

Colloque  
"Gestion des eaux souterraines"  
Bordeaux - 2023

## Article étendu

Titre
<i>Développement d'un modèle hydro-économique pour anticiper les vulnérabilités du système d'approvisionnement en eau potable du Sud-Finistère, identifier des mesures d'adaptation et évaluer leurs impacts</i>
Nom des auteurs
<i>Noémie NEVERRE<sup>(1,2)</sup>, Cyril BOURGEOIS<sup>(1,2)</sup>, Alexandre BOISSON<sup>(3)</sup>, Jean-Daniel RINAUDO<sup>(1,2)</sup></i>
Affiliation
<i>(1) BRGM, Université Montpellier, Montpellier, France (2) G-Eau, UMR 183, INRAE, CIRAD, IRD, AgroParisTech, Supagro, BRGM, Montpellier, France (3) BRGM, DAT GDO BRE, Rennes, France</i>

Les systèmes d’approvisionnement en eau potable (AEP) font face à des tensions croissantes, en lien avec l’évolution des besoins et des ressources sous changements globaux. Dans le Sud-Finistère, 6 EPCI disposant de ressources locales majoritairement peu profondes, dont la productivité diminue en été, viennent se sécuriser auprès d’un syndicat de sécurisation, le Syndicat Mixte de l’Aulne (SMA), mobilisant la ressource de la rivière Aulne. Chacun des EPCI voit ses besoins de sécurisation auprès du SMA augmenter, face notamment à la diminution de la disponibilité des ressources locales (étiages prolongés, problématiques de qualité) et l’allongement de la saison touristique. Or, la ressource de l’Aulne est elle aussi limitée. Dans ces conditions, est-ce que le syndicat de sécurisation sera en mesure de fournir suffisamment d’eau à tous dans le futur ? Il y a un besoin de planification collective sur le territoire.

Pour cela, nous avons développé et utilisé de façon participative un modèle hydro-économique de l’AEP (Neverre et al., 2019 ; Neverre et Mathey, 2022), sur le territoire du syndicat Mixte de l’Aulne.

### **Principe du modèle hydro-économique (MHE)**

Le modèle repose sur une représentation du système « ressources - infrastructures - demandes en eau » sur l’ensemble du territoire, prenant en compte les interdépendances existant entre les unités de distribution (ressources communes, interconnexions). On va ainsi caractériser quelles ressources peuvent être mobilisées pour satisfaire quelles demandes, via quelles infrastructures. Sur le territoire du SMA, la représentation du système sous la forme d’un réseau de nœuds et de liens a été réalisée en collaboration avec les acteurs de la gestion de l’eau du territoire. Le système comporte 63 communes, 85 points de prélèvement, 47 stations de traitement et 227 liens.

Le MHE est ensuite implémenté dans le langage python, sous la forme d’un modèle d’optimisation : le modèle va chercher à déterminer les prélèvements à effectuer au niveau de chacun des ouvrages de prélèvement du territoire à chaque pas de temps (mensuel), ainsi que la répartition de ces volumes prélevés entre les différentes destinations desservies par le réseau, de façon à :

- Satisfaire au mieux les demandes en eau potable sur l’ensemble du territoire ;
- Tout en minimisant le coût total de l’approvisionnement (prélèvement, traitement, transport) ;
- Et en respectant l’ensemble des contraintes s’exerçant sur le système d’approvisionnement, que ce soit au niveau des capacités de prélèvement, de traitement, ou de transfert de l’eau, et qu’il s’agisse de contraintes physiques, réglementaires, ou de gestion.

Pour le territoire du SMA, les contraintes de disponibilité des ressources chaque mois ont été renseignées dans le MHE grâce à une analyse hydrogéologique. Sur la base des données de production historiques, les dynamiques saisonnières des ressources ont été caractérisées pour les différents types de sites d’exploitation (puits de sub-surface, forages plus profonds, eau de surface), et pour différentes années climatiques (moyenne, sèche). Par ailleurs, le soutien d’étiage de l’Aulne par la retenue de St Michel est représenté explicitement. Le prélèvement est possible dans la rivière si son débit est supérieur au débit objectif d’étiage (DOE). Si le débit de la rivière est insuffisant, un lâcher doit être effectué de la retenue afin de respecter le DOE. Le prélèvement est alors possible à condition d’être compensé par un lâcher de la retenue, et ce dans la limite du stock disponible dans la retenue à chaque pas de temps.

Une fois le MHE construit, on dispose alors d'un outil exploratoire à moyen-long terme, permettant de simuler différents scénarios. Face à un scénario donné, le MHE va déterminer comment organiser au mieux l'approvisionnement à l'échelle du territoire dans son ensemble. En sortie de modèle, on saura quels sont les débits optimums à prélever aux différents endroits, traiter, transporter à chaque pas de temps, et surtout, quelles demandes pourront ou ne pourront pas être satisfaites dans ce scénario.

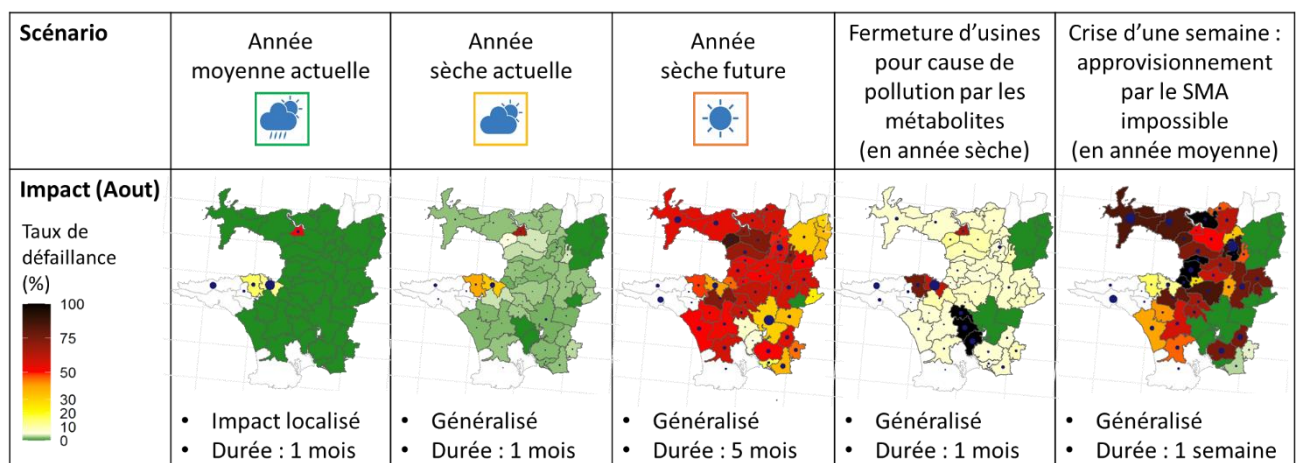
### Utilisation du MHE

Dans un premier temps, le MHE peut être utilisé pour anticiper les vulnérabilités du système d'approvisionnement en eau potable du territoire face aux évolutions futures.

Des scénarios d'évolutions possibles à 2050 ont été co-construits avec les acteurs de la gestion de l'eau du territoire (EPCIs, SMA, SAGEs, ARS, DDTM, Agence de l'Eau, Conseil Départemental) lors d'un atelier participatif :

- Évolution de la demande en eau (tourisme, démographie, exports d'eau) ;
- Évolution de la disponibilité des ressources en eau sous le climat futur ;
- Possibles fermetures de sites de production en lien avec les concentrations en métabolites de pesticides ;
- Scénario de crise de pollution accidentelle sur l'Aulne.

Ces scénarios et leurs combinaisons ont été simulés avec le MHE, pour diagnostiquer les risques de défaillance de l'approvisionnement en eau potable à horizon 2050 (**Figure 1**). Les résultats montrent que le territoire présente des risques de défaillance (dans les conditions d'infrastructures actuelles) et cela même lorsque l'organisation de l'approvisionnement est optimisée au maximum. D'autres informations et indicateurs sont également disponibles en sortie de modèle pour affiner le diagnostic et identifier les points de blocage (taux de sollicitation des différentes ressources et infrastructures par rapport à leurs capacités, niveau de stock disponible pour le soutien d'étiage, etc.).



**Figure 1** : Cartes de défaillance de l'approvisionnement en eau potable au mois d'août pour différents scénarios, dans un contexte demande accrue à horizon 2050 (vert = pas de défaillance, rouge = 50% de défaillance, noir = 100% de défaillance)

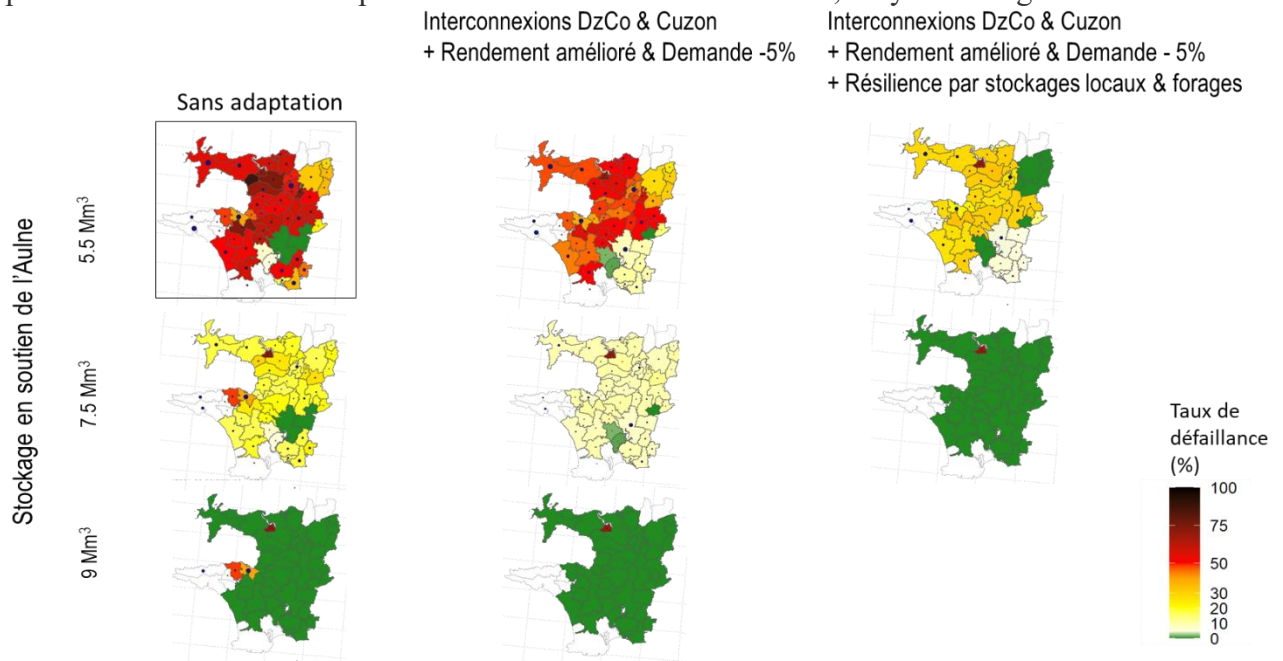
Dans un deuxième temps, le MHE peut être utilisé pour évaluer l'efficacité de mesures et combinaisons de mesures de sécurisation face à ces vulnérabilités futures.

Un atelier participatif a permis de définir des mesures de sécurisation face aux vulnérabilités identifiées :

- Mesures de gestion des besoins en eau (maîtrise de la demande, amélioration des rendements des réseaux) ;
- Mesures de gestion des ressources, visant à augmenter la résilience des ressources locales des EPCI (forages plus profonds, stockages locaux) ou à mobiliser de nouvelles ressources ;
- Mesures de sécurisation collective, via la mise en place d'interconnexions clés, l'augmentation de la capacité de production d'une station clé, ou encore l'augmentation du stockage en soutien de l'Aulne (modifications des règles de gestion du barrage, utilisation d'anciennes carrières pour du stockage complémentaire).

Ces mesures et combinaisons de mesures ont ensuite été simulées avec le MHE, face aux différents scénarios d'évolutions futures. Les résultats montrent qu'une grande partie des risques de défaillance pourraient être atténués voire résorbés avec les mesures d'adaptation définies par les acteurs locaux (sauf pour le scénario de crise). Par exemple, face à l'amplification des étiages sous changement climatique (**Figure 2**), différentes combinaisons de mesures permettraient de sécuriser l'approvisionnement en eau potable du territoire (carte repassant en vert).

Sur la base de ces résultats de simulations, les acteurs du territoire ont pu identifier les mesures qu'ils considéraient comme prioritaires à mettre en œuvre à court, moyen et long terme.



**Figure 2 :** Efficacité de combinaisons de mesure de sécurisation face au risque de défaillance en août dans le scénario "année sèche amplifiée sous changement climatique", dans un contexte de demande accrue à horizon 2050

Les acteurs impliqués dans la démarche sur le territoire du SMA ont évalué positivement l'outil proposé et son utilisation participative.

L'approche est répliquable sur d'autres territoires : le MHE de l'AEP est un outil modulable, adaptable à différentes problématiques (quantité, qualité). La représentation des ressources dans le modèle et la formulation des objectifs du programme d'optimisation peuvent être adaptées en fonction des problématiques de gestion spécifiques du territoire considéré.

Pour le succès de la démarche, il est important d'associer les acteurs du territoire à la collecte et la validation des données, paramètres et hypothèses du modèle, afin de construire l'outil le plus fiable possible.

*Remerciements :*

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet Water for Tomorrow (<https://water-for-tomorrow.com>), avec le soutien financier du Programme européen Interreg France (Manche) Angleterre, cofinancé par le Fonds européen de développement régional (FEDER).

*Références :*

Grémont M., Girard C., Gauthey J., Augeard B. (2015) Modèles hydro-économiques : quels apports pour la gestion de l'eau en France ? ONEMA, collection Comprendre pour agir, 20 p. [https://www.gesteau.fr/sites/default/files/mhe\\_onema.pdf](https://www.gesteau.fr/sites/default/files/mhe_onema.pdf)

Neverre N., Charlier J-B., Moiroux F., Grémont M. (2019) Schéma exploratoire pour l'alimentation en eau potable des vallées de la Moselle et de la Meurthe face à la problématique chlorures à horizon 2050. Rapport final. BRGM/RP-69310-FR, 214 p. <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-69310-FR.pdf>

Neverre N., Mathey A. (2022) Modèle d'optimisation de l'approvisionnement en eau potable de la Plaine du Roussillon par rapport aux ressources disponibles. Production #15 du projet Dem'Eaux Roussillon, BRGM/RP-71532-FR, 39 p. <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-71532-FR.pdf>