

Colloque
"Gestion des eaux souterraines"
Bordeaux - 2023

Article étendu

Titre
<i>Anticiper et prédire les risques de manque d'eau sur une exploitation d'eau souterraine</i>
Nom des auteurs
<i>BERTRAND, Marjorie ⁽¹⁾</i> <i>LUCHIER, Jean ⁽¹⁾</i> FERRAOUN, Rafik
Affiliation
<i>Compléter ici</i> <i>(1) IMAGEAU</i>

En France, à l'horizon 2070 la recharge des nappes sera vraisemblablement réduite de 10 à 25 % ; les débits moyens des cours d'eau seraient, quant à eux, réduits de 10 à 40%, avec des phénomènes d'étiages sévères [Carroget, 2017]. A l'échelle mondiale, ces chiffres pourraient être plus alarmants, où dans un scénario « business as usual », les ressources en eaux pourraient être déficitaires de 40 % à l'horizon 2030 [Unesco, 2015]. Sans se projeter aussi loin, en France, l'hiver 2021 se classe parmi les cinq hivers les plus secs sur la période 1959-2021 ; il est suivi d'un hiver 2019 également déficitaire en précipitations d'environ 20%. Ces conditions climatiques obligent l'Etat Français à prendre des arrêtés de restriction d'eau. En septembre 2022 au pic de la sécheresse, 94 départements ont été concernés par des arrêtés de sécheresse (au-delà de la vigilance). Nombreux de ces derniers atteignaient le niveau de crise, interdisant les prélèvements non prioritaires y compris des prélèvements à des fins agricoles. Si ces restrictions d'eau permettent de limiter les étiages des cours d'eau et la vidange estivale des nappes, dans certains cas, elles ne suffisent pas à empêcher des situations de rupture de l'alimentation en eau. Ce risque de sécheresse est d'autant plus impactant lorsque les ouvrages de production d'eau souterraine (puits et forages) sont colmatés et ne permettent plus un écoulement optimal de l'eau à l'entrée des crépines. Les niveaux bas dans l'ouvrage sont alors plus rapidement atteints ; ils limitent le temps de fonctionnement de la pompe, et réduisent la capacité de production des ouvrages.

Pour limiter et anticiper ces situations de manque d'eau sur un ouvrage de production d'eau souterraine, des solutions technologiques favorisant la gestion active des ressources en eau sont mises en place. « EMI exploitation », outil d'aide à la décision pour la protection des nappes et forages, est l'une de ces solutions.

Quotidiennement, l'application Web EMI Exploitation collecte les données issues de capteurs installés dans les ouvrages de prélèvement d'eau souterraine (niveau d'eau, débit, volume, temps de pompage...). EMI interroge les serveurs de l'Etat et les bases de données « Open Data » afin d'obtenir des données complémentaires. Les données collectées sont vérifiées, validées et utilisées dans des algorithmes hydrogéologiques afin de calculer des indicateurs vis-à-vis de la vulnérabilité à la sécheresse, du rendement du captage et de la qualité de l'eau. En cas de dégradation d'un indicateur ou de dysfonctionnement d'un capteur, des alertes sont envoyées aux gestionnaires afin de mettre en place des actions correctives. Grâce à un système de visualisation cartographique et graphique disponible en ligne, la collectivité est quotidiennement informée de l'état quantitatif et qualitatif de ses ressources en eau. Elle peut ainsi en toute connaissance de cause, ajuster et répartir les prélèvements entre ses différents captages. De plus, l'application réalise un suivi quotidien des performances d'exploitation de chaque ouvrage de prélèvement basé sur une analyse croisée du débit spécifique, des volumes produits et du temps de pompage. En cas de dysfonctionnement, la collectivité peut entamer des travaux de maintenance préventive qui permettent de maintenir la capacité de production du champ captant. Ce volet de gestion patrimoniale est indispensable pour la planification des travaux et des investissements.

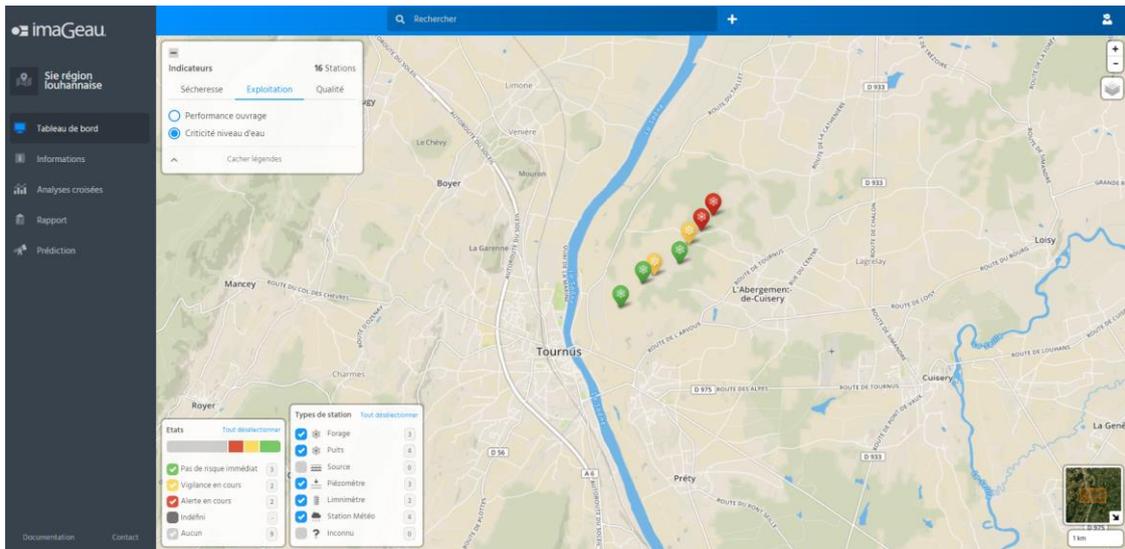


Figure 1 : Evaluation du risque de manque d'eau à l'aide de la solution EMI sur le Syndicat des Eaux région Louhannaise, alimenté par 7 puits captant la nappe alluviale de la Saône.

Pour permettre à la collectivité d'anticiper et de gérer les périodes de stress hydrique, un module « prédiction » est présent dans EMI. Basé sur des algorithmes de Machine Learning, il prédit la hauteur d'eau au-dessus de la pompe 20 jours à l'avance. Pour ce faire, le module appelle de manière automatique un grand nombre de variables climatiques historiques nécessaires à l'apprentissage (précipitations, températures, évapotranspiration, nébulosité, débit des rivières, niveau des nappes, volumes prélevés, temps de fonctionnement des pompes...). Ces données sont alors complétées par des prévisions météorologiques sur les 9 jours suivants, fournies par les modèles européens de prévisions météorologiques à court et moyen terme (ECMWF). Pour chacun des ouvrages équipés de ce service de prédiction, une sélection automatique quotidienne de combinaisons de variables ayant le plus de poids est alors réalisée. Ceci permet de sélectionner et d'actualiser les paramètres impactant le niveau d'eau dans l'ouvrage. L'outil teste alors plusieurs algorithmes de Machine Learning (Réseaux de neurones, Ridge régression et gradient boosting) afin de sélectionner le plus pertinent. A l'issue de cette modélisation, l'exploitant dispose de scénarios de disponibilité de la ressource, et peut adapter les différentes interconnexions entre ressources et/ou prévoir un éventuel ravitaillement par camion-citerne.

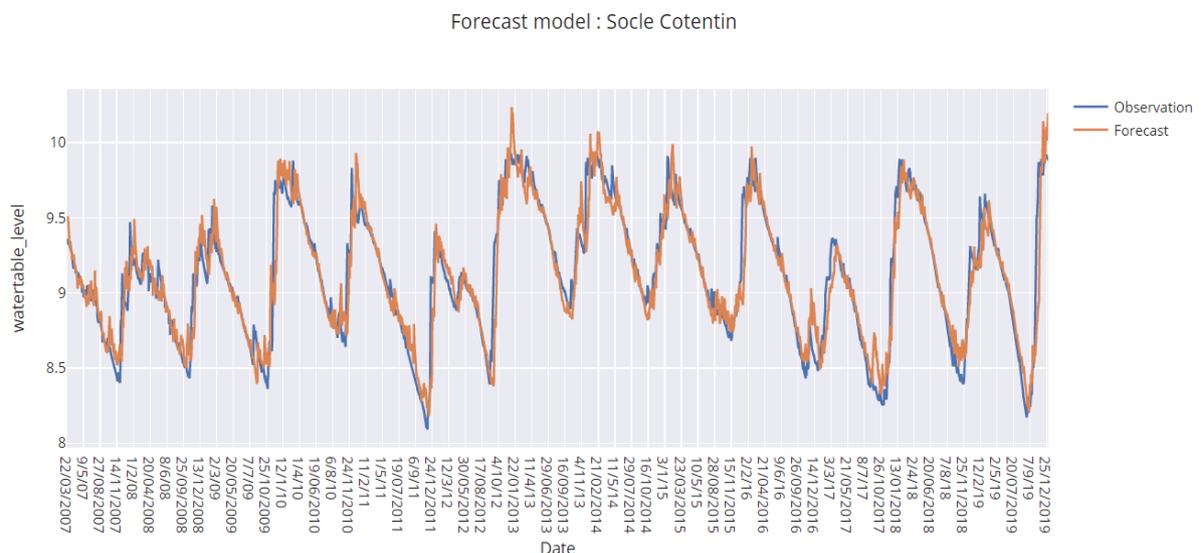


Figure 2: Prédiction du niveau piézométrique à 20 jours à l'aide de Machine Learning (réseau de neurones) sur un piézomètre du socle Cotentin (00732x0032/p).

Les erreurs moyennes de ces modèles sont inférieures à 10 cm jusqu'à une échéance de 20 jours et augmentent avec la durée de prédiction. Il est possible de prévoir le niveau d'une nappe à plus long terme, 30 jours et plus, lorsqu'on est en présence d'une nappe captive, dont la recharge est significativement déphasée par rapport aux précipitations. Ces gammes d'incertitudes sont acceptables pour l'exploitant, qui peut s'appuyer sur des tendances d'évolution et adapter ses schémas d'exploitation au regard de cette information et de la prévision de la demande en eau potable.

« EMI exploitation » est actuellement en cours de déploiement sur les 1550 forages exploités par le groupe SAUR, ainsi que sur de nombreuses régies publiques d'exploitation des eaux (SDEAU 50, Régie des Eaux de Montpellier Méditerranée Métropole, Nevers agglomération, etc.). Cet outil fait l'objet d'une forte R&D pour répondre aux besoins croissants de gestion active des ressources en eau.

En complément, le développement de la plateforme « EMI Exploitation » a permis de construire une base de données de l'eau inter-disciplines et actualisée de manière quotidienne. Dans un souci d'utilité citoyenne visant à favoriser l'accessibilité à la donnée de l'eau, une extension gratuite de « EMI Exploitation » a été mise en ligne en juin 2020 : Info-secheresse.fr. Cette plateforme numérique rassemble sur un seul site 7000 indicateurs de sécheresse vis-à-vis du débit des cours d'eau, du niveau des nappes phréatiques et des cumuls de précipitations. Ces derniers sont calculés selon des méthodes conformes aux standards internationaux et sont actualisés quotidiennement. Ainsi, info-secheresse.fr permet aux différents acteurs de l'eau et au grand public d'être informé en continu du risque sécheresse sur l'ensemble du territoire métropolitain.

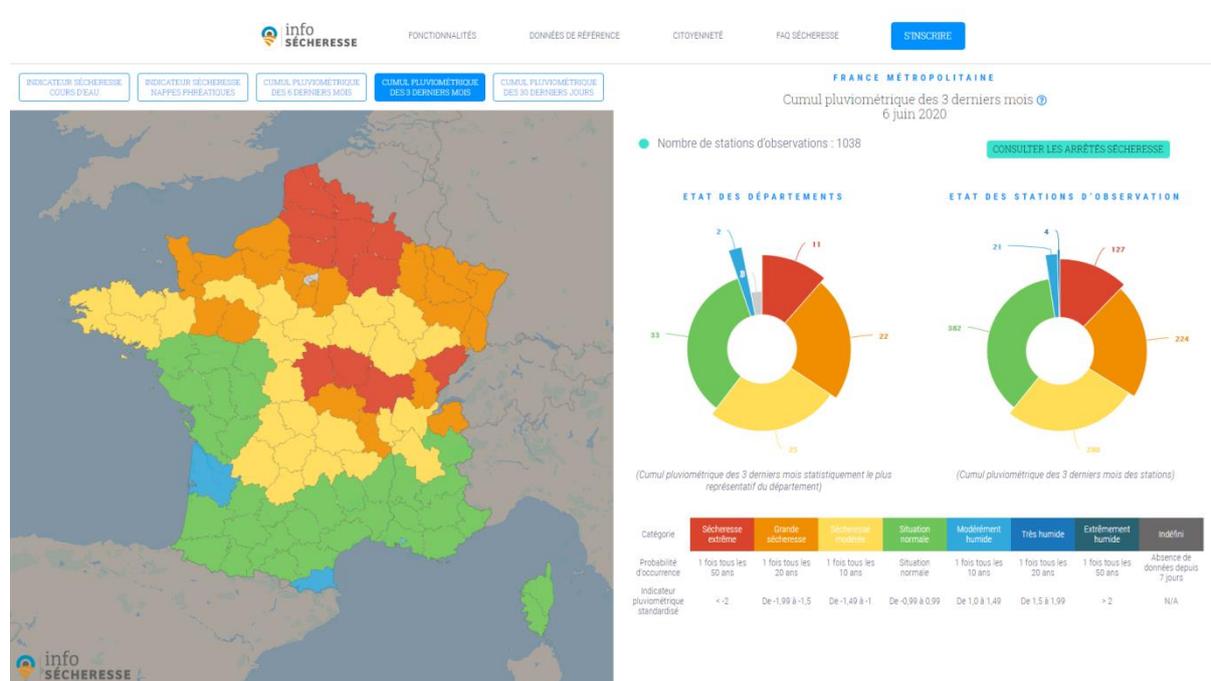


Figure 3: info-secheresse.fr : service gratuit d'information en continu et d'aide à la décision.