suivi des consommations d'eau potable sur le réseau public et les projections ont été réalisés sur les territoires tests d'Ille-et-Vilaine (Symeval et CC Liffré-Cormier), du Finistère (CCPBS¹ et CCPF²), du Morbihan (AQTA³ et Centre Morbihan/Baud communautés) et des Côtes d'Armor (Lié et Frémur). Ces travaux ont permis de dresser des conclusions et pistes de réflexion.

¹ CCPBS : Communauté de Communes du Pays Bigouden sud

² CCPF : Communes de Communes du Pays Fouesnantais

³ AQTA : Auray Quiberon Terre Atlantique

Un exemple de graphique d'évolution des consommations des usages agricoles sur le Lié est présenté en Illustration 2.

Un exemple de synthèse des résultats d'analyse des consommations pour les deux collectivités des Côtes d'Armor est présenté dans le tableau Illustration 3.

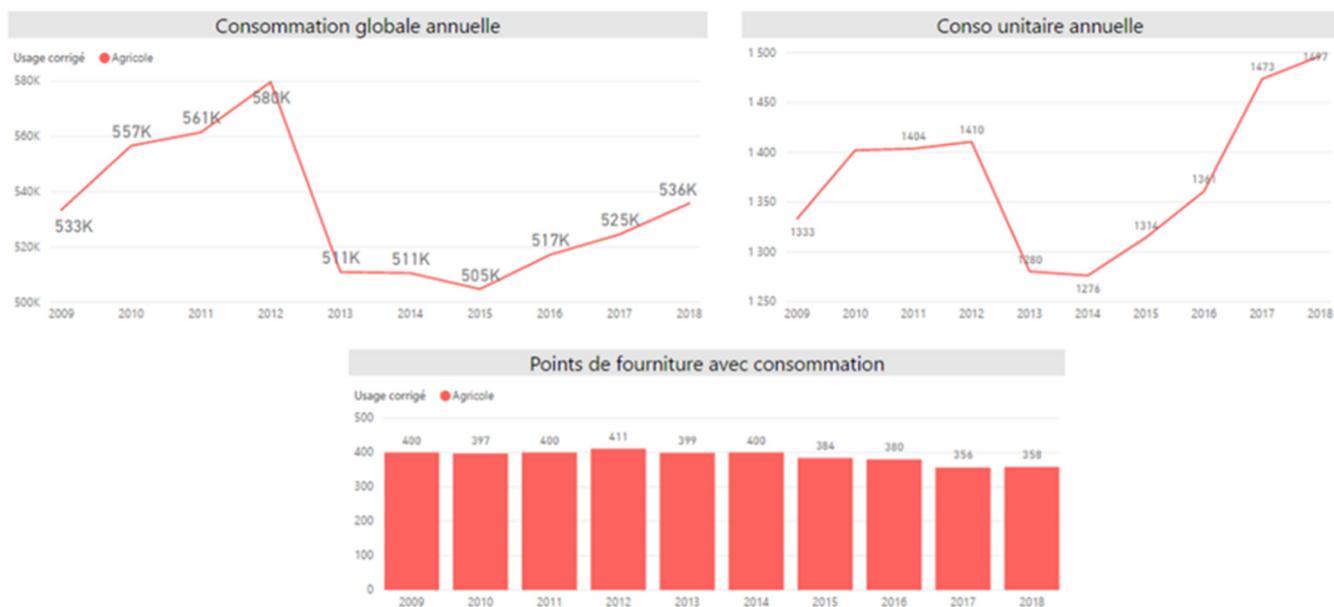


Illustration 2 : Évolution des consommations des usages agricoles entre 2009 et 2018 sur le Lié (Rivalan et al., 2022).

	Syndicat du Lié	Syndicat du Fremur
Évolution des besoins globaux	Industriels prépondérants	Fort développement des besoins industriels
Consommations globales	+ 16,5 % en 10 ans La hausse provient surtout des industriels (+33 %)	+ 49,5 % en 10 ans Hausse des particuliers (+11 %) et surtout des industriels (+338 %)
Consommations domestiques	Tendance à la baisse des besoins globaux (-2,5 %) Nette baisse de la consommation unitaire (-13 % en 10 ans) qui n'est pas complètement compensée par la hausse de 8 % du nombre d'abonnés.	Baisse de la consommation unitaire comme au Lié mais moins marquée (-3.7 %) Hausse des besoins globaux (+11 %) en raison de la forte hausse du nombre d'abonnés (+15,3 %).
Consommations agricoles	Hausse de la consommation unitaire (+12 % en 10 ans) Hausse des besoins globaux (+6,4 %) avec une forte variabilité interannuelle	Moins d'abonnés agricoles mais progression nette en 10 ans (+51 %) Stabilité de la consommation unitaire
Consommations industrielles	Relative stabilité du nombre d'industriel mais forte hausse de la consommation unitaire (+ 23 %)	Installation de nouveaux industriels agroalimentaires depuis 2017 et hausse de la consommation unitaire
Perspectives d'économies d'eau	Industriels +++ Particulier + Agricole ?	Industriels +++ Particulier + Agricole ?

Illustration 3 : Synthèse des résultats d'analyse des consommations pour les deux exemples des Syndicats du Lié et du Frémur.

Les résultats apparaissent riches d'enseignements méthodologiques concernant l'analyse descriptive de l'évolution des consommations :

- pour chaque collectivité, **la mise à disposition d'un observatoire descriptif et historique des consommations par type d'usagers apparaît comme un élément essentiel** pour analyser et piloter les orientations à prendre en matière d'alimentation en eau potable.

En objectivant le comportement des différents types de consommateurs et en dépassant certaines idées reçues, les observatoires permettront également d'identifier les publics-cibles des actions de sensibilisation et d'économie d'eau et de se focaliser sur les catégories d'abonnés pour lesquels les actions seront les plus efficaces ;

- la variabilité des résultats en fonction des territoires étudiés démontre que **les éléments et enjeux locaux sont des facteurs explicatifs essentiels**, ce qui milite pour une généralisation de ce type d'observatoire pour chaque collectivité distributrice d'eau et pour une approche territoriale ;
- **il est nécessaire de définir avec pertinence les catégories d'abonnés** de façon à permettre de prendre des décisions ou de mettre en place des incitations correspondant à des catégories suffisamment homogènes de consommateurs. Cette catégorisation doit s'adapter aux enjeux territoriaux locaux pour permettre une lecture pertinente des résultats et orienter vers des actions opérationnelles ;
- la précision des résultats est entièrement liée à la qualité des données de caractérisation des types d'usagers dans la base « abonnés ». On observe malheureusement que la finesse nécessaire n'est jamais atteinte dans la base « brute » de l'exploitant telle qu'elle existe actuellement ;
- **la répartition des abonnés gagne en précision en utilisant des bases externes (SIRENE, ...)** et en mettant en place, dans toute la mesure du possible, des algorithmes spécifiques de tri. Il est en effet peu imaginable de réaliser régulièrement une mise à niveau totalement « manuelle » de la base si l'on veut généraliser et reproduire de telles études. Ce travail doit viser une complétude poussée pour ne pas laisser de côté une part importante de la consommation.
Idéalement la solution la plus pérenne serait de **directement mettre à jour et entretenir cette base-abonnés, en lien avec les exploitants de réseau**, ce qui nécessite un travail d'affectation de chaque abonné dans les catégories définies ;
- l'analyse de facteurs explicatifs impose une **géolocalisation des branchements des abonnés**.

Afin de répondre au constat d'un manque de données identifié dans le cadre de ce premier axe du projet, et notamment le besoin de disposer d'un observatoire descriptif et historique des consommations par type d'usagers, le SDAEP 22 et Eau du Morbihan proposent un guide méthodologique pour la réalisation d'un observatoire local et dynamique de la consommation d'eau (Rivallan et Jehanno, 2023). Ce guide propose notamment des mises en forme de données et graphiques pour mieux comprendre les usages de l'eau sur un territoire (Illustration 4) ainsi qu'un modèle d'article à insérer dans un contrat de concession/délégation ou de prestations de service.

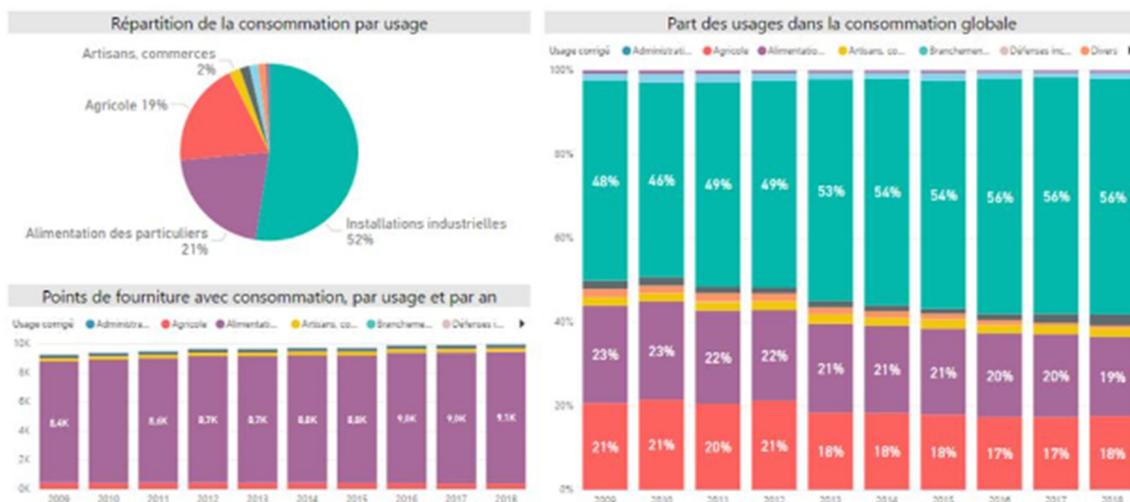


Illustration 4 : Répartition de la consommation par usage (Source : Rivallan et Jehanno, 2023).

3.2. COMMENT ÉVOLUENT LES PRÉLÈVEMENTS ET LES RESSOURCES EN EAU ?

a) Étude économétrique

Une analyse économétrique (Bourgeois et Neverre, 2022) réalisée par le BRGM dans le cadre de cet axe 1, ciblé sur la caractérisation de la consommation en eau potable sur le réseau public a été menée en complément de l'étude (Rivallan *et al.*, 2022).

À partir de données de consommations moyennes portant sur sept territoires de Bretagne (CC Pays Fouesnantais, CC Pays Bigouden Sud, CC Auray Quiberon Terre Atlantique, CC de Liffré, CC de Lié, CC de Frémur et le syndicat d'eau Symeval), la présente étude s'est attachée à analyser et expliquer la consommation en eau potable domestique et pour tous secteurs confondus. Il a été également analysé les tendances et évolutions de ces consommations pour essayer d'anticiper leurs évolutions futures.

Dans un premier temps, les données de consommation domestique d'eau potable moyenne par carreau INSEE pour l'année 2015, fournies par la SAUR, ont été mises en relation avec les données socio-économiques relatives à l'habitat et aux ménages issues de la base Filosofi de l'INSEE. Il est montré que l'augmentation de la taille des ménages et la superficie des logements induisent une augmentation de la consommation d'eau potable alors que le niveau de vie, l'âge ou le statut d'occupation (propriétaire ou locataire), ont un effet négatif. Une fois les consommations corrigées de ces différents effets et de leur influence dans chaque territoire, il apparaît que seule la Communauté de Commune du Pays Fouesnantais (CCPF) a un écart de consommation résiduel statistiquement différent des autres territoires (consommation plus élevée, qui ne peut être expliquée par les facteurs explicatifs considérés). Autrement dit, les variables explicatives considérées suffisent à expliquer les différences spatiales de consommations entre les territoires, à l'exception de la CCPF.

Les chroniques de consommations moyennes d'eau potable domestique et tous secteurs ont également été analysées entre 2000 et 2020. Deux résultats peuvent être mis en avant. Au niveau des consommations domestiques, **il y a une nette évolution à la baisse des consommations individuelles, notamment des plus gros consommateurs.** Dans les années 2000, on pouvait avoir jusqu'à 20 % des clients qui consommaient plus de 250 m³/an dans certains territoires alors qu'ils représentent moins d'1 % aujourd'hui. Ce résultat est néanmoins à nuancer, par le fait que l'on ne sait pas dans quelle mesure cette évolution est imputable à l'individualisation des compteurs ou à un phénomène structurel. Enfin, il apparaît que **depuis 2015 la baisse tendancielle de la consommation d'eau par abonné s'est arrêtée, celle-ci pouvant même repartir à la hausse.**

L'objectif de l'étude a également été d'essayer de comprendre si des facteurs socio-économiques ou météorologiques pouvaient expliquer ces évolutions de consommation, afin de tenter d'esquisser les évolutions futures auxquelles s'attendre (Illustration 5). Les résultats sont contrastés. **Certains facteurs météorologiques comme l'augmentation du déficit pluviométrique en été et socio-économiques comme la baisse continue de la taille des ménages, pourraient amener une hausse des consommations d'eau dans le futur.**

Variables	Influence sur la consommation en eau potable	Tendance d'évolution	Impact sur l'évolution de la consommation en eau
Revenu médian	Négative	Positive	Baisse
Taille des Ménages	Négative	Négative	Hausse
% de ménages en Maisons	Positive	Positive : AQTA, CCPF Stable pour les autres	Positive : AQTA, CCPF Neutre pour les autres
% de ménages en HLM	Négative	indéterminée	Baisse si le % de HLM augmente Neutre s'il reste stable Hausse s'il diminue
Résidence secondaire (pour 1000 habitants)	Positive	indéterminée	Hausse si le % de résidences secondaires augmente Neutre s'il reste stable Baisse s'il diminue
Effectifs Hébergement – Restauration (pour 1000 habitants)	Positive	Négative : Symeval, Lié, Frémur, Liffré	Baisse : Symeval, Lié, Frémur, Liffré
Effectifs Industries (pur 1000 habitants)	Positive	Négative	Baisse
Nombre de jour sans pluie entre Juin et Août	Positive	Positive	Hausse
Cumul de pluie entre Juin et Août	Négative	Indéterminée	Baisse si le cumul pluviométrique augmente

Illustration 5 : Tendances d'évolution des variables explicatives significatives, et impacts pour l'évolution de la consommation par habitant.

D'autres facteurs, comme le tourisme, qui ont une forte influence sur la consommation en eau, semblent, à la date de la présente étude, avoir atteint leur capacité maximale (en termes d'effectifs et d'emplois). Autrement dit, il n'est pas attendu une hausse marquée du tourisme dans les années à venir et donc une hausse des consommations en eau associée. L'industrie, qui a un effet positif sur les consommations en AEP, est un secteur en déclin en termes d'effectifs sur ces territoires, ce qui pourrait engendrer une baisse des consommations si cette tendance se poursuit.

Pour pouvoir conforter ce travail de prospective, il **paraît indispensable de mieux identifier la typologie et la classification des abonnés du service public d'eau potable**. Cela permettrait d'avoir des données de consommation plus robustes, et donc des résultats d'analyses plus sûrs. Mettre en place un observatoire des consommations d'eau est nécessaire, mais pour pouvoir comprendre et analyser ces valeurs et leurs évolutions, il est indispensable d'avoir également le maximum de données, à l'échelle la plus fine possible, sur les caractéristiques des ménages, de l'habitat, le tourisme, l'activité économique, etc. pour pouvoir les mettre en relation.

Enfin, pour pouvoir conforter ou infirmer les projections et saisir les évolutions socio-économiques susceptibles de changer les dynamiques en termes de consommations d'eau, il **paraît indispensable de répéter ce travail d'analyse à intervalles réguliers**.

b) Influence des facteurs de forçage

La partie à visée prospective a montré qu'il n'était pas possible de dégager de fortes tendances en fonction des facteurs externes testés.

L'étude SAUR réalisée à l'aide d'un algorithme « d'intelligence artificielle » n'a pas permis de dégager des tendances véritablement significatives (Rivallan et al, 2022).

Les déterminants climatiques (température, pluviométrie) jouent un rôle qui a été mesuré mais la « robustesse » limitée des tendances ne permet pas d'aller vers des modèles prédictifs s'appliquant à des variations futures plus importantes des hypothèses, sans parler des éventuelles ruptures de comportement des usagers.

Les autres facteurs testés (revenus, âge, famille) montrent des évolutions parfois contradictoires empêchant d'en tirer des conclusions généralisables.

Les résultats suivants qui sont ressortis de l'étude méritent d'être soulignés :

- le **contexte local joue un rôle majeur dans les orientations politiques à prendre**, compte tenu de la grande variabilité des comportements des différentes typologies d'abonnés, d'où **l'importance de la généralisation des observatoires locaux de l'eau pour chaque collectivité distributrice**.

La concaténation des informations dans des observatoires géographiquement plus étendus (bassins de production d'eau, départements, régions) apporterait par ailleurs une vision élargie très instructive ;

- le lien avec les facteurs climatiques ne sont pas assez solidement quantifiés pour permettre des hypothèses à long terme d'autant plus que de fortes variations climatiques peuvent induire des comportements de rupture chez les consommateurs ;
- après une phase de baisse régulière depuis le début des années 2000, la consommation domestique unitaire peut désormais être considérée comme stable voire en légère augmentation ce qui implique que l'évolution à moyen terme sera directement liée à l'évolution démographique, hors politique nouvelle d'économie d'eau. Il serait intéressant d'approfondir les raisons de cette stabilisation : arrêt de la baisse du nombre d'habitants par abonné, moindre impact des actions liées aux économies d'eau, tendance désormais limitée à l'économie d'eau des matériels électroménagers, etc.

D'une manière générale, le nombre d'abonnés continue de croître régulièrement. L'évolution démographique locale jouera donc un rôle déterminant ;

- localement, **l'impact de la consommation touristique peut jouer un rôle d'autant plus important qu'elle se concentre sur les périodes de pointe accentuant la pression sur la**

ressource et les capacités des infrastructures. Cette évolution devra être prise en compte (augmentation du nombre de vacanciers, évolution des hébergements et de la demande de confort) ;

- **la consommation industrielle parfois très significative n'a aucun caractère prévisible** étant liée aux évolutions économiques et en particulier au futur de l'industrie agroalimentaire et à la mise en place de politiques actives d'économie et de réutilisation de l'eau très liées à l'évolution de la réglementation ;
- la consommation agricole quasi totalement liée à l'élevage présente des tendances potentielles contradictoires : baisse significative en cours du nombre d'élevages, développement de la consommation liée aux évolutions technologiques et au bien-être animal, report pour des raisons sanitaires ou techniques vers le réseau public...

En conclusion, seule une analyse fine locale réalisée à partir des données des observatoires de l'eau et de la vision économique et agricole du territoire permettra aux décideurs d'orienter une politique pertinente d'alimentation en eau potable à moyen terme.

3.3. FOCUS SUR LES CONSOMMATIONS INDUSTRIELLES ET TOURISTIQUES

La consommation industrielle a fait l'objet d'un développement particulier au vu de son importance sur le réseau public (par exemple, de 20 à 30 % en volumes consommés sur le périmètre d'Eau du Morbihan et dans le département des Côtes d'Armor).

L'analyse effectuée par les partenaires du projet sur chaque périmètre montre :

- une évolution globalement en hausse de l'ensemble des besoins et des volumes d'eau consommés ;
- une tendance similaire pour les abonnés industriels, à savoir une augmentation lente et régulière depuis les années 2010, et une hausse en 2017, qui reste au même niveau depuis. Cette tendance reste à confirmer dans les années à venir ;
- un effet sécheresse hiver 2016/2017 probable, période à laquelle la consommation industrielle sur le réseau public a augmenté significativement ;
- une reprise de la dynamique économique, notamment en agro-alimentaire (augmentation du volume d'activité, reprise de sites, nouvelles installations).

En ce qui concerne les bases de données exploitées :

- **Base IREP** : l'intérêt de cette base est, outre ses données en libre accès, de pouvoir filtrer les différents usages et catégories d'activités. Cependant, basée sur des déclarations volontaires et variables dans le temps, son exploitation montre qu'elle n'est pas représentative en valeur absolue, car non exhaustive. Pour deux territoires sur quatre, elle n'est pas non plus représentative des tendances globales des volumes consommés à partir du réseau public.

Le présent travail permet d'alerter les utilisateurs potentiels sur la non-fiabilité de cette base, dont les données nécessitent d'être recoupées avec d'autres sources ;

- **Base BNPE** : cette base, également en libre accès, recouvre les données de prélèvement déclarées à l'agence de l'eau. Il reste cependant difficile de trier les différentes catégories d'usagers. Si elle différencie bien les prélèvements industriels dans le milieu, elle ne permet pas d'identifier les volumes consommés par les différentes catégories d'activités sur le réseau public d'eau potable. Elle permet cependant d'approcher et de quantifier le risque de report des consommations industrielles à partir de ressources privées sur le réseau d'eau potable. En ce sens, elle complète utilement les bases de données clientèles des services d'eau ;

- **Base clientèle** : La base de données clientèle des services publics d'eau potable est la seule base fiable pour caractériser la consommation industrielle sur le réseau public. Elle nécessite cependant une expertise gérée directement par les services car elle n'est pas publique en respect des dispositions du RGPD.

Face à ces constats, les orientations suivantes peuvent être mises en avant :

- compte tenu de la tension sur la ressource et du risque de conflits d'usages, des économies d'eau sont indispensables, quelle que soit l'activité ou la catégorie d'abonnés ;
- pour l'activité industrielle et notamment agroalimentaire, compte tenu de l'importance des volumes consommés sur certains sites (300 000, 500 000 m³/an) et de la prépondérance de cette activité en termes de volumes consommés par les entreprises, une baisse visible et efficace des consommations sur le réseau public (impact sur la ressource et sur les infrastructures) doit passer par une démarche progressive d'économie, puis de recyclage et *in fine* de « REUSE ».

Cette dernière étape, soumise à de très nombreuses contraintes en agroalimentaire, notamment sanitaires et réglementaires, permettrait de générer une baisse de consommation significative.

Des questionnements et des pistes :

- compte tenu de la dynamique économique actuelle, les démarches d'économies d'eau et les projets de « REUSE » se traduiront-ils par une économie nette ou permettront-ils de compenser une évolution d'activité et donc de stabiliser les consommations ?
- les potentiels nouveaux projets industriels se tourneront-ils vers le réseau public ou vers des ressources en propre ? La disposition 7B2 (plafonnement des prélèvements en période de basses eaux) du SDAGE 2022-2027 ne permettant pas de nouveau prélèvement hors prélèvements destinés à l'eau potable ne va-t-elle pas engendrer un « effet pervers », incitant les entreprises à solliciter le réseau public ? A minima, un observatoire semble judicieux pour suivre ces évolutions potentielles ;
- afin de caractériser et d'approcher le risque de report de consommation sur le réseau, une piste consistant à contacter un panel représentatif d'industriels pourrait permettre d'analyser le comportement et les motivations des choix de prélèvements entre les ressources privées et le réseau public.

3.4. MESURES D'ÉCONOMIES D'EAU ENVISAGÉES

Quelle que soit l'activité (industrie, agriculture, tourisme) et l'abonné (particulier, entreprise, service public), la vigilance et des efforts d'économies sont indispensables, face à la stabilité voire la diminution des volumes globaux disponibles, en lien avec le changement climatique, afin de partager la ressource entre les différents usages.

L'été 2022 avec sa sécheresse exceptionnelle démontre l'absolue nécessité de développer une politique d'économie d'eau réellement opérationnelle qui aille au-delà des campagnes de sensibilisations généralistes qui ont atteint leurs limites.

Si l'évolution des besoins reste, au final, globalement peu prévisible à long terme au-delà de la prise en compte de l'évolution de la population, l'étude a montré qu'il existe des pistes d'économies d'eau. Dans chaque territoire, l'effort devra porter en priorité sur les types d'abonnés les plus consommateurs.

a) Les industriels

Le résultat le plus facilement atteignable porte sur l'industrie. La démarche ECOD'O développée initialement dans le Morbihan et intégrée dans « Eau pour Demain » est en cours de généralisation et doit être généralisée à tous les départements bretons et doit être approfondie.

Le SMG Eau 35 a, de son côté, lancé la réalisation d'expertises eau auprès de 40 installations industrielles et de tourisme sur l'ensemble du département, hors CEBR qui met déjà en place des actions similaires. Il s'agit de réaliser un bilan de consommations d'eau permettant de proposer des actions d'économie et un accompagnement à leur réalisation (recherche de financement, lien avec des partenaires techniques pour leur mise en place).

Dans le cadre de la REUT, la réglementation française stricte et contraignante place notre pays en queue de peloton européen dans ce domaine : moins de 1 % des eaux usées épurées sont réutilisées, loin derrière l'Italie et l'Espagne qui utilisent entre 8 et 14 % de leurs eaux usées traitées et très loin d'un pays comme Israël avec 80 % de « REUT ».

b) Les usagers domestiques

Dans le but de tenter d'aller plus loin dans l'analyse du comportement des usagers domestiques et de leur impact sur la consommation d'eau, le SDAEP22 se propose de réaliser un complément d'étude en réalisant une analyse fine sur un secteur identifié et limité dans une ou deux collectivités tests. Cette étude viendra enrichir les quelques études déjà réalisées dans ce domaine en France en secteur urbain :

- dans ces zones une étude historique des consommations des abonnés sera réalisée ;
- en lien avec l'exploitant, une rencontre sera organisée avec chaque abonné pour chercher à bien cerner les particularités éventuelles de sa consommation d'eau, sa perception et ses efforts en termes d'économie d'eau ;
- en complément de cette action de sensibilisation, il lui sera proposé la mise en place gratuite d'un kit d'économie d'eau (mousseurs économiseurs et limiteurs de débit de douche) et, si nécessaire, un réducteur de pression individuel sera posé ;
- la consommation individuelle et globale sera ensuite suivie dans le temps sur une durée d'au minimum 2 ans pour évaluer l'impact de ce type de mesures. Deux relevés complémentaires seront réalisés pour discriminer les consommations d'hiver et d'été.

c) Les usagers agricoles

Une enquête a été lancée par la chambre régionale d'agriculture et l'UGPVB⁴ pour mieux cerner l'évolution et les causes des variations des besoins en eau. Une exploitation des données recueillies par département devrait être possible.

Des démarches complémentaires sont envisagées avec une coopérative et ses adhérents.

De son côté, le SMG Eau 35 a lancé la réalisation d'expertises eau auprès de 30 exploitations agricoles (diagnostics des consommations d'eau, propositions d'actions d'économie d'eau adaptées et leur suivi) sur les territoires nord CEBR et du bassin versant du Couesnon par la CRAB⁵. Pour cela, une convention est mise en place entre le SMG Eau 35 et la CRAB. L'action a débuté en septembre 2021.

⁴ UGPVB : Union des Groupements de Producteurs de Viande de Bretagne

⁵ CRAB : Chambre Régionale d'agriculture de Bretagne

Par ailleurs, un partenariat technique est mis en œuvre entre la Chambre d'agriculture et Eau du Morbihan afin de réaliser des audits dans une douzaine d'élevages du périmètre Centre Morbihan et Baud communautés pour caractériser les consommations, les usages, les sources d'économies, mais également pour identifier les pistes d'optimisation des forages privés pour éviter les reports massifs sur le réseau public. Ces diagnostics, menés par la chambre d'agriculture, se basent sur un échantillon d'élevages pré-identifiés à partir des données du service clientèle (+ de 500 m³/an), dont la base a été fiabilisée pour la mise en œuvre de l'observatoire.

d) Les activités touristiques

Sur le volet « consommation du tourisme », Eau du Morbihan a accompagné la communauté de communes AQTA⁶ et son exploitant SAUR dans une démarche consistant à croiser les données de consommation avec les données de déclaration des taxes de séjour, afin d'identifier une catégorie de « non professionnels du tourisme » au sein des abonnés dit domestiques et de caractériser l'évolution de leur consommation. Une convention reposant sur les indispensables précautions en lien avec le RGPD a été conclue entre SAUR et AQTA en ce sens.

3.5. ANALYSE DE LA CONSOMMATION EN EAU POTABLE À PARTIR DES FICHIERS DE FACTURATION - GUIDE MÉTHODOLOGIQUE ET APPLICATION

Ce rapport (Hévin G., Rinaudo J.-D., Montginoul M. (INRAE) 2023. *Analyse de la consommation en eau potable à partir des fichiers de facturation - Guide méthodologique et application. Rapport final V1. BRGM/RP-73025-FR*) présente une méthode permettant d'analyser le niveau et les tendances d'évolution de la consommation des différentes catégories d'utilisateurs à partir des données contenues dans les fichiers de facturation.

Cette méthode, développée par INRAE en partenariat avec le BRGM dans le cadre de projets de recherche antérieurs, a été adaptée et améliorée dans le cadre du projet « De l'Eau Pour Demain », en collaboration avec les syndicats bretons gestionnaires du service d'eau potable associés au projet.

Ce rapport se focalise sur une présentation de la méthode afin de permettre à des collectivités qui souhaiteraient réaliser une étude similaire de rédiger un cahier des charges. L'analyse proposée dans cette méthode permet (i) de mieux appréhender la part de la consommation totale imputable à différents types d'abonnés ; (ii) de calculer des ratios unitaires de consommation pour une grande diversité d'utilisateurs ; (iii) d'analyser l'hétérogénéité spatiale de ces ratios de consommation et (iv) de caractériser les tendances d'évolution de la consommation des différents types d'abonnés.

L'analyse a porté sur deux périmètres du service de Distribution de Eau du Morbihan, l'un exploité par SAUR, l'autre par VEOLIA. Le rapport présente les résultats d'une application de la méthode à deux secteurs de distribution dans le Centre Morbihan, gérés par la SAUR pour le compte du syndicat départemental Eau du Morbihan. Le rapport présente différents types de graphiques ou représentations (exemples en Illustration 6 et Illustration 7) qui peuvent être demandés dans le cadre d'une consultation adressée à un prestataire spécialisé ou dans le cadre d'un contrat de délégation. La méthode a également été appliquée à deux autres collectivités, le Syndicat du Lié (département des Côtes d'Armor) et la communauté de communes du Pays Bigouden sud (Finistère). Les résultats de cette analyse ont alimenté une réflexion portée dans Rivallan *et al.*, 2022.

⁶ AQTA : Auray Quiberon Terre Atlantique

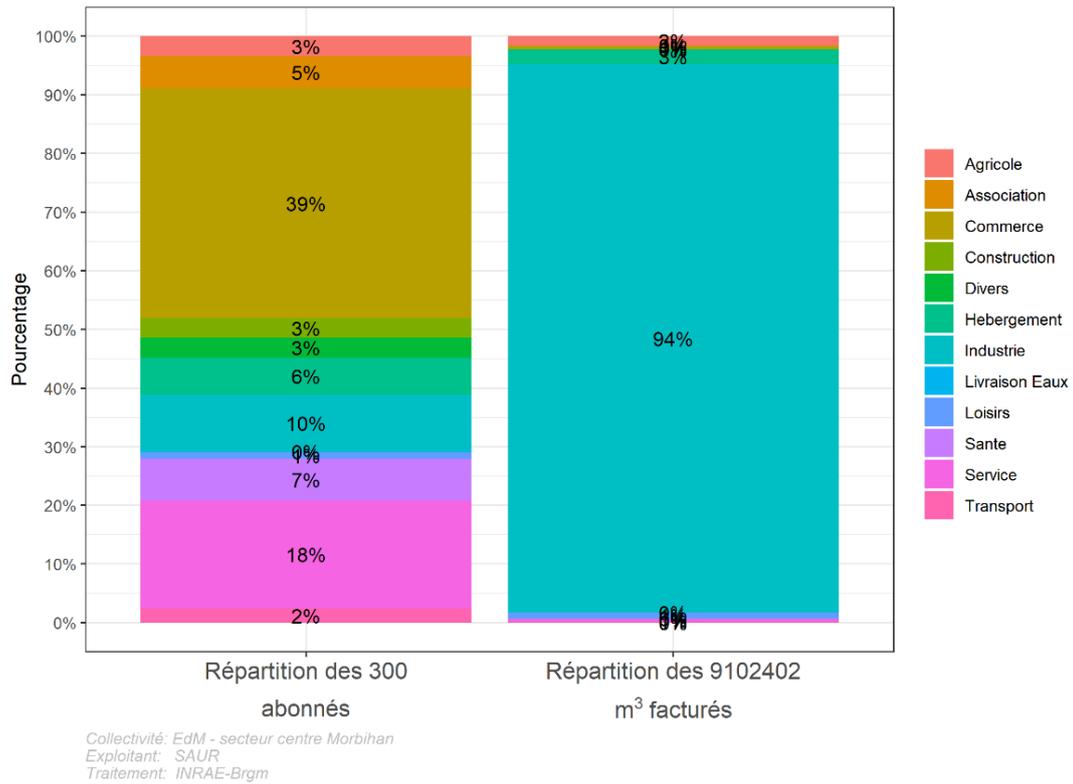


Illustration 6 : Répartition des abonnés économiques et de leurs consommations par activité entre 2011 et 2021 sur le secteur centre Morbihan (source : INRAE-Brgm).

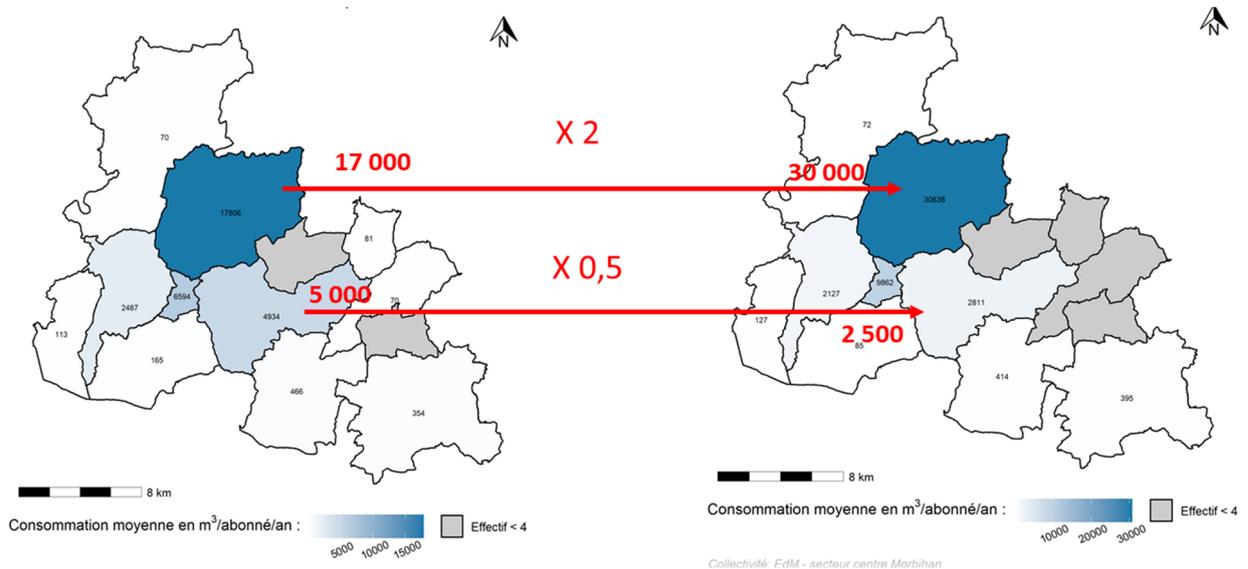


Illustration 7 : Comparaison de la consommation moyenne des abonnés économiques entre 2015 et 2020. Source : INRAE-Brgm.

4. Axe 2 : Mieux connaître le fonctionnement des ressources en eaux en Bretagne

La résilience de l'approvisionnement en eau potable à l'échelle régionale passe par une connaissance des ressources naturelles exploitées qu'elles soient superficielles (Deconchy *et al.*, 2022) ou souterraines (Boisson *et al.*, 2023) et des difficultés passées rencontrées (Deconchy *et al.*, 2023).

Ce second axe de travail portant sur le fonctionnement des ressources en eaux de Bretagne a fait l'objet de la rédaction des rapports suivants :

- Boisson, A., Lucassou, F., Boivin, B., 2023. Dynamiques annuelles et pluriannuelles des ressources en eau en Région Bretagne - Projet : Eau Pour Demain (No. RP-73058-FR). BRGM ;
- Deconchy, A., Berrehouc, G., Bedjil, H., Doyonnard, D., 2022. Indicateurs de gestion hydrologique des retenues utilisées pour la production d'eau potable. De l'Eau Pour Demain ;
- Deconchy, A., Jehanno, F., Cauet, Y., Ainaoui, M., Barraï, N., Goarnisson, J.-M., 2023. Analyse rétrospective des difficultés opérationnelles rencontrées par les gestionnaires de services d'eau potable au cours des situations de crise - Action 2A. De l'Eau Pour Demain.

4.1. RETOUR D'EXPÉRIENCE DES ÉVÈNEMENTS DE SÉCHERESSE ET DE SITUATIONS DE CRISES

Les syndicats AEP et leurs partenaires doivent régulièrement faire face à des situations de crise aux origines diverses : pollution sur une ressource, arrêt accidentel d'une usine ou d'une interconnexion majeure, sécheresse. La bonne gestion de ces épisodes plus ou moins prolongés constitue un axe important de résilience des systèmes d'eau potable. Elle implique la mise en mouvement de nombreux acteurs et leviers.

Les systèmes AEP des quatre départements bretons présentent des enjeux assez similaires avec une sensibilité aux pollutions et sécheresse car la majorité des prélèvements se font en rivières et barrages. Par ailleurs, selon les départements, les risques de casse réseau ou de panne d'usine sont plus ou moins compensés par des systèmes d'interconnexions. Ces systèmes de sécurisation sont aujourd'hui fragilisés par la hausse des besoins en eau potable.

Les échanges entre les syndicats des quatre départements bretons ont mis en avant le rôle central des interconnexions lors des gestions de crise. Ces ouvrages sont indispensables pour pallier l'arrêt plus ou moins prolongé d'une ressource ou une casse et éviter les coupures d'eau. Toutefois, leur mobilisation en période de crise nécessite plusieurs préalables qui doivent être anticipés. Par ailleurs, il a été identifié l'importance de disposer de données complètes et fiables sur les ressources. Les échanges ont permis de développer trois axes d'amélioration principaux sur 1) la compilation des données sur l'ensemble des ressources à un pas de temps régulier et à une échelle départementale, 2) la mise en place de prélèvements différenciés au cours de l'année suivant le type de ressources et 3) l'importance de disposer d'outils de gestion des ressources superficielles et souterraines.

La coordination et l'échange continu d'informations entre les différents acteurs est une nécessité pour permettre une prise de décision rapide et efficace lors des périodes de crise.

4.2. GESTION DES RETENUES UTILISÉES POUR L'AEP

L'alimentation en eau potable de la Bretagne repose principalement sur l'exploitation de ressources superficielles (barrages, cours d'eau) et, dans une moindre mesure, de ressources souterraines. Les retenues constituent les principales ressources utilisées pour l'eau potable en Bretagne, et jouent un rôle essentiel en période d'étiage. Elles permettent notamment la continuité des prélèvements pour l'eau potable et le soutien d'étiage dans les cours d'eau, lorsque le débit réservé peut être maintenu.

Les gestionnaires des retenues d'eau utilisées pour l'eau potable en Bretagne sont nombreux et de natures diverses : conseils départementaux, syndicats départementaux d'eau potable, syndicats locaux, établissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB), communautés de communes. La plupart de ces acteurs disposent de courbes de gestion des retenues permettant de piloter la gestion des ouvrages et d'alerter en cas de risque de vidange ou de non-remplissage des retenues. Cependant, ces outils se basent sur des méthodes et des hypothèses très différentes d'un territoire à l'autre. Leurs conclusions sont donc difficilement comparables, ce qui peut gêner la prise de décision en gestion préventive des sécheresses ou en périodes de crise. La plupart des courbes de gestion se basent sur une analyse rétrospective des données hydrologiques sur les dernières décennies qu'il est nécessaire d'adapter pour évaluer l'impact des changements climatiques en cours et à venir.

L'étude menée dans le cadre du projet Eau pour demain qui concernant la gestion des retenues, a visé plusieurs objectifs :

- comparer les modes de gestion des différentes retenues utilisées pour la production AEP en Bretagne : type de prélèvement, lien entre les usages, hypothèses sous-jacentes aux courbes de gestion ;
- estimer le poids respectif des différents paramètres jouant sur la vidange des retenues : débits d'entrée, débits réservés, prélèvements AEP, évaporation, infiltration, etc. ;
- évaluer la résilience des retenues à des modifications de ces paramètres, sous l'effet de changements climatiques, de réglementation ou d'usages (exemple : hausse des prélèvements AEP) ;
- proposer un outil simplifié d'évaluation en temps réel de la situation des retenues vis-à-vis des risques de défaillance quantitative des ressources.

La méthode retenue vise à produire des indicateurs communs simples de niveaux de risques applicables aux différentes retenues et disponibles au sein d'un outil opérationnel.

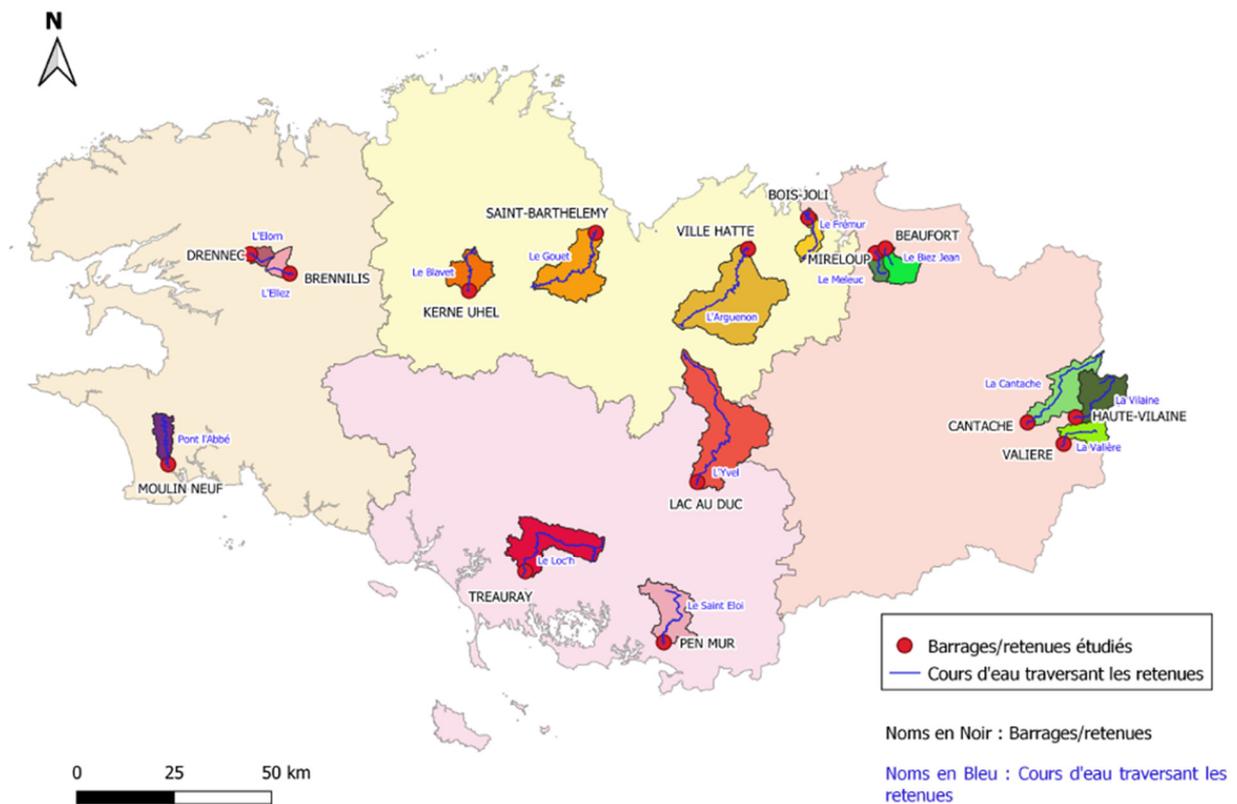


Illustration 8 : Principaux barrages et retenues de la région Bretagne étudiés durant le projet de l'Eau pour Demain (Source : Deconchy et al., 2022).

L'analyse des différentes retenues a permis de définir une méthode de travail standard afin de pouvoir évaluer les risques de défaillance d'une retenue utilisée pour l'AEP. Cette méthode est basée sur 1) la collecte de données et la rencontre des gestionnaires du site, 2) l'évaluation des débits entrants grâce à l'outil SIMFEN⁷ sur les 20 dernières années, 3) l'évaluation des débits prélevés pour l'AEP par la meilleure base de données disponible auprès des gestionnaires, 4) l'évaluation du débit sortant en étiage, 5) l'estimation du bilan pluie-évaporation sur la retenue, 6) la création d'un schéma simplifié de fonctionnement de la retenue. Enfin, il est aussi nécessaire d'évaluer, au moins qualitativement, les possibilités de modification en période de crise de ces paramètres : dérogation aux débits réservés possibles ou non, possibilités de diminuer le prélèvement AEP grâce à des interconnexions.

Ces éléments ont amené à **définir un indicateur commun** pour l'ensemble des ouvrages. L'indicateur le plus pertinent retenu pour la gestion des retenues en période d'étiage prononcé est la « **durée d'autonomie théorique** ». Cette dernière correspond au nombre de jours pendant lesquels la retenue peut assurer l'ensemble de ses fonctions, en mode normal ou dégradé, en cas d'année sèche. Cet indicateur est calculé sur la base des prélèvements attendus et des débits entrants minimaux simulés par l'outil SIMFEN sur les 10 dernières années (« année la plus sèche »). Cette durée théorique peut être calculée en début de période d'étiage, avec une retenue pleine (indicateur descriptif) ou bien en temps réel lors de l'étiage (indicateur dynamique).

⁷ SIMFEN est un Service Interopérable de Modélisation des Flux d'Eau Naturels permettant le calcul des débits en tout point du réseau hydrographique de Bretagne - <https://geosas.fr/simfen/>

Un **outil simple de calcul** a ensuite été développé afin d'évaluer l'incidence d'un changement d'un des paramètres de fonctionnement de la retenue. Une illustration de l'outil est fournie Illustration 9.

Cet outil, maintenant disponible, peut être utilisé pour une première évaluation de l'incidence de modifications attendues dans les années à venir : baisse des débits entrants en étiage, hausse de l'évaporation, besoins en eau potable en augmentation... Différents scénarios d'évolution ont été testés sur un échantillon de barrages.

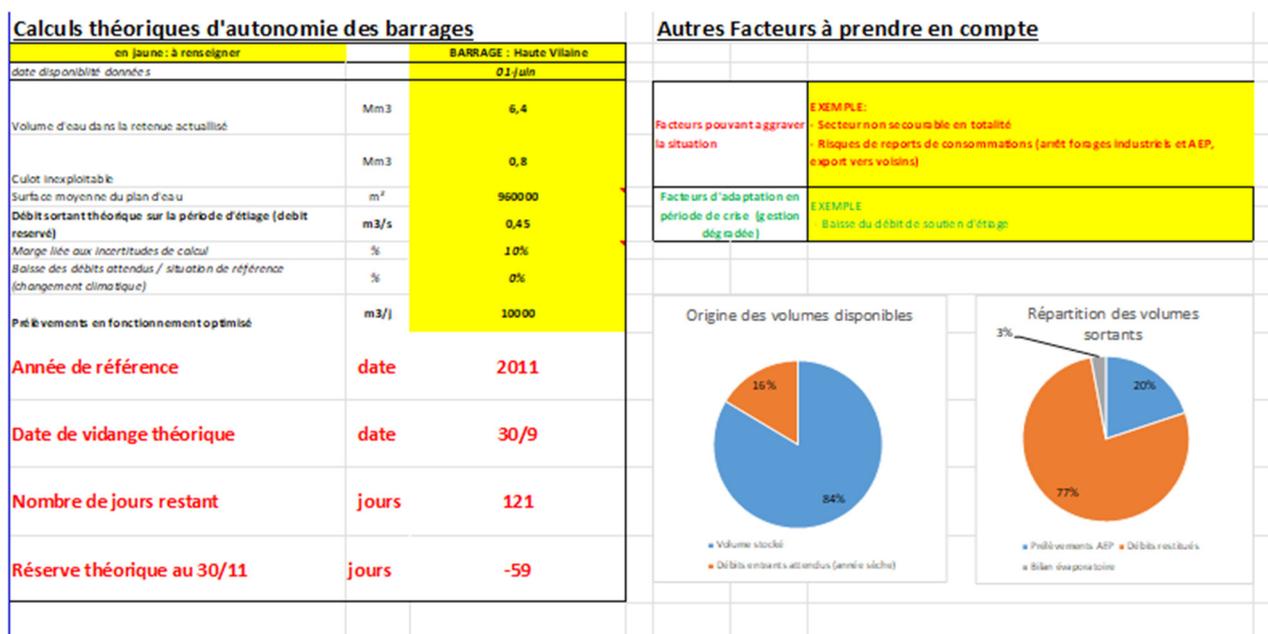


Illustration 9 : Outil de suivi des barrages – exemple d'estimation des capacités restantes sur le barrage de la Haute Vilaine (Source : Deconchy et al., 2022).

À la suite de cette étude, des compléments pourraient être apportés afin d'améliorer la méthode de comparaison des risques de défaillance des retenues avec une extension à d'autres retenues stratégiques pour la production d'eau potable et développer un outil plus opérationnel.

4.3. DYNAMIQUES ANNUELLE ET PLURIANUELLE DES RESSOURCES EN EAU À L'ÉCHELLE RÉGIONALE

Les propriétés hydrodynamiques (perméabilité, emmagasinement) des aquifères de socle (granites et schistes) sont difficilement quantifiables et généralisables à l'échelle régionale. De ce fait, à cette échelle les différenciations des propriétés hydrodynamiques entre les différentes lithologies des aquifères restent très peu connues. Cependant, cette connaissance est essentielle à la fois pour la recherche de nouvelles ressources, l'anticipation de l'impact d'évènements climatiques (sécheresses) et la gestion des ressources à la fois pour l'AEP, mais aussi pour évaluer les risques de report de forages domestiques ou agricoles sur le réseau en eau potable (report des consommations depuis les forages particuliers vers le réseau public lorsque ces ressources ont vu leur productivité baisser).

En domaine de socle, une structure d'aquifère stratiforme découlant de l'altération peut être décrite de la surface vers la profondeur par trois zones en fonction de l'altération et de la fracturation rencontrée. Au plus proche de la surface, **les altérites** constituent un horizon meuble riche en argiles provenant de la décomposition *in situ* de la roche mère. En raison de sa composition

argilo-sableuse, les altérites ont une porosité effective importante souvent comprise entre 3 et 10 %. Elles sont donc souvent considérées comme ayant un **rôle capacitif**. En revanche, leur conductivité hydraulique est généralement faible et est généralement comprise entre 10^{-6} et 10^{-8} m/s. En dessous, l'**horizon fissuré** se caractérise par une fissuration très dense dans les premiers mètres qui décroît par la suite avec la profondeur à partir d'un maximum obtenu à l'interface entre la base des altérites et l'horizon fissuré. Dans les roches isotropes (granitoïdes) ou à foliation verticale, cette fissuration est dominée par les fractures sub-horizontales. Cet horizon fissuré peut avoir localement une forte conductivité hydraulique et assure le **rôle transmissif de l'aquifère**. En dessous de l'horizon fissuré, la roche saine n'est perméable que très localement à la faveur de fractures d'origine tectonique. Un schéma conceptuel des aquifères de socle est présenté Illustration 10.

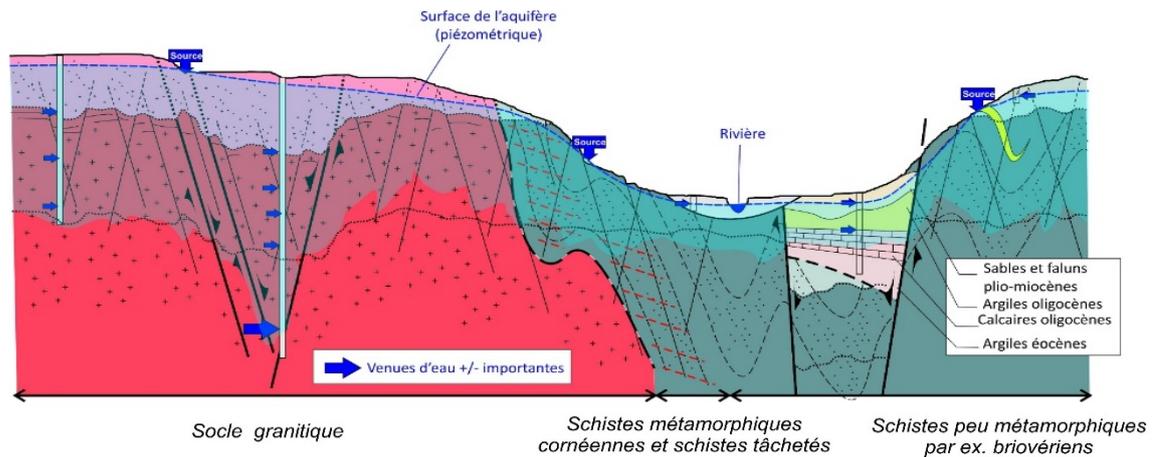


Illustration 10 : Schéma conceptuel des aquifères de socle bretons (Schroëtter et al., 2020).

Les analyses réalisées dans le cadre de cette étude montrent qu'il existe des différences de comportement des bassins versants, selon leurs lithologies, à l'échelle de la région. Ces différences étaient pressenties mais elles n'étaient auparavant pas quantifiées. Pour ces raisons, des analyses complémentaires ont été réalisées pour valider les différences de propriétés et dynamiques des eaux souterraines en fonction des lithologies.

Cette conclusion est fondée sur la base d'une analyse des éléments suivants :

- Position géographique des sources et relation avec les lithologies ;
- Paramètres hydrodynamiques ;
- Productivité des champs captant ;
- Contribution des différentes lithologies aux cours d'eau (Base flow index) ;
- Temporalité des phases de recharge et d'étiage des piézomètres ;
- Temporalité des phases de crue et récession des cours d'eau ;
- Cyclicité des variations piézométriques.

L'analyse conjointe des contributions des différentes lithologies aux cours d'eau et la répartition des sources indiquent que les roches plutoniques tendent à avoir un soutien d'étiage plus marqué alors que les roches méta-sédimentaires ont des soutiens d'étiages plus faibles (et des propriétés hydrodynamiques des aquifères associés relativement plus limitées). Ces différences n'étaient que peu marquées par l'analyse des paramètres hydrodynamiques des aquifères. Cette étude montre des indicateurs de comportements et une dynamique générale mais ne fournit pas une quantification directe des propriétés hydrodynamiques.

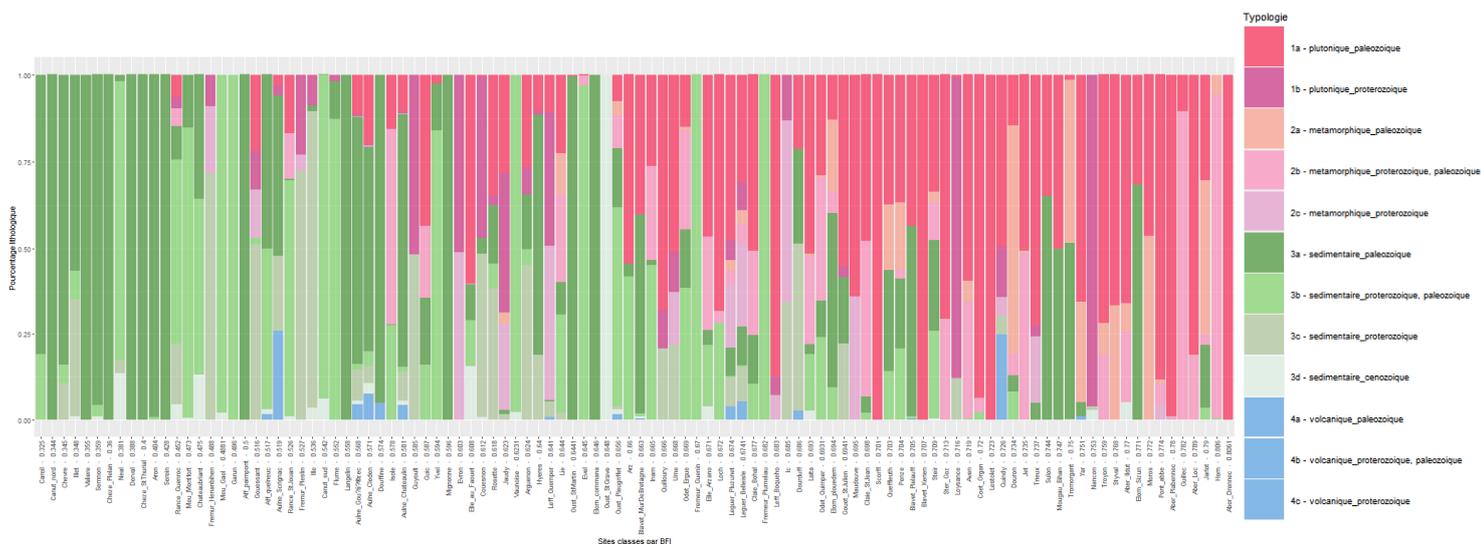


Illustration 11 : Bassins versants bretons classés par Base Flow Index (indicateur de soutien d'étiage) et pourcentages des catégories géologiques associées. De gauche à droite augmentation du soutien des nappes aux cours d'eau (source : Boisson et al, 2023).

Les analyses montrent aussi que l'inertie de la recharge et la vidange des aquifères sur le territoire présente une certaine hétérogénéité. Bien que les différences de comportements hydrodynamiques des aquifères et bassins versants de différentes lithologies soient limitées, elles permettent des soutiens d'étiages plus ou moins longs avec des différences de l'ordre du mois à trois mois. Bien que celles-ci puissent paraître faibles, à l'échelle régionale où la majorité des ressources en eau sont sur des roches de socle, cette différence peut permettre dans certains cas une gestion différenciée entre les territoires bretons. La capacité de recharge peut être plus limitée lors d'années où la période de recharge est concentrée et diminuer la résilience face à des successions de sécheresses.

Un clair gradient est-ouest est observable sur les piézomètres (Illustration 12) et reste visible sur les cours d'eau bien que nettement moins marqué. Le rôle de la géologie sur cette inertie est identifiable en prenant en compte l'âge des formations en séparant notamment roches hercyniennes et cadomiennes. De même pour les schistes paléozoïques, une différence marquée existe entre le Finistère et l'Ille-et-Vilaine. Bien que ces formations soient des schistes d'âges similaires, ces formations ont des compositions très différentes qui se reflètent sur la dynamique des ressources en eaux.

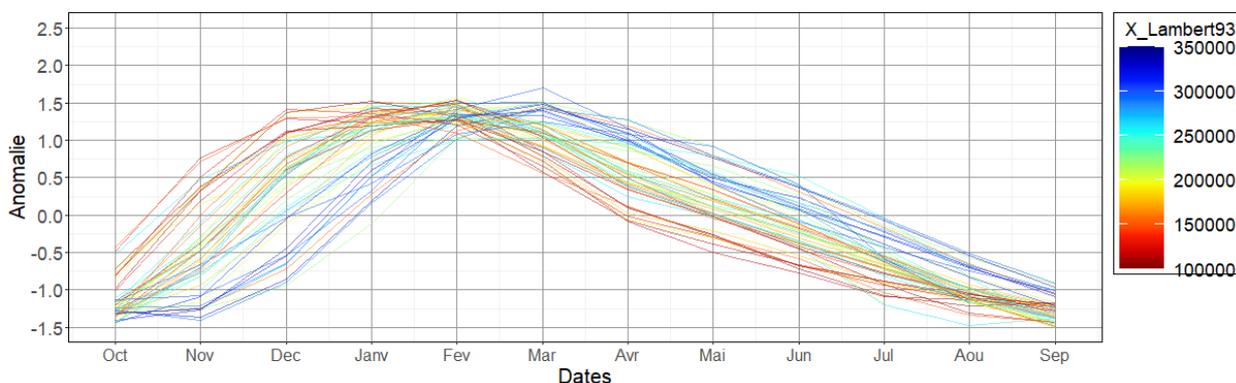


Illustration 12 : Moyennes mensuelles (centrées-réduites) de l'ensemble des piézomètres de Bretagne classés d'est en ouest par code couleur (Est bleu – Ouest rouge) (source : Boisson et al, 2023).

La dynamique des ressources en eau a été étudiée par l'analyse des écarts aux normales des différents compartiments du cycle de l'eau. Les travaux ont pour but de reconstituer les tendances d'évolution des ressources en eaux à l'échelle de la région en intégrant à la fois des variables climatiques (précipitations et évapotranspiration potentielle (ETP)), hydrologiques (débit des cours d'eau) et hydrogéologiques (niveaux piézométriques). Les résultats montrent que si l'évolution de l'ETP est en hausse sur toute la région Bretagne, les précipitations comme les débits des cours d'eau et les niveaux piézométriques (Illustration 13) présentent des oscillations mais restent relativement stables.

Les ressources en eau souterraine à l'ouest de la région ont des cycles de recharge/vidange purement annuels et leurs anomalies sont extrêmement corrélées aux anomalies de précipitations annuelles. À l'inverse, sur l'est de la région, il existe un décalage temporel entre les anomalies de précipitations et les anomalies des ressources souterraines. Ce décalage semble s'accroître sur les dernières années. Ces ressources souterraines, globalement moins perméables et avec une inertie plus grande peuvent être plus sensibles à des successions de sécheresses que les ressources souterraines de l'ouest qui vont avoir tendance à se vidanger naturellement chaque année. En raison de l'effet mémoire pouvant perdurer, ces ressources peuvent être plus sensibles à des successions de sécheresses ou à des recharges faibles en hiver (sécheresses hivernales). Ces éléments s'observent aussi sur les cours d'eau dans une amplitude moindre. L'impact des sécheresses hivernales semble plus marqué à l'est qu'à l'ouest, l'est étant globalement plus vulnérable.

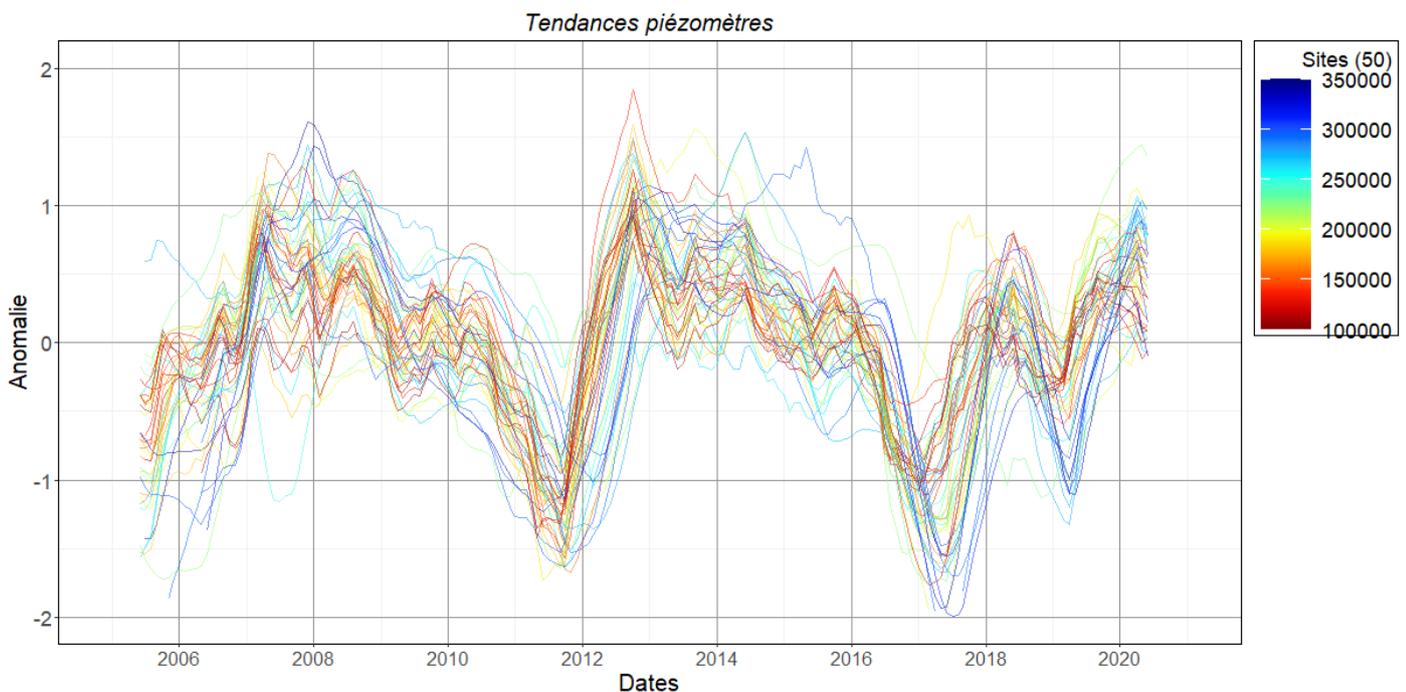


Illustration 13 : Chroniques piézométriques normalisées de l'ensemble des piézomètres de Bretagne classés d'est en ouest par code couleur selon leurs coordonnées en Lambert93 (Est bleu – Ouest rouge) (source : Boisson et al, 2023).

Les anomalies d'évolution des ressources souterraines ou sur des périodes plus longues de cours d'eau permettent de reconstituer l'historique jusqu'aux années 1970 (ex :Illustration 14). Ces reconstitutions très semblables sur tout le territoire montrent que la sécheresse de 1976 reste la plus intense et que la période 1989-1991 reste la période de déficit la plus longue. Bien que les sécheresses récentes de 2011, 2016, 2019 et 2022 soient moins intenses, leur fréquence semble augmenter. Les successions de sécheresses rapides sur la Vilaine notamment n'avaient pas été observées par le passé.

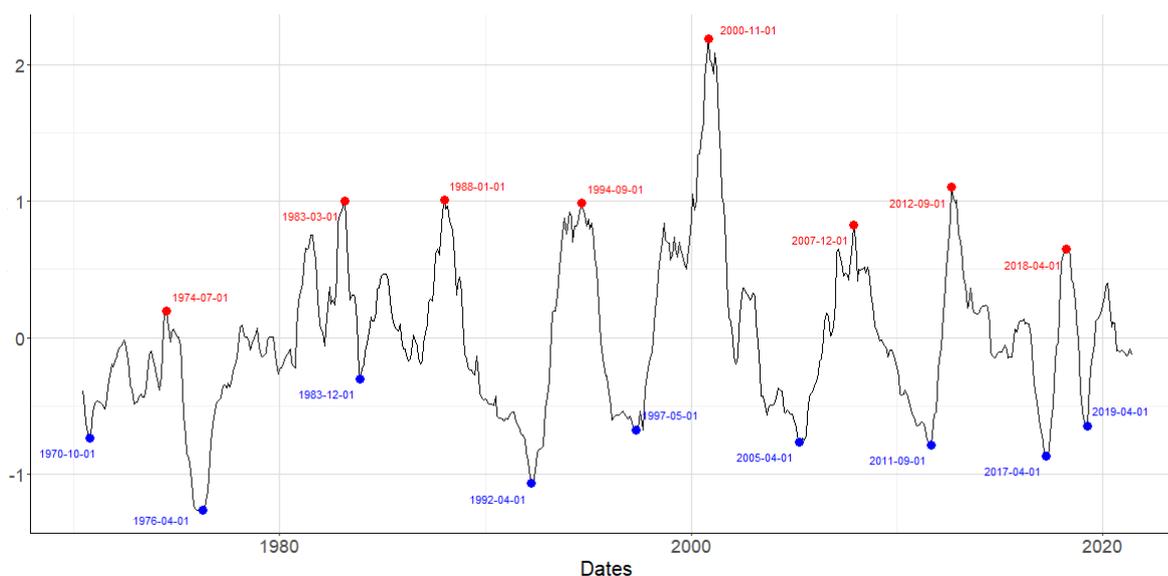


Illustration 14 : Identification des périodes de sécheresses (minima) et des périodes humides (maxima) sur la chronique des écarts aux normales mensuelles pour la Vilaine à Vitré (source : Boisson et al, 2023).

L'ETP présente une augmentation sur l'ensemble de la région Bretagne mais ne semble pas avoir à l'heure actuelle, un impact direct systématique sur les ressources en eau, en induisant une tendance à la baisse pour les cours d'eau et piézomètres. Cependant, les anomalies d'ETP peuvent avoir un lien avec les ressources en eau et prendre de l'importance lors de certains événements, tels que les sécheresses. Les comparaisons des anomalies des chroniques de niveau piézométrique et de débit montrent une bonne corrélation avec les anomalies de précipitations et d'ETP, ce qui semble indiquer une amplification du risque de sécheresses par rapport à un apport de précipitations identique dans le passé. Les évaluations sur les périodes de recharge et l'amplitude des battements de nappe ont montré des résultats variables entre les différents points du territoire et des faibles amplitudes de variations. Si de légères tendances semblent ressortir, celles-ci ne sont pas marquées et sont à prendre avec précaution.

4.4. IMPACT DU CLIMAT SUR LES RESSOURCES EXPLOITÉES

L'évolution de la demande en eau est au cœur des préoccupations des gestionnaires en raison de l'évolution démographique, de l'évolution économique de la région Bretagne et des variations climatiques à venir. Le climat et notamment les périodes de sécheresse ont un impact sur la demande en eau mais les liens entre climat et ressources exploitées restent peu quantifiés.

Aussi, l'objectif a été de développer dans le cadre du projet « De l'Eau pour Demain » une méthode permettant de fournir de manière synthétique les informations nécessaires pour identifier et quantifier, sur des zones relativement larges, la dépendance des ressources à des pressions climatiques. Il a été décidé d'aborder la question de la résilience de la ressource en eau sous l'angle de la vulnérabilité de la ressource exploitée (prise en compte du mode d'exploitation, tel que l'assèchement des ouvrages et le report sur d'autres éléments du réseau AEP ; report des consommations depuis les forages particuliers vers le réseau public lorsque ces ressources ont vu leur productivité baisser). Pour ce faire, il a été décidé de documenter les variations pluriannuelles de productivité et de sollicitation des ressources en eau exploitées et d'identifier leurs relations au climat.

L'étude a été réalisée sur le territoire desservi par le Syndicat Mixte de l'Aulne (SMA). Les comparaisons entre variations climatiques, piézométriques et données de production par type d'installation (puits peu profonds, forages profonds et ressources superficielles) ont été mises en œuvre. Une illustration des variations annuelles de niveau piézométrique et de production est fournie en Illustration 15. Cette figure montre les similitudes entre les variations de niveaux piézométriques (en haut à gauche) et la production d'eau potable aux puits (en haut à droite). Cette baisse de production estivale se reporte sur les ressources superficielles (en bas à gauche) qui doivent produire d'avantage en été. Les forages (en bas à droite) ont une production relativement constante toute l'année.

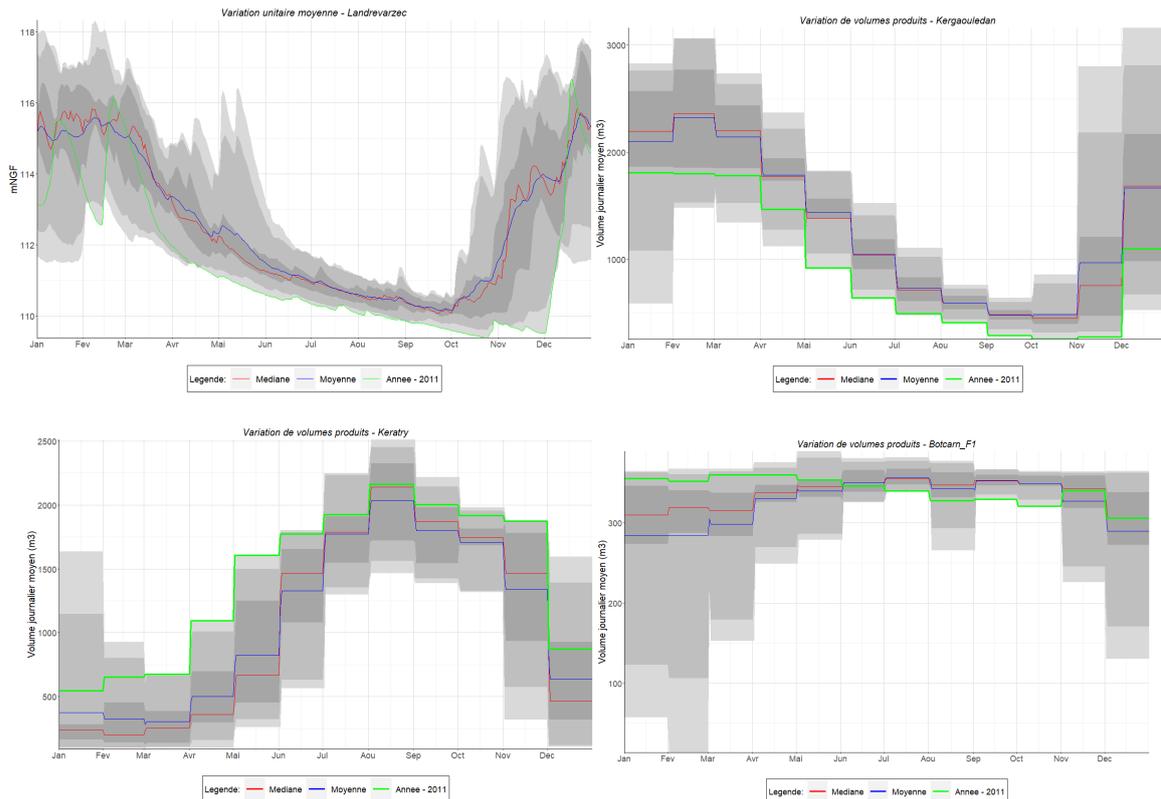


Illustration 15 : Comparaison entre les niveaux piézométriques annuels et les moyennes productions par sites de différents types. L'année 2011 représente l'année la plus sèche de la série temporelle (2011-2020).

De haut en bas sont présentés : les niveaux au piézomètre de Landrevarezec, la production de Kergaouledan (puits), de Keratry (superficielle) et de Botcarn F1 (forage). Les lignes rouges et bleues représentent respectivement les médianes et moyennes mensuelles et les lignes vertes la production de l'année mentionnée (source : Boisson et al, 2023).

La généralisation sur les ouvrages analysés (Illustration 16) ayant des données montre que les puits ont une perte de production moyenne entre l'hiver et l'été de près de 50 %. Les forages plus profonds, bien que moins représentés, n'avaient pas de perte de productivité. Les sites ayant à la fois des puits et des forages plus profonds maintenaient une productivité correspondant à 90 % de leur capacité. Dans cette configuration si les puits sont exploités en priorité, les forages prennent le relai lorsque la baisse de productivité est observée. Bien que captant la même ressource, cette procédure permet d'améliorer la résilience du point de production. Ces baisses de productivité se répercutent sur les ressources de surface (réserves) plus sollicitées l'été. Bien que ces sites aient des productions généralement plus faibles, ils sont nombreux et peuvent induire un fort report sur les ressources de sécurisation. Dans le cas du SMA, les estimations réalisées

montrent que les variations de production entre une année humide telle que 2000 par rapport à une année sèche telle que 2011, le volume distribué par le SMA est en hausse de 50 % (respectivement de 3,4 Mm³/an et 5,1 Mm³/an,). Les volumes distribués sont très fortement corrélés à la disponibilité de la ressource (analyse sur la période 2010-2021).

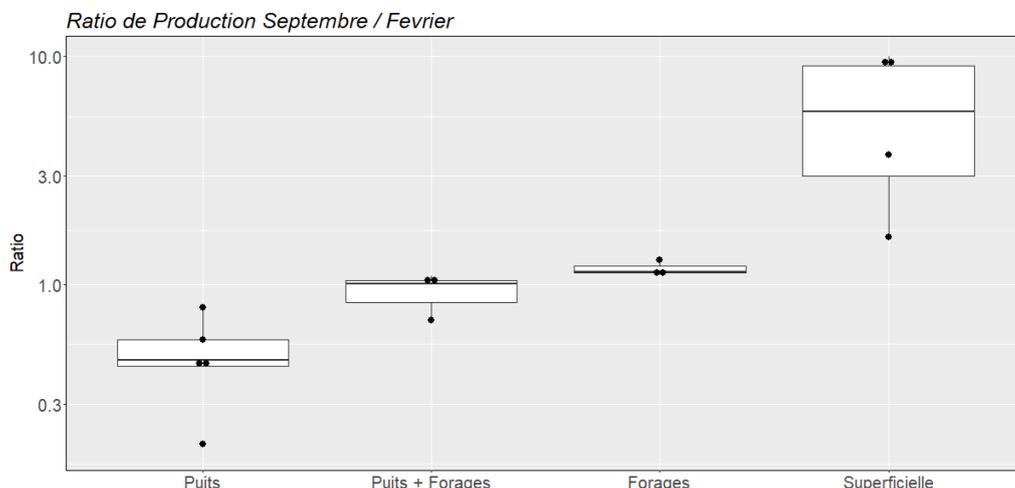


Illustration 16 : Ratios de production en septembre par rapport à la production de février et valeurs calculées. Les valeurs sont présentées sur une échelle logarithmique (source : Boisson et al, 2023).

La corrélation entre chroniques de ressources (débits des cours d'eau, niveaux piézométriques) et chroniques d'achat au SMA permettent de dresser, à l'échelle d'un territoire, des cartes de vulnérabilité aux événements climatiques des communes (Illustration 17). Cette dépendance est liée à la fois à une augmentation de la demande et au manque de moyens pour répondre à cette demande.

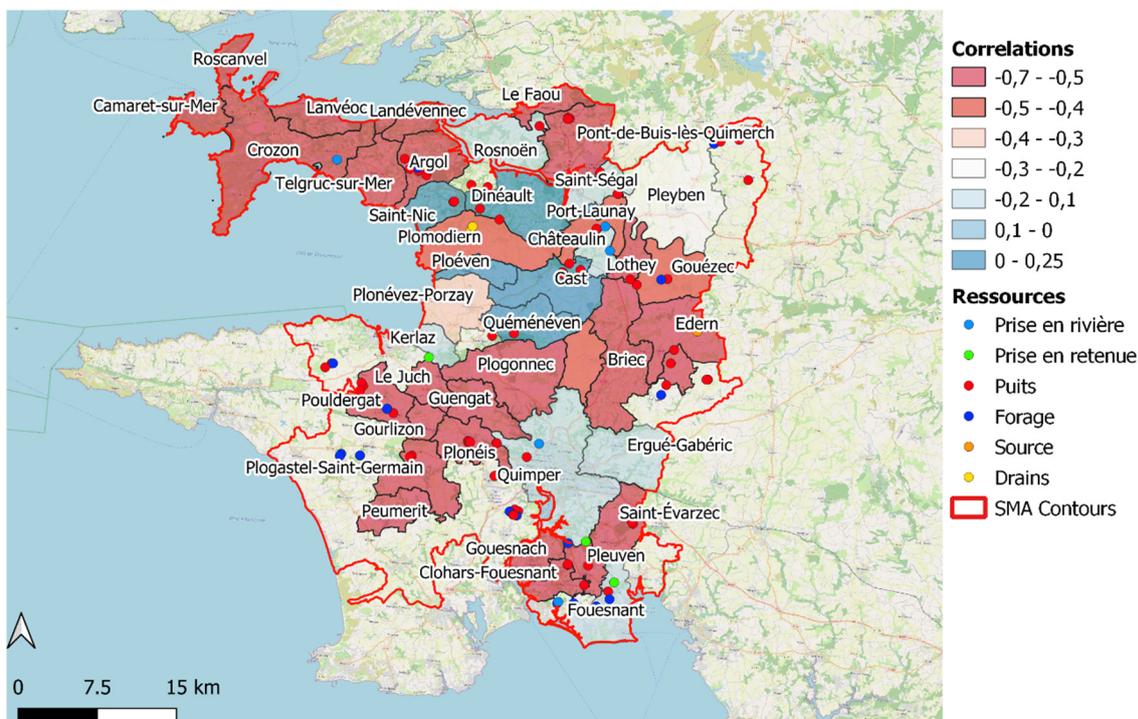


Illustration 17 : Corrélations entre les débits de l'Aulne et les achats au SMA pour les Syndicats et communes (source : Boisson et al, 2023).

L'analyse de la variabilité de production AEP en lien avec les évolutions climatiques montre un fort lien entre volumes distribués par le SMA et la disponibilité de la ressource. Ce lien est dû à la fois à une augmentation de la demande quantifiée comme faible par l'analyse des consommations mais surtout à la déficience de la production de certaines ressources individuelles en eau souterraine de sub-surface (puits) induisant un report vers la prise d'eau superficielle du SMA.

Cette étude permet de généraliser le comportement des différentes typologies de ressources (souterraines, puits, surface) sur un territoire et d'appréhender leur vulnérabilité. Les ressources profondes ne connaissent pas de diminution annuelle et permettent même une légère augmentation estivale de production pour répondre à la demande. Ainsi, la présence de forages par rapport aux puits permet le maintien de la production sur la période estivale et une plus faible dépendance aux variations pluriannuelles. Une analyse sur un plus grand échantillon d'ouvrages permettra une généralisation plus fiable à l'échelle régionale.

L'observation du report de certaines ressources en eau souterraine réalisé ici montre la nécessité de la mise en place d'une démarche de sécurisation dans un contexte d'aquifères de socle ou un ensemble de petites ressources réparties sont particulièrement vulnérables aux variations climatiques.

Si les variations climatiques ont actuellement un effet limité sur la hausse des consommations (Bourgeois and Neverre, 2022), les mécanismes de report entre les différentes ressources et la concentration des prélèvements vers un nombre limité de ressources de sécurisation induit une forte vulnérabilité du territoire. La quantification de la vulnérabilité aux variations climatiques de chaque ressource de sécurisation à l'échelle régionale est un élément important de la sécurisation du réseau AEP à l'échelle régionale.

Cette méthodologie et l'évaluation de la dépendance des territoires aux variations climatiques est aussi un indicateur des risques de report des agriculteurs sur le réseau AEP (quand leurs forages et puits sont secs ou perdent en productivité) ; ce phénomène étant une crainte importante des gestionnaires d'eau potable dans certains départements.

La méthodologie développée pourrait permettre à terme, de réaliser à l'échelle régionale :

- une cartographie de la vulnérabilité de la ressource exploitée ;
- une vision de la dépendance des principales ressources en eau aux variations climatiques ;
- proposer des solutions pour une sécurisation supplémentaire des ressources en eau ;
- une aide à la validation des estimations des consommations en eau réalisées à des échelles locales.

5. Axe 3 : Représenter les équilibres besoins et ressources en eau potable

Ce troisième axe du programme vise à évaluer les équilibres entre besoins et ressources. Il a été mis en œuvre sur le territoire du Syndicat Mixte de l'Aulne (SMA) et a fait l'objet de la rédaction du rapport suivant :

- Bourgeois, C., Neverre, N., Boisson, A., 2023. Note méthodologique sur la construction d'un outil de bilan Ressources-Besoins appliqué au territoire du Syndicat Mixte de l'Aulne dans le Finistère (No. BRGM/RP-72323-FR). BRGM.

L'équilibre entre besoins et ressources à l'échelle régionale est de plus en plus précaire. Du côté des besoins, on observe une augmentation des consommations en lien avec une augmentation de la population et de l'activité industrielle alors que du côté ressources, il est observé une augmentation de la fréquence des sécheresses, à la fois hivernales et estivales et des événements intenses de plus en plus importants. Ces deux tendances sont amenées à s'amplifier en raison du développement économique de la région et du changement climatique. Du fait de son climat tempéré et d'une pluviométrie généralement bien répartie au cours de l'année, la Bretagne est perçue comme une région peu propice aux sécheresses et l'équilibre besoins ressources est généralement bon à l'échelle annuelle. Si ce constat est globalement vrai sur une base annuelle, la répartition de cet équilibre varie grandement au cours de l'année et la période estivale induit régulièrement des tensions. De par sa situation littorale, la Bretagne est une région touristique provoquant une forte augmentation de population lors de la période estivale. D'un point de vue des ressources, les aquifères de socle de la région ont des capacités de stockage limitées.

Historiquement, le réseau AEP de Bretagne s'est développé sur les eaux de surface via l'exploitation de barrages. Certaines études récentes (ex : Abhervé, 2022) montrent que les capacités de remplissage des barrages pourraient tendre à diminuer dans le futur. Le réseau de ressources souterraines exploité l'est par différents acteurs. Le suivi et les connaissances de ces ressources sont limités. Le nombre important d'acteurs, de paramètres et de modes de gestion rendent l'équation complexe et des outils sont nécessaires pour évaluer la résilience des structures d'approvisionnement.

Une telle gestion nécessite une bonne connaissance de ces équilibres besoins/ ressources pour une gestion réactive permettant une adaptation dynamique et une anticipation des problèmes.

Dans le cadre du projet « De l'Eau pour Demain », l'objectif a été à l'échelle d'un territoire défini de regrouper les acteurs locaux pour dresser un état des lieux des connaissances et des interactions. Cette action a été menée en commun avec le projet européen INTERREG Water for Tomorrow afin d'aboutir à la constitution d'un modèle hydro-économique permettant de tester la résilience du réseau d'approvisionnement AEP face à des augmentations de population et des événements climatiques (Bourgeois *et al.*, 2023b). Il a permis aussi de tester l'impact de scénarios de crise, tels qu'une pollution d'un cours d'eau majeur, des ruptures de réseau, des remplissages partiels de barrages. Ces travaux ont été menés à l'échelle du territoire du Syndicat Mixte de l'Aulne (SMA) desservant 180 000 personnes et présentant près d'un tiers du département du Finistère.

Ce chapitre synthétise les travaux menés. Le détail des actions, notamment le recensement des infrastructures et besoins ayant mené au développement de l'outil sont disponibles dans le rapport (Bourgeois *et al.*, 2023a). Les détails des modélisations hydro-économiques sont, eux, disponibles dans le rapport (Bourgeois *et al.*, 2023b).

5.1. RECENSEMENT DES ÉQUILIBRES BESOINS-RESSOURCES

Les premiers objectifs étaient de : 1) faire un état des lieux des connaissances et des interactions entre les acteurs, 2) recenser les ressources, les infrastructures de production d'eau potable et les consommations en eau potable, et 3) développer et mettre en œuvre un outil d'évaluation des équilibres ressources-besoins en eau potable, sur le territoire du Syndicat Mixte de l'Aulne (SMA) situé dans le département du Finistère en Bretagne. Cet outil informatique est disponible au format Excel auprès des partenaires du projet. Le rapport BRGM/RP-72323-FR présente les résultats correspondant à la Tâche 3 du projet « De l'Eau Pour Demain » ([lien](#)).

Le territoire du Syndicat Mixte de l'Aulne (SMA) regroupe 6 EPCI⁸ qui assurent la production et la distribution d'eau potable à partir de leurs ressources propres, et qui sont sécurisés par une ressource collective dont la production est gérée par le Syndicat Mixte de l'Aulne (prise d'eau dans le fleuve de l'Aulne). La gestion actuelle de l'eau potable se fait à l'échelle de chacun des EPCI, sans forcément de concertation entre ces 6 EPCI, alors que ceux-ci sont fortement interdépendants du fait d'interconnexions et de la dépendance à la ressource commune de l'Aulne, et que les décisions prises par chacun peuvent impacter l'ensemble du territoire.

Face au besoin d'une vision globale et homogène pour l'ensemble du territoire à la fois des interconnexions, des besoins et des capacités de production, la mise en place d'un outil de Bilan Ressources-Besoins devient une nécessité. L'objectif a donc été de fournir un outil permettant de quantifier les adéquations entre demande en eau et capacité de production à l'ensemble du territoire interconnecté. Le développement de l'outil de bilan Ressources-Besoins a dans un premier temps consisté à construire une représentation simplifiée de l'organisation du système d'alimentation en eau potable à l'échelle de chaque EPCI. Formalisée sous forme de schémas, cette représentation explicite le lien entre les zones de consommation et les ressources en eau mobilisées pour répondre à leurs besoins, via les principales infrastructures assurant la production et l'approvisionnement en eau potable.

Cette représentation du système a été construite avec l'aide des 6 EPCI et du département du Finistère et a donné lieu à un schéma général de l'approvisionnement en eau potable pour l'ensemble du territoire (Illustration 18) et d'un schéma détaillé pour chacun des EPCI dont un exemple est fourni pour la Communauté de Commune du Haut Pays Bigouden (Illustration 19). Elle a ensuite été traduite sous la forme d'un tableur Excel (Illustration 20) en intégrant plusieurs paramètres ; ce qui a donné naissance à un outil de bilan « Ressources-Besoins » permettant de quantifier l'adéquation entre ressources en eau et besoins des territoires..

⁸ Les 6 EPCI (Établissements Publics de Coopération Intercommunale) sont : la Communauté de Communes (CC) Presqu'île de Crozon – Aulne Maritime (CCPCAM), la CC Pleyben-Châteaulin-Porzay (CCPCP), la CA Quimper Bretagne Occidentale (QBO), la CC Douarnenez Communauté (DzCo), la CC Haut Pays Bigouden (CCHPB) et la CC Pays Fouesnantais (CCPF).

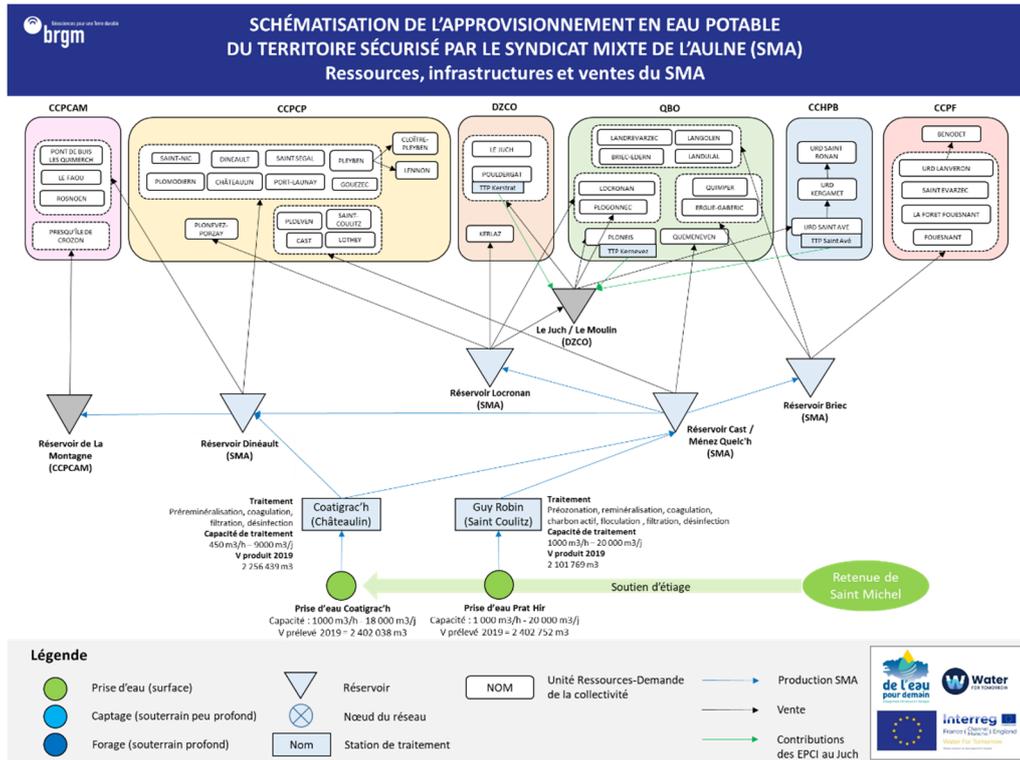


Illustration 18 : Schéma de l'approvisionnement en eau potable du territoire sécurisé par le SMA (Source Bourgeois et al., 2023).

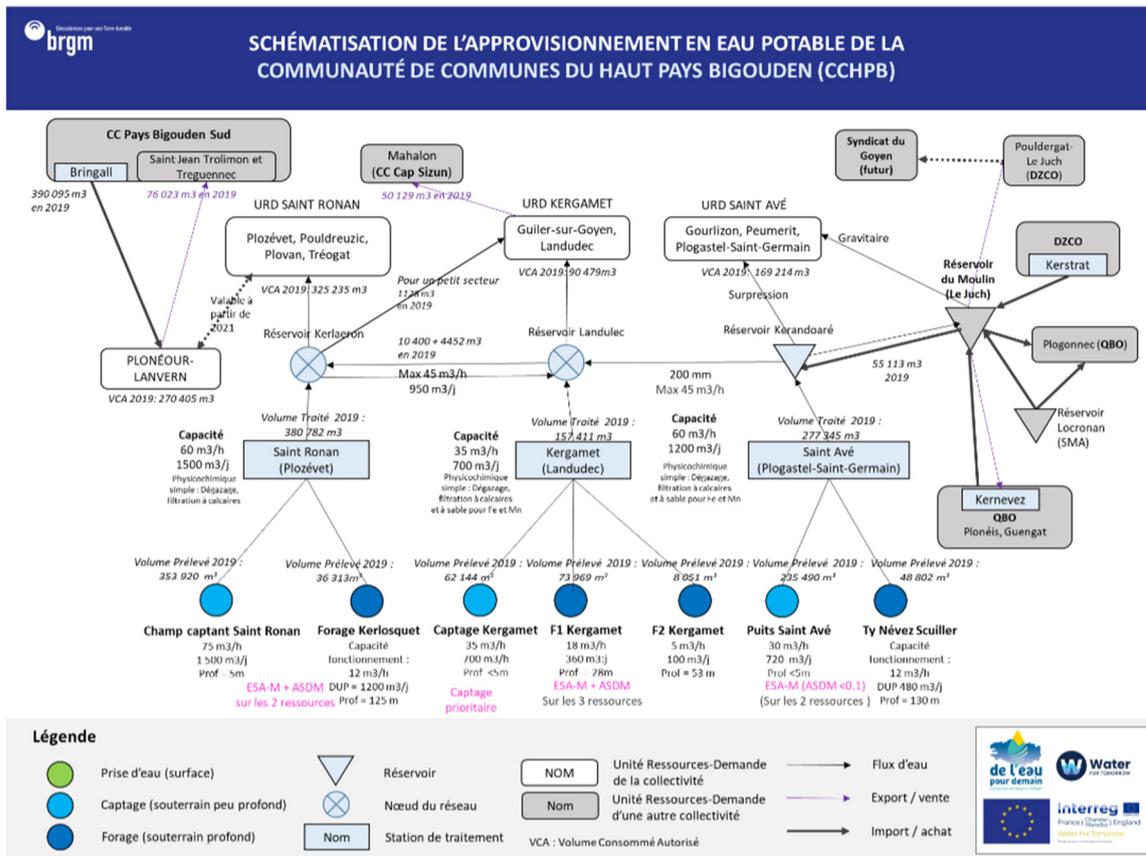


Illustration 19 : Schéma d'approvisionnement en eau potable du CCHPB (Source : Bourgeois et al., 2023).

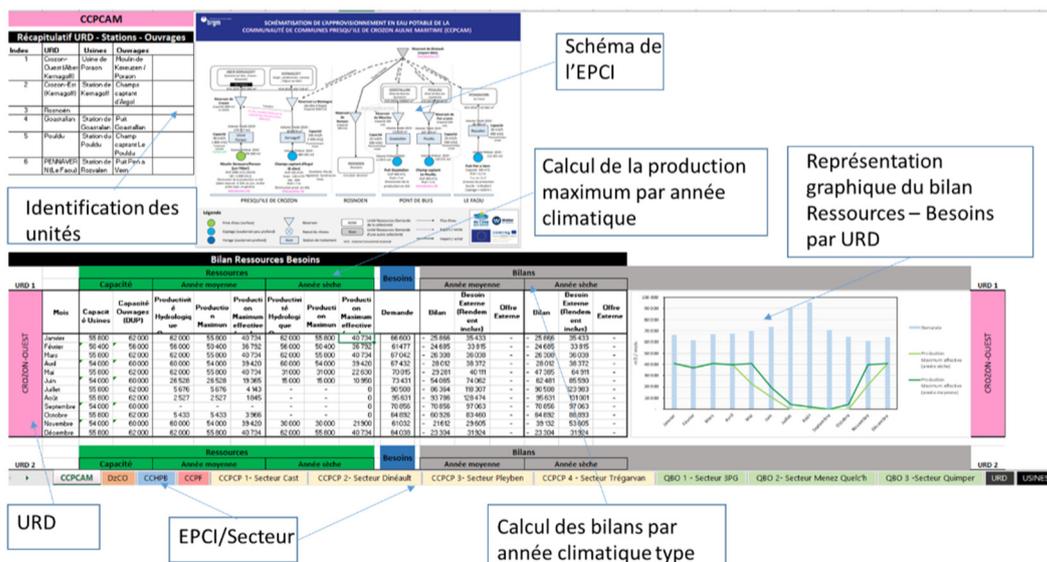


Illustration 20 : Capture d'écran d'une partie de l'outil Ressources Besoins (Source Bourgeois et al., 2023).

Cet outil de bilan Ressources-Besoins permet de :

- recenser les demandes, infrastructures et ressources disponibles sur le territoire ;
- disposer d'informations sur la productivité hydrologique des ressources mobilisées, estimées pour deux types d'années climatiques (« normale » et « sèche »), au pas de temps mensuel ;
- faire un bilan Ressources-Besoins actuel par unité-ressource-demande (URD), pour deux années climatiques types, au pas de temps mensuel ;
- faire des simulations en modifiant les données de demandes en eau potable, les rendements ou les contraintes de production.

Cet outil a pour mérite de représenter l'état des lieux existant à une échelle relativement large. Cependant, il est statique et ne prend pas en compte de façon automatique dans les bilans :

- les interconnexions existantes intra et inter EPCI et entre les EPCI et le SMA ;
- la gestion inter temporelle de l'approvisionnement, en particulier liée à la gestion de la réserve de Brennilis en amont de l'Aulne qui sert au soutien d'étiage.

Pour cela, il faut mettre en place une modélisation dynamique prenant en compte les interconnexions et la possibilité de réaliser des lâchers d'eau provenant de la réserve de Brennilis pour soutenir l'Aulne quand son débit n'est plus suffisant pour y prélever de l'eau, tout en veillant à ce que les débits d'objectifs d'étiage de l'Aulne soient respectés, et ce dans la limite du stock disponible dans la réserve.

5.2. DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE HYDRO-ÉCONOMIQUE

Face au constat du besoin d'une version dynamique des besoins - ressources, ces développements ont été complétés pour aboutir à la réalisation d'un Modèle Hydro-Économique (MHE). Ce travail a été conduit dans le cadre du projet Water for Tomorrow (Bourgeois *et al.*, 2023b).

Chacun des EPCI voit ses besoins de sécurisation auprès du Syndicat Mixte de l'Aulne augmenter, face à la hausse de la demande et la diminution de la disponibilité des ressources locales (étés prolongés, problématiques de qualité). Or, la ressource de l'Aulne est elle aussi limitée.

Dans ces conditions, la question suivante peut se poser : est-ce que le syndicat de sécurisation sera en mesure de fournir suffisamment d'eau à tous dans le futur ? Il y a donc un besoin de planification collective sur le territoire.

Le modèle repose sur une représentation du système Ressources en eau – Infrastructures – Demandes en eau. Le modèle doit répondre aux questions suivantes :

- Quelles ressources peuvent être mobilisées pour satisfaire quelles demandes ?

Pour se faire, il doit caractériser :

- l'ensemble des contraintes qui s'exerce sur les capacités d'approvisionnement, que ce soit au niveau des capacités de prélèvement, de traitement, ou de transfert de l'eau ;
- le type de ressources (puits, forages, barrages, etc.), leur fonctionnement hydrogéologique et leur capacité de production.

Un schéma de principe est fourni (Illustration 21) :

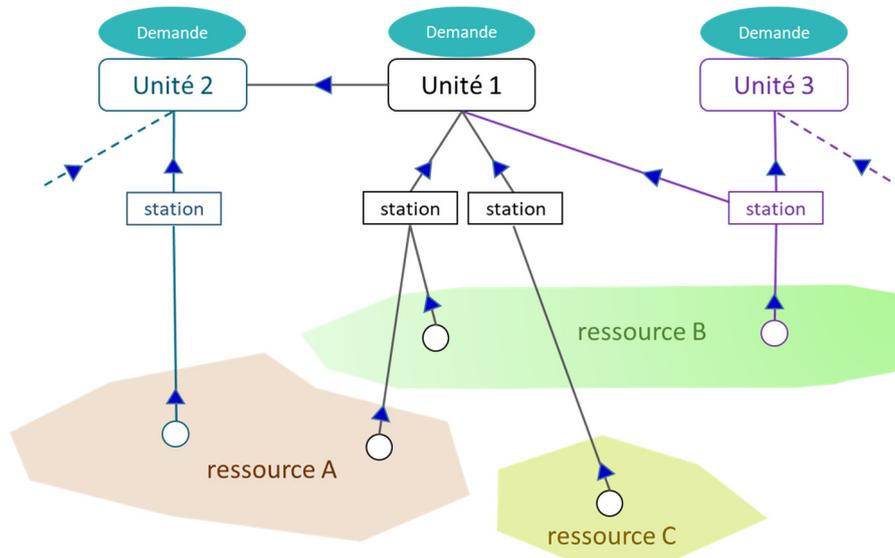


Illustration 21 : Représentation schématique du système d'approvisionnement en eau potable dans le modèle hydro-économique (Source Bourgeois *et al.*, 2023)

Le modèle cherche ensuite à déterminer les prélèvements mensuels à effectuer au niveau de tous les ouvrages de prélèvement du territoire, ainsi que la répartition de ces volumes prélevés entre les différentes destinations desservies via les infrastructures existantes, de façon à :

- satisfaire au mieux les demandes en eau potable ;
- tout en respectant les contraintes de production ;
- et en minimisant le coût total de l'approvisionnement.

Dans un premier temps, le modèle a été utilisé pour anticiper les vulnérabilités du système d'approvisionnement en eau potable du territoire à horizon 2050.

Des scénarios d'évolutions possibles à horizon 2050 ont été co-construits avec les acteurs du territoire lors d'un atelier participatif :

- Évolution de disponibilité des ressources en eau en fonction du climat ;
- Évolution de la qualité de l'eau ;
- Évolution de la demande en eau ;
- Scénario de crise accidentelle.

Ces scénarios et leurs combinaisons ont été simulés avec le MHE, permettant de diagnostiquer les possibles situations de défaillance de l'approvisionnement en eau futures. Les modélisations permettent d'estimer le taux de saturation des ouvrages (Illustration 22) et les taux de défaillance à l'échelle de la commune lors de crises (pollution, rupture de réseau...) ou dans des cas de sécheresses importantes (Illustration 23).

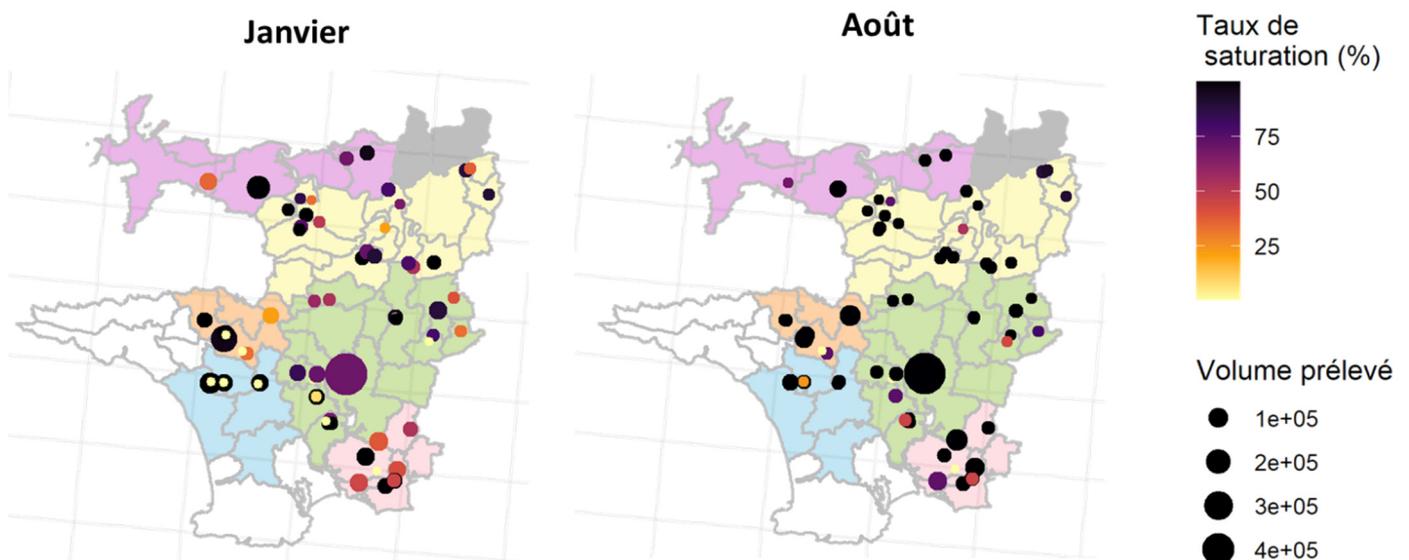


Illustration 22 : Taux de saturation des capacités hydrologiques au niveau des différents ouvrages.

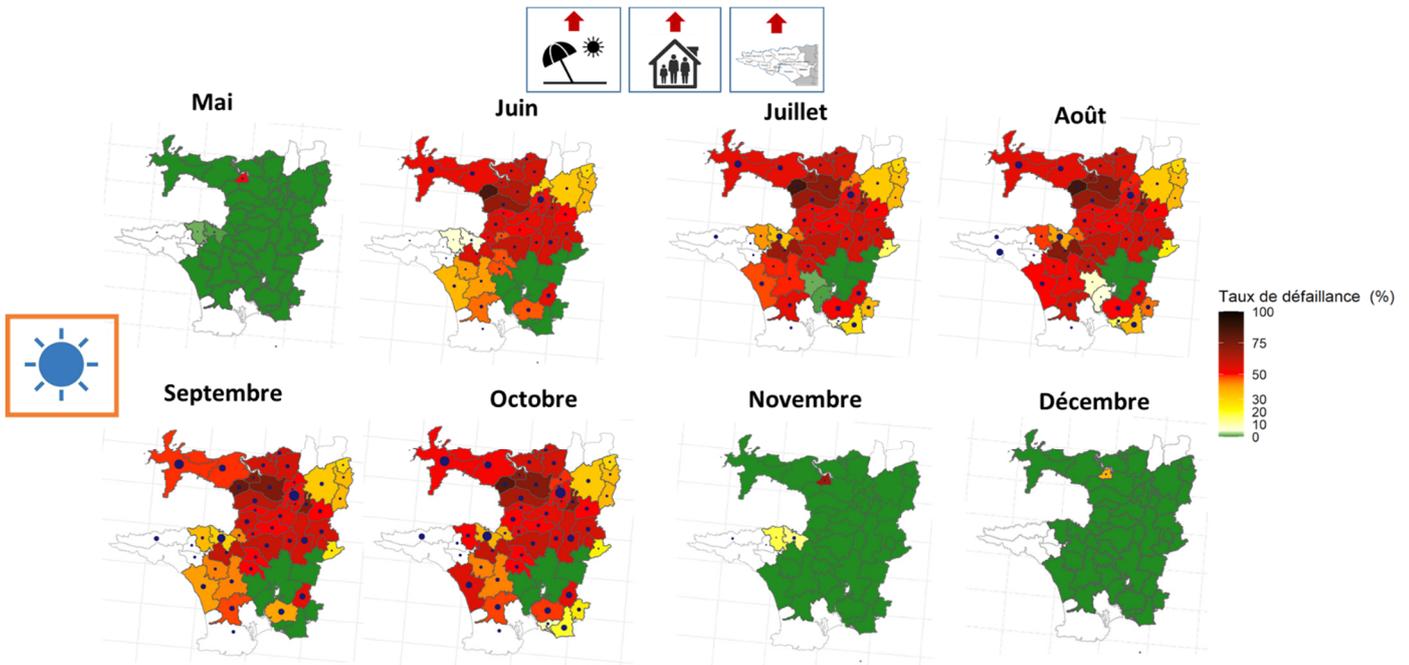


Illustration 23 : Impact du scénario de demande maximale à horizon 2050 pour les mois de Mai à Octobre en année sèche étendue (Source Bourgeois et al., 2023).

Dans un deuxième temps, le modèle a été utilisé pour évaluer différentes mesures de sécurisation face à ces vulnérabilités diagnostiquées.

Sur la base des résultats des simulations à horizon 2050, un atelier participatif a permis de définir des mesures d'adaptation, à simuler avec le MHE, afin d'évaluer leurs impacts :

- Mesures de gestion de la demande en eau (hausse des rendements, baisse de la demande, etc.) ;
- Mesures visant à augmenter la disponibilité des ressources en eau (nouvelles ressources en eau, stockage, etc.) ;
- Mesures visant à augmenter les capacités de sécurisation collective du territoire (via la création d'interconnexions, modification de règles de gestion, etc.).

L'effet des différentes mesures individuelles ou conjointes a été évalué par le modèle face à des tensions climatiques (Illustration 24).

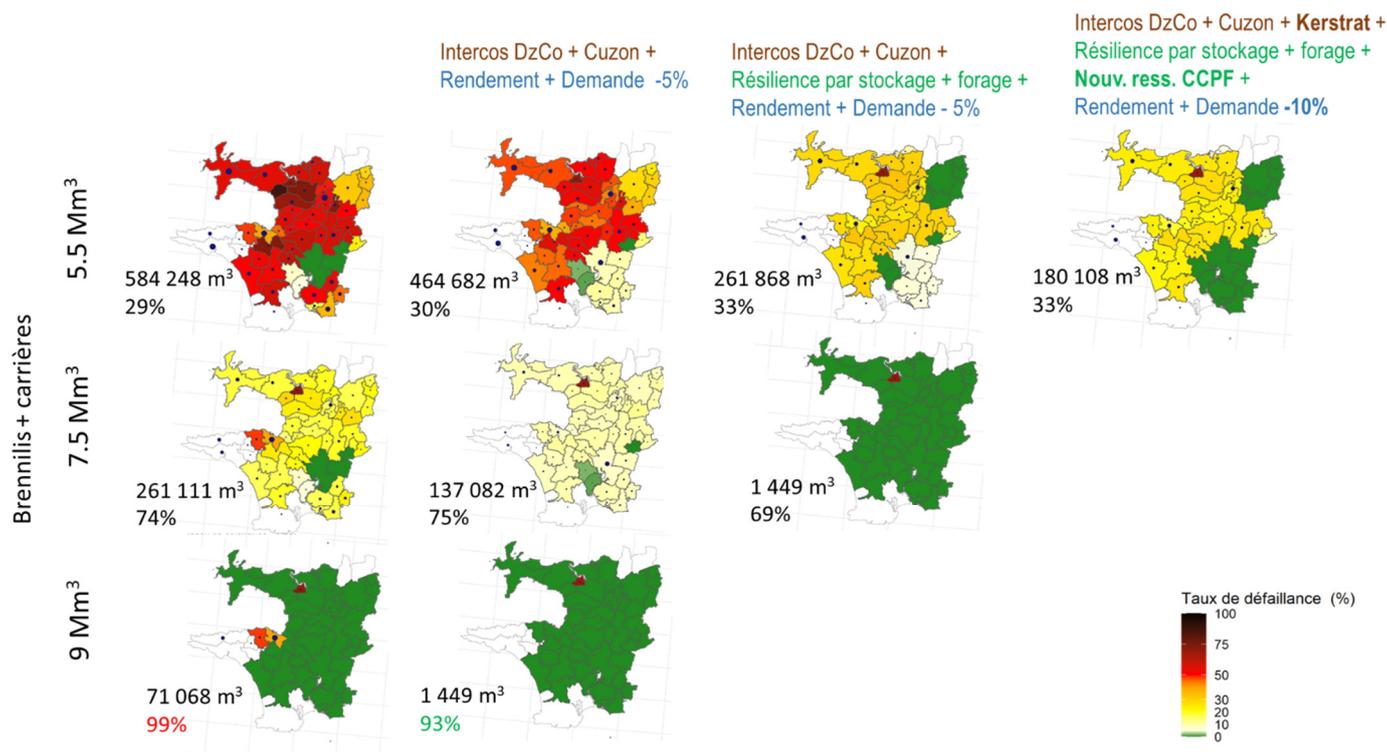


Illustration 24 : Synthèse de combinaisons de mesures permettant d'éliminer le risque de défaillance en fonction du niveau de remplissage de la réserve de Brennilis. On note en bas à gauche de carte, le niveau de défaillance, en m³, sur l'ensemble du territoire et le taux de sollicitation des usines du SMA, en %.

Les résultats des simulations montrent que le territoire présente des risques de défaillance de l'approvisionnement en eau potable à horizon 2050 (dans les conditions d'infrastructures actuelles) en cas de déficit et cela même lorsque l'organisation de l'approvisionnement est optimisée au maximum. Une grande partie de **ces défaillances peuvent cependant être atténuées voire résolues avec certaines combinaisons de mesures d'adaptation définies par les acteurs de la gestion de l'eau du territoire**. Aucune mesure individuelle seule ne permet de résoudre l'ensemble des tensions. Une agrégation de mesures est nécessaire pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable en cas de pression climatique forte.

Au-delà des résultats, ce type d'approche prospective engendre des bénéfices qui résident dans les actions d'échanges, de projections et scénarios envisagés qui constituent les étapes préalables.

6. Axe 4 : Rechercher des solutions alternatives pour optimiser la gestion de la ressource

Ce 4^e et dernier axe du programme vise à l'optimisation des ressources disponibles et à la recherche de ressources alternatives. Il a fait l'objet d'une étude sur la capacité de Réutilisation des Eaux Usées Traitées en industrie (REUT) (Département du Finistère, 2023) et sur l'évaluation de la capacité de l'utilisation de carrières à des fins d'exploitation en eau potable (Lucassou et al., 2023) référencées comme suit :

- Département du Finistère, 2023. La Réutilisation des Eaux Usées Traitées en industrie (REUT) - Évaluer la faisabilité d'un projet REUT ;
- Lucassou, F., Aertgeerts, G., Berrehouc, G., Gloux, J., 2023. Valorisation des carrières du Finistère à des fins d'exploitation en eau potable (No. RP-72362-FR). BRGM.

6.1. ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ ET DE FAISABILITÉ POUR LE POTENTIEL DE RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES INDUSTRIELLES

Afin de réduire la pression sur les ressources en eau et limiter les prélèvements sur les réseaux d'eau potable, l'objectif de l'action a été d'étudier, sur les sites industriels finistériens dotés de station d'épuration, les opportunités de réutilisation des eaux usées traitées.

Des entreprises qui prélèvent sur le réseau d'eau potable des volumes parfois importants ont été identifiées, parfois sur des secteurs en tension au niveau des ressources en eau.

L'objectif était de rechercher un site pilote pour accompagner un industriel pour la réalisation d'une étude d'opportunité et de faisabilité, afin de déboucher sur un projet opérationnel de réutilisation d'eau usée traitée. Le livrable attendu de ce travail était la rédaction d'un rapport méthodologique afin de pouvoir reproduire ensuite cette démarche sur d'autres sites industriels.

Les freins, notamment règlementaires, n'ont pas permis, dans les délais du projet « Eau pour demain », de mener ce projet à son terme. En effet, la réglementation sur la REUT est en pleine évolution, et les textes applicables aux ICPE sont encore attendus à la date de clôture du projet (fin 2023). Malgré tout, les échanges avec les différents industriels rencontrés ont permis de produire une plaquette d'information sur la méthode proposée pour aborder les points essentiels « La réutilisation des eaux usées traitées en industrie (REUT) – Évaluer la faisabilité d'un projet REUT ».

Il est important dans un premier temps d'évaluer le contexte et les enjeux de l'entreprise vis-à-vis des ressources en eau et de ses besoins. Il est ensuite essentiel de diagnostiquer et cartographier les postes de consommation d'eau sur le site pour rechercher les pistes d'économies d'eau. Le déploiement du programme ECOD'O dans le Finistère permet d'avoir de nouvelles perspectives pour les économies d'eau dans les entreprises finistériennes.

Après avoir mis en œuvre les mesures d'économies d'eau, l'utilisation d'eau non conventionnelle peut être envisagée pour les usages qui ne nécessitent pas une eau de qualité « eau potable ». Bien évidemment, ce travail doit être suivi d'une analyse coûts-bénéfices du projet de REUT. Pour cela, il est important de ne pas limiter l'analyse au seul aspect financier, afin d'intégrer l'ensemble des bénéfices du projet.

Au-delà de la réutilisation des eaux usées traitées, la récupération de l'eau des matières premières représente parfois un enjeu important (eau du lait, du poisson...). Dans l'attente d'une réglementation spécifique, c'est celle afférente à l'activité industrielle qui s'applique, ainsi que le code du travail.

6.2. ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ ET DE FAISABILITÉ POUR LA VALORISATION DES CARRIÈRES DU FINISTÈRE À DES FINS D'EXPLOITATION EN EAU POTABLE

Le Conseil Départemental du Finistère, dans le cadre du programme « Finistère eau potable 2050 », a sollicité le BRGM pour étudier les possibilités de valorisation des capacités de stockage de volumes d'eau des carrières du département du Finistère afin de sécuriser les apports en eau potable.

Les carrières en activité ou abandonnées représentent des sites privilégiés pour la recherche de nouvelles ressources dans la mesure où :

- l'exploitation de certaines d'entre elles nécessite des exhaures importantes qui peuvent être valorisées ;
- les excavations liées aux carrières abandonnées peuvent représenter des réservoirs d'eau intéressants.

L'intégration de ces carrières pour l'approvisionnement en eau potable ou pour le soutien d'étiages pourrait constituer l'une des multiples solutions à mettre en œuvre pour s'adapter aux impacts du changement climatique et notamment aux sécheresses, telles celle qu'a connue la Bretagne en 2022.

L'eau naturellement présente dans une carrière peut avoir différentes origines (Carn, 1998) - Illustration 25 :

- l'eau de pluie qui tombe directement dans la carrière : une quantité importante s'évapore à la surface du plan d'eau ;
- l'eau de ruissellement du bassin versant surplombant la carrière : les carrières étant souvent implantées à flanc de coteau ou en sommet de butte (roche saine), le bassin versant et donc les apports peuvent être limités ;
- l'eau souterraine représente l'essentiel de l'eau en carrière. L'extraction de matériau met à nu la nappe, celle-ci étant souvent peu profonde en Bretagne. La quantité d'eau est variable selon les carrières ;
- l'eau peut également provenir des cours d'eau, par perte liée au pompage dans la carrière ou par infiltration.

Dans le Finistère, l'eau souterraine est essentiellement contenue dans des **aquifères de socle** (voir <https://sigesbre.brgm.fr/Aquiferes-bretons.html>), situés dans l'altération et la fracturation superficielles (i.e., gonflement des minéraux ferromagnésiens et arénisation, voire argilisation des roches), mais aussi la tectonique, (e.g., réseau de failles conjuguées). L'altération et la fracturation ont généré un horizon meuble de roches altérées (pouvant atteindre 20 à 30 m d'épaisseur) avec une porosité permettant l'infiltration et le stockage des eaux météoritiques vers un horizon plus compact et fissuré pouvant atteindre 40 à 60 m d'épaisseur et soutenant le débit des cours d'eau.

La modification de la topographie liée à l'exploitation d'une carrière vient perturber les écoulements d'eau de surface et souterrains. Le mode d'exploitation de la carrière (en fosse ou à flanc de coteau) a donc une influence différente sur les eaux souterraines (Illustration 25).

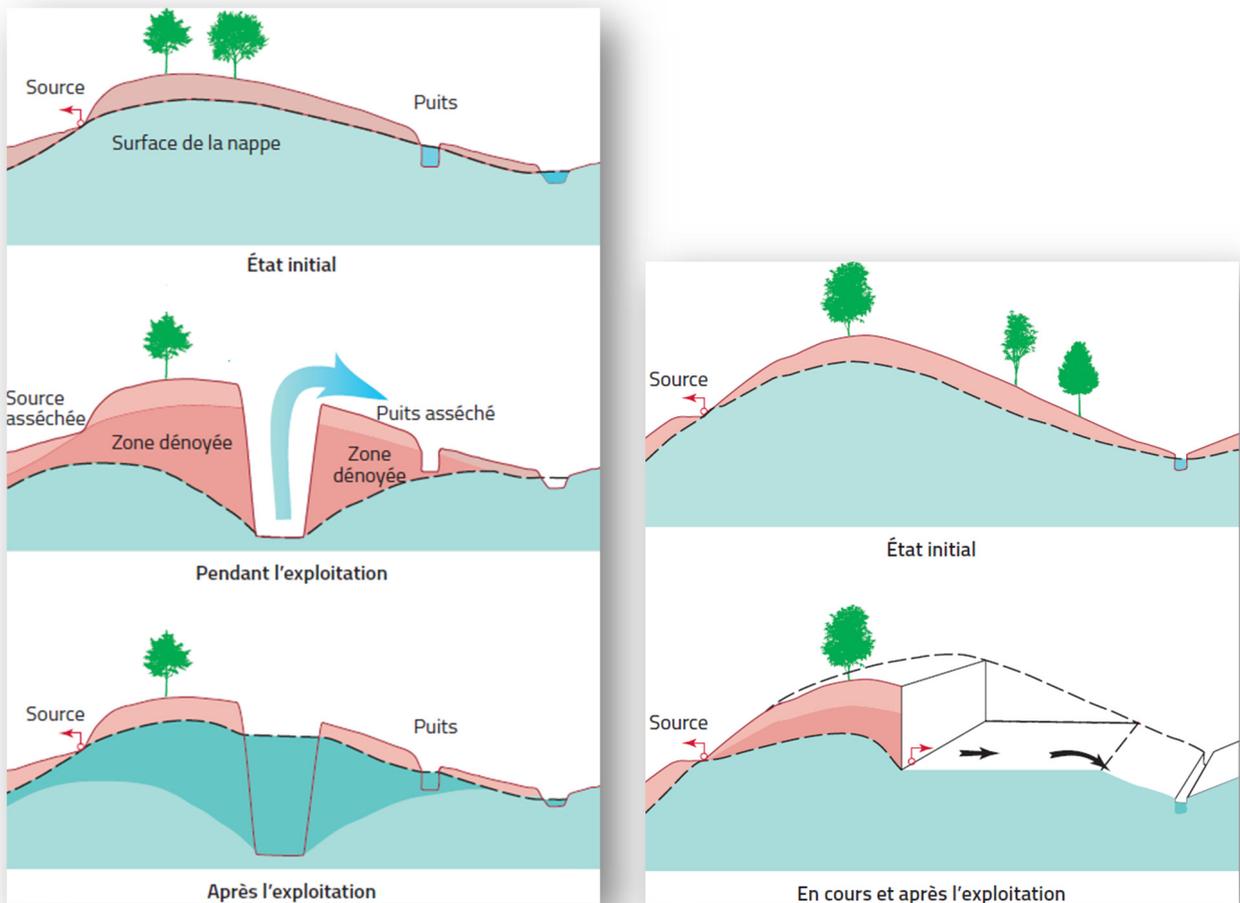


Illustration 25 : Schéma des perturbations des écoulements d'eau souterraine dans les carrières selon le mode d'exploitation : à gauche, en fosse – à droite, à flanc de coteau (Mines & Carrières n° 293, d'après Carn, 1998).

La première phase de l'étude a tout d'abord permis d'établir un état de l'art et d'apprécier la faisabilité théorique et réglementaire de l'exploitation des volumes d'eau à des fins d'alimentation en eau potable. Le BRGM s'est focalisé sur les aspects techniques et s'est appuyé sur les services de l'État (DREAL et ARS Bretagne) pour les aspects réglementaires. Dans un second temps, une sélection de carrières pouvant constituer des sites potentiels d'exploitation de la ressource en eau a été réalisée. Les critères de sélection recouvrent tant des aspects géologiques et techniques que sociétaux et environnementaux. Ils ont été définis conjointement par le Conseil Départemental du Finistère et le BRGM (proximité des infrastructures de production d'eau potable, géométrie de carrière favorable, volonté locale, ...). Les sites étudiés regroupent les carrières abandonnées et les sites toujours en activité. Par ailleurs, un groupe de travail a été mis en place dès le début de l'étude, rassemblant les institutionnels, les professionnels carriers et les syndicats d'eau départementaux bretons. Ce groupe de travail a validé les différents choix faits dans le cadre de la phase 1, a permis d'obtenir des informations complémentaires sur certains sites et s'est assuré que la recherche d'un site de stockage d'eau ne se fasse pas aux dépens de la ressource en matériaux, en considérant cette étude comme un projet global de territoire.

Ainsi, à l'issue de cette première phase, à partir des 1 109 carrières répertoriées dans le département, cinq sites ont été identifiés avec un intérêt immédiat (une ardoisière à Saint-Hernin et quatre carrières à l'arrêt à Berrien, Laz, Saint-Renan et Saint-Martin-des-Champs) et deux sites avec un intérêt à court terme (moins de 10 ans, pour deux carrières en fin d'exploitation à Loqueffret et Saint-Evarzec). Ces carrières présentent un volume d'eau total de près de 5 millions de m³, elles sont situées à proximité d'infrastructures AEP existantes et dans des secteurs avec une volonté locale de valorisation pour l'eau potable (Illustration 26).

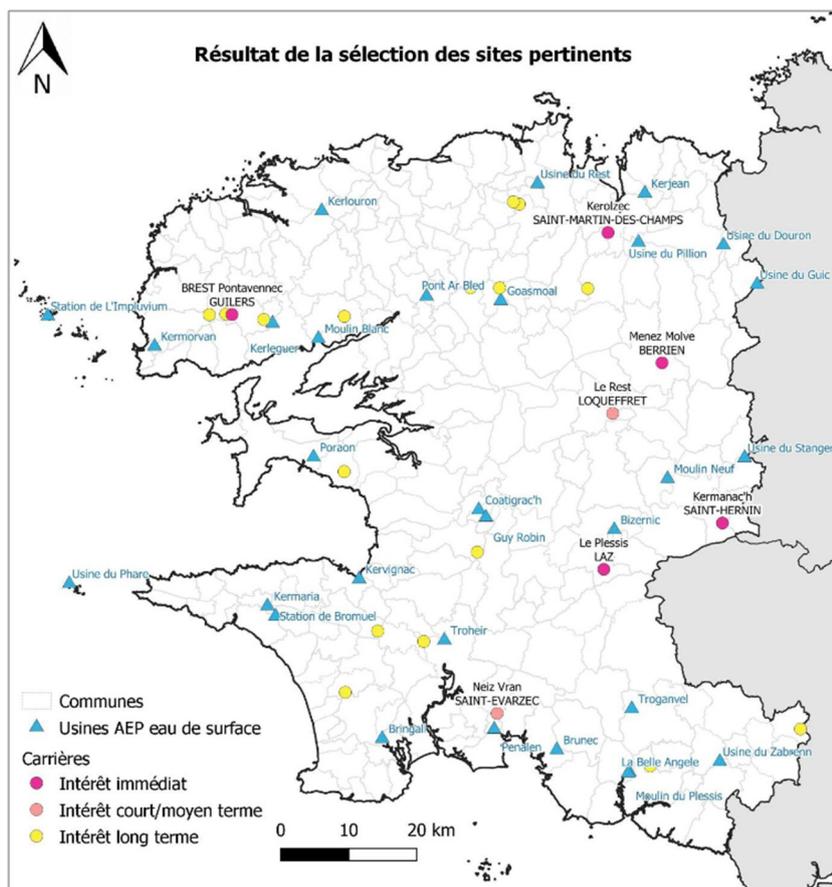


Illustration 26 : Localisation des sites sélectionnés à l'issue de la phase 1 et usine AEP d'eau de surface (Source : Lucassou et al., 2023)

En parallèle, deux sites toujours en activité ont été identifiés par le Conseil départemental comme valorisables à court terme par l'exploitation des eaux d'exhaure (Kerguillo à Guilers et Kernivaigne à Riec-sur-Belon). Des échanges ont été amorcés et perdureront entre les carriers et le Conseil départemental en vue d'affiner la faisabilité de ces dispositifs.

En complément, seize autres sites ont été classés en intérêt à long terme : il s'agit de sites stratégiques mais impossibles à exploiter à des fins AEP à court terme (carrières actives avec renouvellement de l'exploitation prévue et exhaure non valorisable). Ces seize sites n'ont pas été étudiés de manière plus approfondie dans le cadre de cette étude.

Cette sélection de sites a été soumise aux membres du groupe de travail ainsi qu'à la Conférence des autorités organisatrices de l'eau potable du Finistère. Une phase essentielle de concertation territoriale a également été engagée par le Conseil Départemental du Finistère avec l'ensemble des acteurs concernés (acteurs locaux, EPCI, SAGE, carriers, services de l'État) afin de susciter une dynamique locale autour de ces projets.

La deuxième phase de la présente étude a consisté en une étude détaillée des sites présélectionnés (six carrières, l'ardoisière de Saint-Hernin n'ayant pas bénéficié d'investigations complémentaires dans le cadre de cette présente étude) afin de confirmer ou non l'intérêt de chaque site, de caractériser la faisabilité technique et de déterminer les informations manquantes. Cette phase s'est tout d'abord basée sur une analyse des données disponibles, puis sur des visites de terrain réalisées sur chacun des sites. Des mesures *in situ* et analyses physico-chimiques de l'eau présente dans ces carrières ont par ailleurs été mises en œuvre. Une synthèse des points forts et des points faibles de chaque site a été réalisée afin de permettre aux collectivités qui pourraient se porter maître d'ouvrage d'un projet de stockage d'eau dans ces carrières de disposer des informations nécessaires à la prise de décision. Des recommandations ont été formulées pour chacun des sites, afin d'acquérir des connaissances complémentaires (hydrogéologie, risques naturels) permettant de confirmer ou non la faisabilité des projets de stockage d'eau mais aussi pour évaluer les risques naturels.

Enfin, la troisième phase a permis de définir un cadre méthodologique, à la fois technique et réglementaire, pour la mise en œuvre opérationnelle de l'exploitation des sites retenus. La partie réglementaire a été validée par la DREAL et l'ARS Bretagne.

En parallèle des études géologiques et hydrogéologiques complémentaires, des démarches administratives devront être engagées. Il est recommandé, d'après le retour d'expérience identifié dans le cadre de la présente étude, que certains volets, comme l'inventaire faune-flore exigé dans le cadre de l'étude d'impact, soient entrepris le plus en amont possible des projets, leurs résultats pouvant conditionner la suite des projets.

D'autre part, dans le cadre de cette étude, le BRGM a identifié un autre mode d'exploitation de l'eau dans les carrières exploitées, en réalisant des forages en amont de certains sites sujets au drainage acide, afin de capter de l'eau souterraine de bonne qualité tout en limitant le drainage acide dans la carrière, afin de concilier l'exploitation des ressources en matériaux et en eau.

7. Conclusions et perspectives

Les sécheresses récentes, 2016, 2019, 2022 ont mis en évidence les difficultés existantes, et celles à anticiper, pour le maintien du service d'approvisionnement en eau potable. Les différentes actions menées dans le cadre du projet de l'Eau pour Demain, avaient pour but de dresser un état des lieux des connaissances disponibles, mais aussi d'identifier des manques, pour une bonne gestion de la ressource en eau potable. De plus, ce projet avait pour but de fournir aux gestionnaires et décideurs, des méthodes et outils pouvant être utilisés pour améliorer la situation actuelle en matière de gestion de la ressource en eau potable, augmenter la résilience du système de distribution et anticiper ces évolutions à venir.

Du point de vue des connaissances sur l'évolution des consommations, les analyses menées dans ce projet ont montré l'atteinte d'une limite ou une baisse de vigilance des usagers domestiques dans le domaine des économies d'eau induisant une augmentation des consommations individuelles après une décennie de baisse. Le point de situation mené montre le poids du secteur industriel sur les évolutions futures des demandes en eau. Les consommations du secteur agricole restent quant à elles peu connues, tout comme leurs évolutions du fait de changement de pratiques, notamment de règles sanitaires pouvant induire une augmentation des besoins qui restent difficilement quantifiables. Le risque de report des forages agricoles vers le réseau AEP reste peu quantifiable mais les analyses menées (Boisson *et al.*, 2023) montrent qu'il est possible d'identifier les secteurs à risque à l'échelle communale. Les analyses menées ont aussi montré les difficultés d'extrapolation de l'évolution entre les territoires du fait de leur grande diversité. Pour ces raisons il semble essentiel de mettre en place un suivi plus poussé des consommations en eau et de réaliser une bancarisation pérenne et de qualité des données permettant leur diffusion auprès des différents acteurs concernés. Sur cet aspect des consommations, une méthode permettant d'analyser le niveau et les tendances d'évolution de la consommation des différentes catégories d'usagers à partir des données contenues dans les fichiers de facturation est proposée. Néanmoins, le manque de données disponibles, en raison de base de données dispersées et incomplètes, constitue un frein. Les bases de facturation sont quant à elles difficilement exploitables. Une collecte et un suivi adéquat des données est donc une priorité. Les syndicats départementaux mettent en place des mesures pour apporter une réponse à ce besoin de suivi et de développement de la connaissance.

Concernant le volet ressources naturelles, le projet a permis de quantifier les hétérogénéités existantes à l'échelle du territoire en matière de capacité de stockage de l'eau dans le sous-sol et les relier avec la diversité géologique présente en Bretagne, montrant notamment le rôle majeur des formations plutoniques sur le soutien d'étiage. Si les ressources souterraines avaient été précédemment quantifiées à l'échelle régionale, notamment via le projet SILURES (Mougin *et al.*, 2008) jusqu'à présent leurs dynamiques étaient peu connues. La dynamique de recharge/vidange de l'ensemble de aquifères bretons s'étale sur quelques mois à l'échelle de la région, ce qui peut paraître peu mais n'est pas négligeable et peut constituer une opportunité pour leur gestion. Cela a aussi un impact sur leur vulnérabilité face aux sécheresses. La dynamique plus rapide de recharge, mais aussi de vidange, des aquifères observés à l'ouest par rapport à ceux de l'est fait de la Bretagne Ouest un territoire pouvant être impacté plus rapidement. Cependant, la plus grande inertie des ressources de l'est crée un effet mémoire induisant une plus grande vulnérabilité à des sécheresses successives de la Bretagne Est.

D'un point de vue opérationnel et compte tenu de leur importance pour l'AEP sur le territoire breton, la mise en place d'indicateurs communs de suivi des barrages permet d'avoir dorénavant une vision globale à l'échelle régionale notamment pour les comités sécheresses.

Jusqu'à présent peu d'études s'étaient intéressées à l'impact du climat sur les capacités de production en eau potable. Si cet effet était connu des exploitants, il n'était pas quantifié et était peu généralisable et peu connu à l'échelle régionale. L'impact des périodes sèches est particulièrement marqué sur les puits peu profonds. Cependant cette baisse de productivité se répercute sur les ressources superficielles ce qui entraîne une concentration de la demande vers un nombre limité de points de production. Ceci induit une forte vulnérabilité du système. De plus, ce mécanisme induit aussi que, si les difficultés d'approvisionnement lors de périodes de sécheresse peuvent augmenter initialement de façon graduelle, elles feront face à de forts effets de seuil pouvant entraîner localement des ruptures d'approvisionnement, particulièrement sur les secteurs ne bénéficiant pas du réseau d'interconnexion. Si la hausse des températures semble avoir un effet limité sur les besoins à l'échelle annuelle (Rivallan *et al.*, 2023), elle peut avoir un fort impact sur les capacités de production sur certains secteurs (Boisson *et al.*, 2023).

Une analyse, détaillée sur le territoire du syndicat mixte de l'Aulne, de l'équilibre besoins-ressources montre des vulnérabilités mais démontre aussi qu'il est possible d'analyser les solutions et de définir de manière circonstanciée les solutions à envisager. Les interactions et échanges entre acteurs est un point majeur de la résilience du système.

Enfin, face aux risques identifiés de moindre disponibilité de la ressource en eau dans un contexte de changement climatique, des ressources alternatives ont été recherchées au travers de l'étude de solutions de REUT et d'utilisation de carrières. Dans les deux cas, des possibilités existent mais nécessitent, pour pouvoir être concrètement déployées, des efforts plus amples et de lever certains verrous (réglementaires, financiers, techniques). Pour les carrières du Finistère, un potentiel de près de 5Mm³/an a par exemple été identifié.

L'ensemble des actions menées dans le cadre du projet « De l'Eau pour Demain » doit être couplé avec une vision plus large que le projet seul et doit être appréciés au regard des plans stratégiques sur l'eau régionaux et de bassin.

Les verrous majeurs identifiées dans le cadre du projet « De l'Eau pour Demain », portent sur les données disponibles pour le suivi des ressources exploitées et des consommations ainsi que sur les manques de bases de données accessibles et complètes au regard des différents usages de l'eau. Ils constituent des limites à la mise en œuvre de ces plans d'actions pour la préservation, la gestion et le partage des ressources en eau. Si un manque existe actuellement, il peut et doit être résolu. Des initiatives telles que la mise en place d'un réseau multi-acteurs de suivi des prélèvements AEP dans le Maine-et-Loire (Rouxel, 2021), sont des outils permettant de répondre à ces questions. Pour le suivi des consommations, les services d'eau potable mettent dès aujourd'hui des actions en place pour permettre un suivi plus fin. En plus de fournir des informations pertinentes et essentielles au niveau de l'exploitation pouvant être utilisées pour les points de prélèvement pour quantifier les risques et envisager les actions à prévoir, ces actions peuvent favoriser la mise en place de suivis de qualité à une échelle régionale. L'augmentation de l'utilisation des données induira mécaniquement une augmentation de la qualité de leur collecte, ce qui fait actuellement parfois défaut.

La mise en place d'outils de gestion dynamique à l'échelle d'un territoire, voire de la région, peut paraître extrêmement complexe. Cependant, l'expérience menée à l'échelle du SMA (Bourgeois *et al.*, 2023b), et le retour d'expérience sur la sécheresse (Deconchy *et al.*, 2023) montrent que cette dynamique de gestion partagée est réalisable et utile. À l'échelle régionale, il est possible d'initier ce type de dynamique pour y aboutir dans un futur proche. Les actions envisagées par les syndicats d'eau potable sur le suivi des consommations (Jehanno *et al.*, 2023; Rivallan *et al.*, 2022), couplées aux méthodes d'analyses proposées (Bourgeois and Neverre, 2022; Hévin *et al.*, 2023) peuvent améliorer les connaissances et le suivi des consommations.

Concernant les ressources naturelles, l'amélioration des connaissances sur la dynamique des nappes (Boisson *et al.*, 2023; Cornette, 2022), les outils de suivi et de prévision des niveaux des nappes telles que MétéEau des nappes (Mougin *et al.*, 2020), ceux de projection d'évolutions des cours d'eau (Abhervé, 2022; Cornette, 2022) peuvent être couplés avec les connaissances des ressources exploitées (Boisson *et al.*, 2023; Deconchy *et al.*, 2022) pour fournir des outils opérationnels. Le suivi de ces ressources exploitées, bien que faisant face à des manques et difficultés (Lucassou and Boisson, 2023) peut être amélioré pour aboutir à un suivi de qualité, sur le modèle du Maine et Loire (Rouxel *et al.*, 2021). Si ces améliorations peuvent prendre du temps, elles doivent être initiées rapidement pour faire face aux évolutions futures notamment face au risque de baisse des capacités de remplissage des barrages (Abhervé, 2022). L'augmentation de la résilience des ressources existantes des territoires et la recherche de nouvelles ressources (Lucassou *et al.*, 2023) ou l'optimisation des utilisations de celles-ci (Département du Finistère, 2023) sont aussi des éléments essentiels. L'ensemble de ces initiatives, prises conjointement et dans leur ensemble devrait permettre de répondre aux besoins dans le futur. Ces éléments sont essentiels pour mener à bien les objectifs des Plans de résilience pour l'eau, initiés en 2023 en Bretagne et sur le Bassin Loire-Bretagne.

8. Références

- Abhervé, R.**, (2022). Intégration du changement climatique dans la gestion de la ressource en eau : exemple du bassin rennais. Université de Rennes 1, Rennes.
- Benejean, A., Jehanno, F., Cherpi, S.**, (2023). Observatoire des consommations - Outil de suivi de l'évolution des consommations d'eau en temps réel - Rapport Final. De l'Eau Pour Demain.
- Boisson, A., Lucassou, F., Boivin, B.**, (2023). Dynamiques annuelles et pluriannuelles des ressources en eau en Région Bretagne - Projet : Eau Pour Demain (No. RP-73058-FR). BRGM.
- Bourgeois, C., Neverre, N.**, (2022). Etude de la demande en eau potable: résultats d'une analyse économétrique en Bretagne (No. BRGM/RP-71959-FR). BRGM.
- Bourgeois, C., Neverre, N., Boisson, A.**, (2023a). Note méthodologique sur la construction d'un outil de bilan Ressources-Besoins appliqué au territoire du Syndicat Mixte de l'Aulne dans le Finistère (No. BRGM/RP-72323-FR). BRGM.
- Bourgeois, C., Neverre, N., Boisson, A., Rinaudo, J.-D.**, (2023b). Sécuriser l'alimentation en eau potable future dans le périmètre du Syndicat Mixte de l'Aulne. Rapport Final. (No. BRGM/RP-72460-FR). BRGM.
- Carn, A.**, (1998). Valorisation pour l'alimentation en eau potable d'anciennes carrières sur le département du Morbihan (56) (No. BRGM/RR-39704-FR). BRGM.
- Cornette, N.**, (2022). Impact du changement climatique sur les ressources en eau de subsurface à l'horizon 2050-2100 dans un contexte de milieux de socle cristallin (These en préparation). Rennes 1.
- Deconchy, A., Berrehouc, G., Bedjil, H., Doyonnard, D.**, (2022). Indicateurs de gestion hydrologique des retenues utilisées pour la production d'eau potable. De l'Eau Pour Demain.
- Deconchy, A., Jehanno, F., Cauet, Y., Ainaoui, M., Barraï, N., Goarnisson, J.-M.**, (2023). Analyse rétrospective des difficultés opérationnelles rencontrées par les gestionnaires de services d'eau potable au cours des situations de crise - Action 2A. De l'Eau Pour Demain.
- Département du Finistère**, (2023). La Réutilisation des Eaux Usées Traitées en industrie (REUT) - Évaluer la faisabilité d'un projet REUT.
- Hévin, G., Rinaudo, J.-D., Montginoul, M.**, (2023). Analyse de la consommation en eau potable à partir de fichiers de facturation - Guide méthodologique et applications - Rapport Final (No. RP-73025-FR). BRGM.
- Jehanno, F., Cauet, Y., Rivallan, J., Ainaoui, M., Barraï, N., Berrehouc, G.**, (2023). Observatoire des consommations - Focus sur les consommations industrielles à partir du réseau d'eau potable. De l'Eau Pour Demain.
- Lucassou, F., Aertgeerts, G., Berrehouc, G., Gloux, J.**, (2023). Valorisation des carrières du Finistère à des fins d'exploitation en eau potable (No. RP-72362-FR). BRGM.

Lucassou, F., Boisson, A., (2023). Méthodologie pour la mise en place d'un système de suivi et d'alerte des eaux souterraines exploitées pour l'eau potable en Ille-et-Vilaine (No. BRGM/RP-73084-FR). BRGM.

Mougin, B., Nicolas, J., Vigier, Y., Bessière, H., Loigerot, S., (2020). « MétéEAU Nappes » : un site Internet contenant des services utiles à la gestion des étiages. Houille Blanche 106, 28–36. <https://doi.org/10.1051/lhb/2020045>.

Rivallan, J., Jehanno, F., (2023). Guide méthodologique pour la réalisation d'un observatoire local et dynamique de la consommation d'eau. De l'Eau Pour Demain.

Rivallan, J., Jehanno, F., Cauet, Y., Ainaoui, M., Barraïs, N., Berrehouc, G., (2022). Connaissance de la consommation d'eau potable distribuée par les réseaux publics. De l'Eau Pour Demain.

Rouxel, E., Courbier, P., Cathelineau, T.D., Henriot, A., Labbé, V., Vernoux, J., Dewandel, B., Lefevre, A., (2021). Réseau de suivi des ressources en eau souterraine utilisées pour l'AEP, Maine-et-Loire - Bilan années 2020 & 2021 et perspectives 2022 (No. BRGM/RP-71353-FR).



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale Bretagne

Rennes Atalante Beaulieu
2 rue Jouanet – 35700 Rennes
Tél. : 02 99 84 26 70

www.brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm