

**Tomorrow** 

**DOSSIER D'INFORMATION** 



Fonds européen de développement régional

Livret 12

**Adaptation précoce** à la sécheresse : le potentiel de l'application web MétéEAU Nappes

**BRGM** 



Fonds européen de développement régional



## Le projet Interreg Channel Manche Water for Tomorrow est financé par le Fonds européen de développement régional

## Le partenariat:











www.water-for-tomorrow.com

#### Livret 12

# Adaptation précoce à la sécheresse : le potentiel de l'application web MétéEAU Nappes

**BRGM** 

# Objectif : Pourquoi est-il important d'anticiper les sécheresses ?

dernières années sont se caractérisées par des situations de sécheresses prolongées touchant des zones traditionnellement moins impactées comme l'espace européen Manche (exemples en 2019 et 2022). En France. ces situations de sécheresse ont conduit à la mise en œuvre de nombreux arrêtés préfectoraux dits « arrêtés sécheresse » entraînant des mesures de restriction des consommations d'eau, voir même des certains usages interdictions pour (exemples : irrigation de certains types de cultures agricoles, nettoyage véhicules, arrosage des terrains de sport, remplissage des piscines...). certains départements français exemple le Finistère, le Var, la Corrèze, l'Aveyron) des communes ont même dû recourir à des camions-citernes pour pouvoir être alimentées en eau potable. Outre les problèmes d'approvisionnement potable, les sécheresses hydrologiques ont également d'autres conséquences:

- Sur l'agriculture : les cultures sont soumises à un stress hydrique ce qui affecte les rendements ;



- Sur la production électrique : l'eau sert à refroidir les centrales nucléaires (principale source de production électrique en France), celles-ci peuvent se retrouver à l'arrêt alors que les besoins s'accroissent (ventilateurs, climatiseurs) ;
- Sur la biodiversité : les arbres secs et déshydratés facilitent les départs de feux, les débits insuffisants (ou même interrompus) ou une eau trop chaude en rivière affectent la survie des espèces aquatiques ;
- Sur la qualité de l'eau : les polluants sont moins dilués, augmentant le risque de contamination des réserves hydriques.

Face à ces problématiques, l'anticipation des épisodes de sécheresse permettrait de prendre des mesures adaptées en amont, pour limiter la survenue et la durée des périodes de crise et atténuer les impacts socio-économiques et écologiques associés.

En France, <u>l'eau souterraine</u> représente près des deux tiers de l'eau potable consommée et environ un tiers de l'eau utilisée dans l'agriculture. Cette ressource importante est suivie au jour le jour par le BRGM (service géologique national français), via son réseau piézométrique de

1600 forages répartis sur le territoire national (points appelés « piézomètres »).

Depuis 2021, le BRGM a développé puis mis à disposition du public une plateforme web appelée « MétéEAU Nappes », permettant le suivi du comportement actuel et futur des aquifères en France. Cet outil, qui croise des données en quasi temps réel (pluies, débits des rivières, niveaux des nappes), permet de prédire les niveaux d'eau souterraine sur divers points du territoire, sur la base d'un travail de modélisation.

Les principaux utilisateurs de l'application web MétéEAU Nappes sont : agents des ministères ou des services de l'État (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, Directions Départementales des Territoires et de la Mer), Services de Prévision des Crues, Agences de l'Eau, établissements publics de coopération intercommunale (EPCI), établissements publics territoriaux de bassin (EPTB), Syndicats Mixtes de bassin, entreprises, agriculteurs, bureaux d'études, universitaires et presse.

Ce document présente comment MétéEAU Nappes peut être utilisé à la fois comme un outil de sensibilisation et comme un outil d'aide à la décision pour gérer de façon anticipée les sécheresses.

**MétéEAU Nappes**, créé par le BRGM, est un outil de situation en temps réel et de prévision du comportement des aquifères en France. Il se présente sous la forme d'une plateforme web innovante pour aider à la gestion des eaux souterraines.

## L'outil MétéEAU Nappes

#### **Description**

Le site internet <u>MétéEAU Nappes</u> permet, pour des points de surveillance associés à un modèle hydrologique global (Encadré 1), la visualisation en quasi temps réel des données issues des mesures effectuées sur le réseau piézométrique national géré par le BRGM. Ces données sont mises à disposition sous forme de cartes et de courbes dynamiques issues de travaux de modélisation et de prévision des niveaux des nappes en basses eaux et en hautes eaux (en lien avec des problématiques de sécheresse et de crue). À partir des données météorologiques, hydrologiques et piézométriques suivies (parfois aussi associées à des données de prélèvement), des modèles globaux (Encadré 1) sont utilisés pour réaliser une prévision des niveaux de nappes en ces points de surveillance. Ces prévisions, lancées sur 6 mois, sont comparées aux seuils piézométriques de sécheresse définis par les arrêtés préfectoraux de restriction d'usage. Des données météorologiques, hydrologiques et piézométriques sont mises en ligne en temps réel sur plusieurs sites représentatifs de France métropolitaine.

MétéEAU Nappes offre un ensemble de services permettant le suivi du comportement actuel et futur des aquifères en France (et par extension, pour les aspects de gestion, à la disponibilité de la ressource en eau par anticipation). C'est un véritable outil d'aide à la décision pour la gestion de la ressource en eau dans les territoires à forts enjeux.

Dans un contexte de changement climatique et de probables tensions sur la ressource en eau, plusieurs partenaires publics et privés ont déjà manifesté leur intérêt.

## Encadré 1 : Utilisation d'un modèle global afin de réaliser des prévisions de niveaux de nappes sur des points de surveillance

#### Qu'est-ce qu'un niveau piézométrique ?

Contrairement aux eaux d'un cours d'eau, les eaux souterraines présentent la particularité qu'elles ne se voient pas. Pourtant elles circulent dans le sous-sol entre les grains de la matrice des roches ou dans les fissures, à des vitesses plus ou moins grandes. Les puits, les forages, les sources permettent de donner une image de ces circulations. Afin de connaître l'état de la ressource en eau souterraine en termes de quantité, il est indispensable de surveiller la profondeur de la surface des nappes phréatiques ; profondeur aussi appelée niveau piézométrique.

#### Comment modélise-t-on un niveau piézométrique ?

Les modèles globaux Gardénia et Tempo ©BRGM permettent, à partir des données météorologiques, hydrologiques et piézométriques d'entrée (associées ou non à des données de prélèvement), de simuler un niveau de nappe.

<u>Gardénia</u> est un modèle hydrologique global à réservoirs (modèle physique).

<u>Tempo</u> est un logiciel de caractérisation du fonctionnement hydrogéologique à l'aide de fonctions de transfert (modèle de traitement du signal appelé « boite noire »).

Une modélisation est entreprise après avoir une bonne connaissance géologique et hydrogéologique du secteur à étudier (phase de calibration du modèle sur un point de surveillance du niveau de la nappe).

#### Qu'est-ce qu'une prévision de niveau piézométrique et à quoi sert-elle ?

En terme d'hydrologie, la <u>prévision à moyen terme</u> consiste à estimer quelques semaines à quelques mois à l'avance la valeur d'une grandeur. La prévision de niveau piézométrique est souvent associée à un scénario climatique caractérisé par sa période de retour (exemples : 10 ans humide, pluie médiane, 5 ans sec...). La prévision à long terme couvre quant à elle plusieurs années et s'attache à imaginer les effets du changement climatique.

Après la phase de calibration du modèle, il est possible de faire des prévisions. L'émission de prévision de niveaux de nappes en basses eaux peut permettre d'attirer l'attention des autorités sur les risques éventuels de défaillance des captages servant par exemple à l'alimentation en eau potable (plus le niveau baisse, plus le rendement de l'ouvrage est faible). Il peut alors être nécessaire de prélever une autre ressource en eau (eau superficielle ou autre nappe) ou d'importer de l'eau venant d'un autre secteur géographique.

La prévision de niveaux de nappes en hautes eaux peut aussi présenter un intérêt dans les zones où la nappe affleure à la surface du sol. Une nappe trop haute peut entrainer une saturation du sol et localement des inondations par remontée de nappe.

#### Fonctionnalités et services

L'application web MétéEAU Nappes offre un ensemble de services variés utiles à la gestion des étiages et des risques d'inondation par remontée de nappe :

- un site internet avec accès public hébergé sur un serveur BRGM;
- une interface web facile d'utilisation et compréhensible rapidement (cartes et courbes en temps réel, fiches dynamiques actualisées à chaque connexion ; c'est-à-dire rafraichies à la date du jour) ;

- un affichage historique et temps réel (carte et courbes) des données météorologiques - eaux souterraines - eau de surface mises à disposition par différents producteurs institutionnels (Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations, Météo-France, BRGM);
- une carte de la situation des nappes à la date du jour, dans le passé ou dans le futur (prévisions du comportement des aquifères) : <u>Indicateur Piézométrique Standardisé (IPS)</u> actuel calculé à partir de données de la banque nationale <u>ADES</u> et des données piézométriques mesurées en temps réel (hébergées sur un serveur FTP BRGM), IPS antérieur ou IPS prévisionnel issu des données de prévision des niveaux de nappes selon divers scénarios climatiques (ou divers scénarios de prélèvements);
- des courbes avec superposition d'un ensemble d'informations pertinentes (niveaux piézométriques : historiques mesurés, données temps réel, niveaux prévisionnels ; seuils piézométriques sécheresse/crue ; débit de rivière temps réel ; pluviométrie temps réel) ;
- des outils associés aux cartes et aux courbes : info-bulles, seuils de zoom, historique de chronique, légende, possibilité d'afficher ou non un point ou une courbe, impression, téléchargement d'image;
- un rafraîchissement automatique mensuel avec Gardénia (Encadré 1) des données prévisionnelles du niveau des nappes avec des données météorologiques récentes (actuellement, celles du mois précédent);
- une mise à disposition des métadonnées associées aux prévisions exposées (modèle utilisé, pas de temps, période de calage, coefficient de corrélation, postes utilisés [météorologiques, eaux souterraines et eaux de surface], prise ou compte ou non de prélèvements, cote du terrain naturel au droit du piézomètre, source bibliographique des seuils piézométriques [arrêtés préfectoraux, études BRGM...]);
- une interface de programmation applicative (API) privée dynamique (pour un piézomètre choisi : renvoi des courbes piézométriques prévisionnelles, et renvoi d'un point avec symbologie et couleur de l'IPS actuel ou prévisionnel...).

#### **Exemples d'informations consultables sur MétéEAU Nappes**

Dans la partie carte de l'application, et selon le choix de l'utilisateur, il est possible d'afficher la situation des nappes : soit à la date du jour, soit en revenant sur une date passée, soit en choisissant une date future (Figure 1). La situation du niveau des nappes se base sur l'Indicateur Piézométrique Standardisé calculé à la date choisie par l'utilisateur.

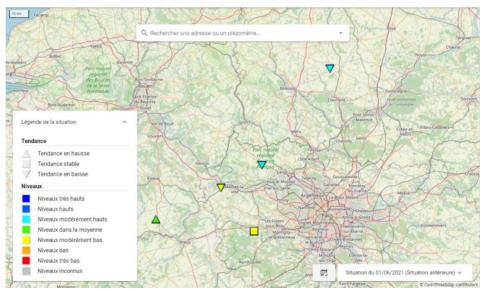


Figure 1 - Carte MétéEAU Nappes au 01/06/2021 zoomée aux alentours de Paris

En cliquant sur l'un des piézomètres (interrogation d'un point d'eau par l'utilisateur), on affiche la légende de sa situation en temps réel ainsi que la dernière valeur de niveau de nappe mesurée (Figure 2).

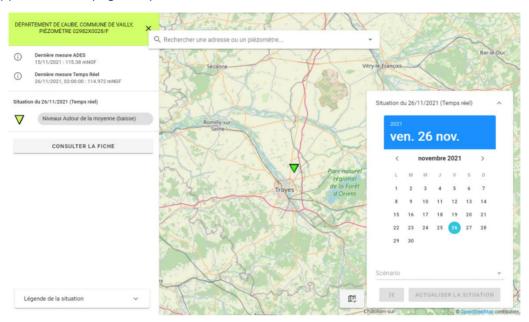


Figure 2 - Carte MétéEAU Nappes au 26/11/2021 avec interrogation d'un piézomètre près de Troyes

On peut aussi consulter sa fiche et accéder à son bulletin de situation rafraichi à la date du jour (fiche dynamique avec plusieurs graphiques associés). Le graphique en Figure 3 montre les diverses mesures effectuée en temps réel : débit de la rivière (en orange), pluviométrie (en bleu clair), niveaux de nappe historiques (en bleu foncé) et en temps réel (en vert). Après avoir affiché ce graphique, l'utilisateur peut naviguer dessus (choix d'une période de temps, déplacement, zoom) et télécharger l'image associée.



Figure 3 - Exemple de graphique MétéEAU Nappes dans la fiche dynamique d'un point d'eau (situation au 26/11/2021)

Il est également possible de consulter des prévisions. La Figure 4 montre les prévisions de niveaux de nappe selon différents scénarios climatologiques. Les niveaux de nappe observés sont superposés à ces prévisions et aux seuils piézométriques de gestion (en périodes de hautes eaux ou de basses eaux). Des info-bulles permettent à l'utilisateur d'afficher les données de chaque jour.

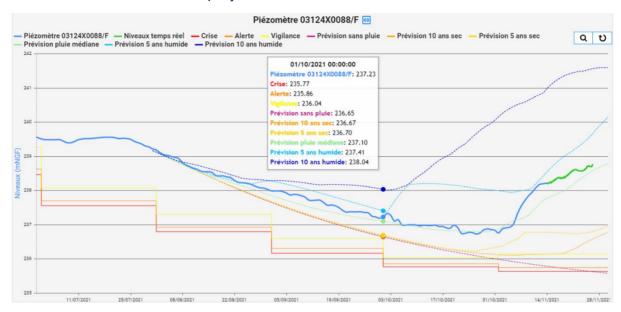


Figure 4 - Détail des prévisions de niveaux de nappe au 01/08/2021 dans la fiche dynamique d'un point d'eau

En haut à droite de ce graphique (Figure 5), et pour les piézomètres dont les niveaux sont influencés par des prélèvements existants autour de lui (usages eau potable, industriel, irrigation agricole...), l'utilisateur peut sélectionner une ligne dans la partie appelée « Scénario de prélèvement ». Après avoir choisi un prélèvement faible, moyen ou fort, les prévisions de niveaux de nappe s'actualisent (ils baissent en cas de prélèvement fort et inversement, ils remontent en cas de prélèvement faible).

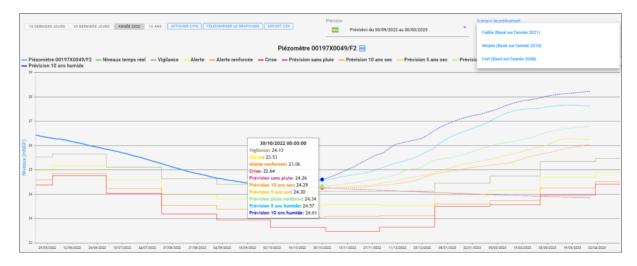


Figure 5 - Choix d'un scénario de prélèvement pour actualiser les prévisions de niveaux de nappe au 30/09/2022

#### Encadré 2 : Contexte hydrogéologique sur le territoire de la CABBALR

#### Quelles sont les nappes phréatiques sur le territoire de la CABBALR?

La carte géologique BRGM de la France à l'échelle du millionième mentionne sur le territoire de la CABBALR des terrains d'âge Eocène (Sables et grès, Argiles) situés audessus de formations d'âge Crétacé (Craie). Dans le détail, des roches d'âge Landénien, Séno-Turonien, puis Cénomanien affleurent du Nord au Sud de la zone. Les nappes phréatiques sont plutôt présentes dans le <u>réservoir crayeux</u> qui a une épaisseur comprise entre 60 et 120 m.

#### D'où vient l'eau potable sur le territoire ?

La CABBALR (Communauté d'Agglomération de Béthune Bruay Artois Lys Romane) est l'un des plus vastes ensembles intercommunaux de France. Elle est composée de 100 communes pour 280 000 habitants, sur un territoire de quelques 647 km². Sur ce territoire, la totalité de l'eau potable consommée est captée dans les nappes phréatiques du sous-sol. En effet, la CABBALR dispose de 35 points de forage, ce qui lui permet de produire près de 15 millions de mètres cubes d'eau par an et d'alimenter en eau potable la totalité du territoire.

#### Quels sont les autres usages de l'eau souterraine ?

En 2019, le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de la Lys recensait 35 millions de m³ de prélèvement en eau souterraine sur son bassin versant de 1 834 km². Les prélèvements annuels moyens par usage se répartissaient principalement en 3 grandes catégories : alimentation en eau potable 66%, industrie 24% et agriculture 2%.

#### MétéEAU Nappes est-il disponible sur le site pilote de la CABBALR?

La CABBALR est engagée dans le programme INTERREG <u>Water for Tomorrow</u> pour accroitre la résilience des zones touchées par la pénurie d'eau en Angleterre et en France. Sur le site pilote de l'Agglomération de Béthune-Bruay, des travaux de modélisations ont été réalisés sur 3 piézomètres BRGM (Mazingarbe, Bruay-La-Buissière et Laires) et ils sont disponibles dans l'outil de gestion précoce des sécheresses MétéEAU Nappes.

Les modélisations effectuées intègrent un historique des volumes prélevés dans la nappe autour de chaque piézomètre. Ceci permet à MétéEAU Nappes de proposer des niveaux de nappe prévisionnels en faisant varier les scénarios de prélèvements futurs.

# Illustrations de l'utilisation de MétéEAU Nappes pour la gestion anticipée des sécheresses sur un site pilote dans le Nord de la France

Une fois MétéEAU Nappes opérationnel et implémenté sur un territoire, il peut être utilisé auprès des gestionnaires de l'eau de différentes façons :

- Comme outil de sensibilisation générale auprès des particuliers et des acteurs locaux aux risques futurs de sécheresse, en explorant des situations futures selon divers scénarios (exemples : absence de pluie sur les mois à venir) ;
- Comme un outil d'apprentissage pour les acteurs locaux et les services de l'État : on se place dans le passé à une période où le territoire a connu une période de sécheresse intense pour examiner ce qu'il se serait passé si on avait pris des décisions différentes (restrictions sur certains usages de l'eau). Cela permet d'améliorer la compréhension de la relation entre prélèvements souterrains et niveaux piézométriques observés (en lien avec les seuils sécheresse des arrêtés préfectoraux et l'inertie sous-jacente du système) ;

- Comme support à une réflexion globale de gestion anticipée des sécheresses.

Si les stratégies de gestion anticipée seront propres à chaque territoire en fonction de sa spécificité et des caractéristiques de l'aquifère considéré, il est néanmoins possible de fournir une méthodologie des questions clefs à se poser :

- À quel moment faut-il anticiper la sécheresse ?
- Quels sont les indicateurs pertinents à considérer pour gérer de façon anticipée le risque de sécheresse ?

C'est ce que l'on propose ici en se basant sur la méthodologie adoptée dans le cadre du projet Water for Tomorrow durant 3 ateliers de concertation organisés avec les gestionnaires et les usagers de l'eau sur le site pilote de la CABBALR (Encadré 2).

La CABBALR n'ayant pas connu historiquement de période de sécheresse sévère franchissant le seuil de crise, nous avons construit une situation fictive illustrative se basant sur la dynamique du piézomètre de <u>Mazingarbe</u> (Encadré 2).

#### Une anticipation printanière permet-elle d'éviter la crise sécheresse ?

Sur la Figure 6, les « marches d'escaliers » de couleur grise, jaune, orange et rouge correspondent aux <u>différents seuils d'alerte sécheresse</u> : seuils dit de vigilance, alerte, alerte renforcée et crise ; correspondant à des niveaux de restrictions croissantes des usages de l'eau allant de l'information (pour le seuil de vigilance) à l'interdiction de certains usages

(pour les autres seuils). La courbe noire puis rouge représente le niveau piézométrique au point de Mazingarbe. Le noir représente les niveaux réels mesurés, puis le rouge ceux simulés à partir de la date du 14 mars (prévisions sur 6 mois avec absence de pluie), juste après la période de recharge (remplissage de la nappe). Dans cet exemple, le seuil de crise serait franchi début juin, 2.5 mois après le début de la simulation, jusqu'à début août (cf. zone colorée en rose).

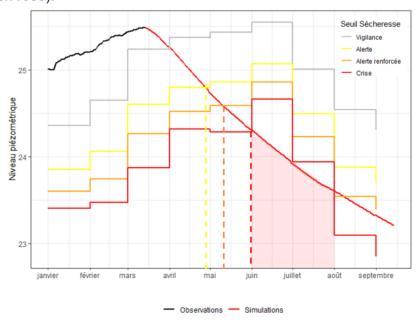


Figure 6 - Niveau piézométrique pour la situation initiale passée et prévision fictive (niveau piézométrique mesuré en mètres par rapport au niveau de la mer)

Dans cette situation initiale, on suppose que les volumes prélevés dans la nappe autour du piézomètre de Mazingarbe sont assez importants (scénario de prélèvement « Fort » en Figure 7). Ensuite, on se demande si une réduction de ces prélèvements permettrait d'éviter de franchir le seuil de crise, et si oui à partir de quelle date faudrait-il commencer à réduire les prélèvements. Différentes trajectoires de réductions des prélèvements existants autour du point de Mazingarbe sont simulées (scénarios de prélèvements « Moyen » et « Faible » en

Figure 7).

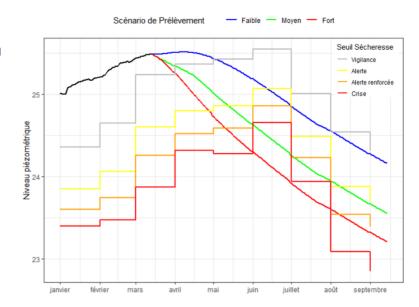


Figure 7 - Impact de réductions préventives des prélèvements sur le niveau piézométrique et sur l'atteinte du seuil de crise

Les courbes verte et bleue illustrent respectivement les trajectoires de niveau de nappe correspondant à une réduction des prélèvements de 25 et 50%. On constate ici que 2.5 mois avant le début de la situation de crise estivale, seule une réduction drastique des prélèvements de 50% permettrait de l'éviter. Une réduction moins importante mais néanmoins significative permettrait seulement de limiter la durée de la crise (durée 1 mois au lieu de 2).

La Figure 8 montre ce qu'il se passerait si la décision de réduire les prélèvements de 50% était prise plus tardivement (1 mois plus tard - courbe marron, 2 mois plus tard - courbe violette) mais toujours avant la situation de crise estivale. On constate alors que plus on retarde la décision, plus il est difficile (voir impossible) d'éviter une situation de crise.



Figure 8 - Efficacité d'une réduction de prélèvement sur les niveaux piézométriques et sur l'atteinte du seuil de crise en fonction de la date à laquelle les mesures de restrictions préventives ont été mise en œuvre

Ce genre d'exercice offre aux acteurs une meilleure compréhension des liens entre les prélèvements souterrains et les niveaux piézométriques pouvant être atteints.

## Peut-on anticiper la crise sécheresse dès la période de recharge automnale/hivernale ?

Pour le piézomètre de Mazingarbe, la nappe suit des variations annuelles et pluriannuelles qui dépendent de son inertie et de son remplissage par les pluies (Figure 9 avec, en bleu, les niveaux mesurés sur les 13 dernières années). Pour anticiper le risque de sécheresse, il peut être intéressant de se focaliser sur la période de recharge automnale/hivernale

(remplissage de la nappe) plutôt qu'uniquement sur la phase de vidange printanière/estivale (baisse du niveau de la nappe).

La Figure 9 montre que les années où les niveaux piézométriques ont franchi les seuils sécheresses (2017, 2019) sont les années où les niveaux piézométriques ont été les plus bas en fin de période de recharge (~26 m au-dessus du niveau de la mer). Le niveau de remplissage atteint à la fin de cette période de recharge semble donc être un facteur clé. En effet, la Figure 9, où la vidange de 2022 est tracée montre que les seuils d'alerte n'ont pas été franchis alors que la vidange a été exceptionnelle (-3,2

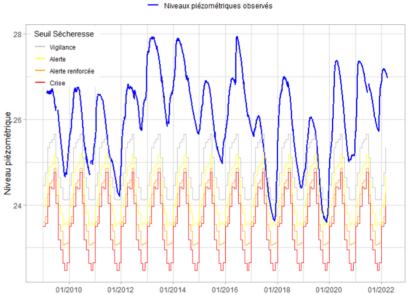


Figure 9 - Évolutions des niveaux piézométriques sur la période 2009-2022 sur le point de Mazingarbe (en abscisse : dates au format mois/année)

m contre un maximum de -2,6 m les années précédentes). Cela est dû au fait que le niveau piézométrique en fin de recharge était relativement haut (~27 m au-dessus du niveau de la mer).

On va donc chercher à identifier s'il y a des niveaux de nappe en fin de période de recharge qui permettent de se prémunir du risque de sécheresse (éviter la crise).

On rappelle que MétéEAU Nappes propose des prévisions de niveaux de nappe selon différents scénarios climatologiques (pluies futures plus ou moins importantes) et selon des scénarios de prélèvement (faible, moyen ou fort). Dans un premier temps, on va regarder ces prévisions de la recharge de la nappe suivant le scénario climatique (Figure 10, d'octobre 2022 à avril 2023). Puis, après ce remplissage, on imagine comment la nappe pourrait baisser sur l'année en cours en reproduisant les baisses observées sur les années sèches passées (Figure 11, d'avril à octobre 2023). L'idée étant de constater si cette recharge peut être importante (ou pas) et si elle permettrait d'éviter un étiage sévère.

La figure 10 montre les différents niveaux piézométriques atteints en avril 2023 suivant différents scénarios climatiques. Cela permet, par comparaison avec les niveaux historiques, de se situer et d'anticiper le risque de sécheresses à venir auxquelles les usagers pourraient être confrontés. Dans cet exemple, comme on part de niveaux assez bas en septembre/octobre 2022, il faudrait que la pluviométrie soit supérieure à la médiane historique (Figure 10 courbe bleue) pour atteindre un niveau piézométrique permettant

d'affronter un épisode de sécheresse avec un « confort relatif » (niveau proche de 27 m au-dessus du niveau de la mer). Avec sa capacité à anticiper et suivre la recharge de la nappe, MétéEAU Nappes est utile pour les gestionnaires de l'eau pour examiner cet indicateur clé.

Dans le cas où cette pluviométrie ne serait pas au rendez-vous (exemple avec la période de retour 10 ans sec), le niveau piézométrique ne remontrait que vers 26 m au-dessus du niveau de la mer (Figure 10, courbe

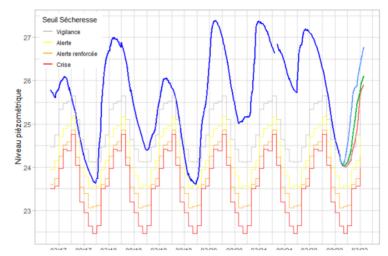


Figure 10 - Exemples de simulations MétéEAU Nappes du niveau piézométrique en fin de période de recharge au point de Mazingarbe (prévisions sur 6 mois de début octobre 2022 à fin mars 2023)

rouge). Une vidange de l'aquifère

identique à l'été 2022 qui se déroulerait en 2023 entraînerait alors un passage prolongé sous le seuil de crise, entraînant des restrictions d'usages de l'eau (Figure 11 courbe en noir reproduisant la baisse estivale de l'année 2022). Une sécheresse de type 2019 ou 2017 conduirait à une situation à peine meilleure (courbe en vert, Figure 11)

Le niveau de recharge de la nappe semble donc être un facteur clé à regarder pour les politiques de gestion anticipée de la sécheresse. En effet, la hauteur des niveaux piézométriques en fin de période de recharge pourrait être une sorte d'assurance pour éviter la sécheresse estivale à venir ou au contraire un signal d'alarme.

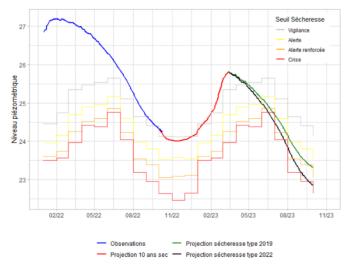


Figure 11 - Projection du niveau piézométrique en fin d'été 2023 suite à un déficit pluviométrique en hiver 2022. En noir : projection d'une baisse de niveau similaire à 2022, en vert : similaire à 2019 ou 2017 (rappel : la courbe rouge correspond à celle de la Figure 12, c'est-à-dire prévisions sur 6 mois avec une pluviométrie de période de retour 10 ans sec)

#### Peut-on agir dès la période automnale/hivernale pour éviter la crise sécheresse ?

En cas de recharge qui risque d'être trop faible, l'intérêt de MétéEAU Nappes est également de pouvoir construire des scénarios alternatifs où les prélèvements seraient différents. Les prévisions de la recharge de la nappe seront simulées avec cette fois un scénario de réduction des prélèvements en période hivernale (Figure 12), pour savoir si une réduction de prélèvement atténuerait le risque de sécheresse sur l'année en cours. On peut noter que cette hypothèse de réduction des prélèvements en période de hautes eaux est vraisemblablement plus acceptable qu'une réduction similaire à entreprendre en saison estivale au plus fort de la crise.

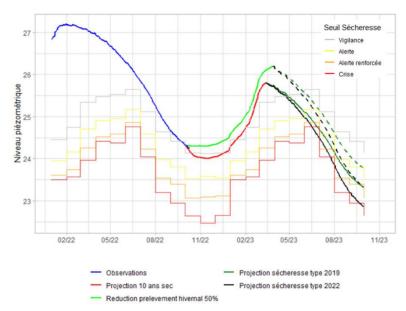


Figure 12 - Impact d'une baisse en octobre 2022 des prélèvements hivernaux de 50% sur les niveaux piézométrique au point de Mazingarbe. En vert clair : impact d'une réduction des prélèvements de 50%. En pointillés noirs : projection d'une baisse de niveau similaire à 2022, en pointillés verts : similaire à 2019 ou 2017

Par exemple, si l'on diminue au 1er octobre 2022 les prélèvements hivernaux de 50% dans la nappe, MétéEAU Nappes simule la remontée obtenue des niveaux de nappe suite à cette baisse des prélèvements (courbe verte claire, Figure 12, nouvelles prévisions sur 6 mois de début octobre 2022 à fin mars 2023). Cela permet alors d'évaluer si dans cette nouvelle situation de remplissage les niveaux piézométriques atteints en fin de période de recharge seront suffisamment élevés (ou pas) pour affronter un éventuel épisode de sécheresse. Sur la Figure 12 (niveau en fin de recharge supérieur à 26 m au-dessus du niveau de la mer), cela semble être le cas puisque les niveaux passent moins sous les seuils sécheresse en 2023.

Cette solution de réduction des prélèvements en nappe dès l'automne/hiver peut donc s'avérer pertinente, d'autant que les solutions pour économiser l'eau peuvent être plus nombreuses en période hivernale où les tensions sur la ressource en eau sont moins présentes (exemple : report des prélèvements sur les eaux de surface).

## **Conclusion : leçons tirées et recommandations**

La gestion anticipée des sécheresses recouvre plusieurs problématiques. Tout d'abord, cela signifie être capable de les caractériser d'un point de vue hydrologique. Cela implique de disposer de piézomètres de suivi et de chroniques suffisamment longues pour que les seuils sécheresses définis aient du sens (niveaux bas, très bas...). Ensuite, cela passe par l'aptitude à modéliser le comportement des niveaux piézométriques futurs pour pouvoir anticiper les niveaux à venir (hausse ou baisse). De plus, cette information doit être disponible facilement pour que les gestionnaires puissent l'utiliser. Le développement d'un outil web comme MétéEAU Nappes paraît alors très utile. La possibilité qu'offre cet outil de

visualiser rapidement l'état quantitatif des masses d'eau souterraine et de se projeter à 6 mois répond à cet enjeu.

Une fois que l'on dispose des outils nécessaires pour anticiper les sécheresses, comment passer de l'anticipation de la sécheresse à la gestion anticipée de la sécheresse ?

Prévoir la trajectoire de baisse de niveau sur laquelle on se situe est une étape préalable indispensable. Mais son utilité est limitée si on n'a pas le temps de dévier suffisamment de cette trajectoire pour éviter la crise ou si les coûts économiques pour dévier de cette trajectoire se révèlent supérieurs à ceux de la situation de crise elle-même. Ainsi, faire de la gestion anticipée nécessite une connaissance approfondie de son système pour déterminer à quel moment il est nécessaire d'anticiper, et quels sont les indicateurs pertinents à considérer.

Ces éléments seront propres à la dynamique et l'inertie des eaux souterraines présentes sur le territoire étudié. Dans le cas d'aquifères à cycle annuel, avec des saisons de vidange et de recharge, se concentrer sur la période estivale revient à négliger la moitié de la dynamique du système. Dans cette période où la nappe se vidange de façon naturelle (principalement en lien avec la météorologique saisonnière), diminuer les prélèvements peut permettre d'adoucir la baisse des niveaux piézométriques, mais ne permet pas forcément d'infléchir de manière significative cette tendance. La sécheresse résulte à la fois de la baisse des niveaux piézométrique en période estivale et du niveau piézométrique atteint à la fin de la période de recharge, celui-ci ayant un rôle « d'assurance-risque » en quelque sorte pendant la période de vidange. Anticiper ce niveau piézométrique de fin de remplissage permet de savoir de quelle marge on disposera pour la période de vidange à venir. Une simple analyse des chroniques historiques passées permet alors d'évaluer à quel degré de risque de sécheresse on va faire face en fonction du niveau de remplissage anticipé.

Bien que soumis à des incertitudes, en premier lieu desquelles se trouvent les conditions météorologiques à venir, ce diagnostic doit ensuite se traduire en terme d'actions concrètes à mettre en place de la part des gestionnaires. Ces solutions, à court-terme, concernent principalement la réduction des prélèvements dans le milieu. Cependant, si on entend par réduction des prélèvements la réduction de la consommation en eau, les solutions paraissent limitées sans action structurelle : de l'ordre de 5 à 15% des prélèvements totaux (Rapport CGEDD n°012985-01). Par contre, d'autres type de réductions de prélèvements sur le milieu sont envisageables.

Par exemple, pour les territoires où cela est possible, en hiver prélever l'eau en rivière plutôt que dans les nappes d'eau souterraine. Cela peut favoriser la remontée des niveaux piézométriques pendant la période de recharge, et ainsi de disposer d'une assurance plus importante en cas de sécheresse estivale, quand les prélèvements en rivière ne sont pas possibles faute de débit suffisant. Cela nécessite cependant des investissements conséquents, car cela demande de repenser le schéma d'approvisionnement en eau, et l'eau surface est en général plus coûteuse à traiter pour la rendre potable car de moins bonne qualité. Cela nécessite également d'étudier les interactions existantes entre eaux de surface et eaux souterraines.

Pour que la gestion anticipée des sécheresses aille au-delà de la gestion de la pénurie d'eau à court terme, il est nécessaire de repenser la gestion de l'eau de façon globale à la fois dans sa dimension temporelle (dynamiques saisonnières) et dans sa dimension spatiale (eaux souterraines et eaux de surface).

#### Points clés

Le BRGM a développé MétéEAU Nappes, une plateforme web constituant un outil de visualisation de la situation en temps réel et de la situation prévisionnelle des nappes d'eaux souterraines.

Cet outil peut être utilisé à des fins de sensibilisation du risque de sécheresse auprès des décideurs et acteurs locaux en permettant de simuler différents scénarios futurs.

Cet outil permet également de rejouer des situations passées, en modulant les niveaux de prélèvements, et ainsi de fournir une première évaluation de mesures de gestion engagées ou en réflexion.

Une anticipation printanière de la crise sécheresse peut être trop tardive pour permettre d'éviter la crise.

Le niveau de remplissage de l'aquifère atteint en fin d'hiver parait être un indicateur clé à anticiper pour estimer le risque de sécheresse estivale.

Des actions peuvent être menées dès la période automnale pour favoriser la recharge de l'aquifère en tant qu'assurance contre le risque de sécheresse.



### Pour aller plus loin

#### Sur la gestion des sécheresses en France :

https://www.ecologie.gouv.fr/secheresse

https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0011654/012985-01 rapport-publie.pdf

#### Sur les prélèvements d'eau en France :

https://www.eaufrance.fr/publications/prelevements-quantitatifs-sur-la-ressource-eneau-donnees-2016

# Sur les prélèvements en eau souterraine sur le site pilote de la CABBALR et sur le SAGE de la Lys :

https://www.bethunebruay.fr/fr/actualites/eau-potable-enjeux-et-perspectives

https://www.bethunebruay.fr/fr/le-projet-water-tomorrow

https://sigesnpc.brgm.fr/Caracteristiques-hydrogeologiques,32.html

https://www.sage-lys.net/

#### Sur le niveau piézométrique des nappes phréatiques et sur leur prévision :

https://sigessn.brgm.fr/spip.php?article303

http://sigesbre.brgm.fr/Qu-est-ce-que-la-piezometrie.html

http://infoterre.brgm.fr/rapports//RR-29111-FR.pdf

#### Sur les modèles Gardénia et Tempo :

https://www.brgm.fr/fr/logiciel/gardenia-logiciel-modelisation-hydrologique-globale-bassin-versant

http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-55348-FR.pdf

#### Sur le fonctionnement de MétéEAU Nappes :

https://meteeaunappes.brgm.fr/fr

https://meteeaunappes.brgm.fr/fr/presentation-de-meteeau-nappes

https://platform.aquifer-sudoe.eu/fiche innovante/meteeau-nappes-a-tool-for-monitoring-and-forecasting-groundwater-france/

#### Sur le portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines (ADES) :

https://ades.eaufrance.fr/Spip?p=IMG/pdf/index\_piezo\_final.pdf

https://ades.eaufrance.fr/

Pour en savoir plus sur ce travail et l'outil MétéEau Nappes, contactez le BRGM : <a href="mailto:c.bourgeois@brqm.fr">c.bourgeois@brqm.fr</a>; <a href="mailto:b.mougin@brqm.fr">b.mougin@brqm.fr</a>

#### Liste des livrets

- LIVRET 1 Cartes des prélèvements en eaux souterraine pour l'East Suffolk
- LIVRET 2 Modélisation Participative
- **LIVRET 3** Mieux comprendre les parties prenantes : création du SuperWAG dans l'East Suffolk
- **LIVRET 4** Quelles évolutions de l'irrigation dans un futur proche ? Réalisation d'une enquête sur le territoire du bassin de la Lys
- **LIVRET 5** Évaluation des puits d'eau potable pour le réseau de suivi d'eau piézométrique et limnimétrique
- **LIVRET 6** Diagnostic de l'équilibre ressources-besoin à long-terme sur un territoire historiquement peu soumis aux sécheresses
- **LIVRET 7** Évaluation de l'impact climatique sur les capacités de production des ressources en eau souterraines des aquifères de socle
- LIVRET 8 Étude d'impact, une enquête auprès du secteur agricole
- LIVRET 9 Modélisation des ressources en eau
- LIVRET 10 La modélisation pour l'aide à la décision
- **LIVRET 11** Visualiser la gestion future des bassins versants
- **LIVRET 12** Adaptation précoce à la sécheresse : le potentiel de l'application web MétéEAU Nappes
- **LIVRET 13** Anticiper les besoins de sécurisation des systèmes d'alimentation en eau potable : construction d'un modèle hydro-économique
- **LIVRET 14** Allier démarche participative et modélisation pour construire une stratégie collective de sécurisation de l'alimentation en eau potable
- **LIVRET 15** Implication des parties prenantes du bassin versant de la rivière Lark dans le domaine de la gestion de l'eau
- LIVRET 16 Implication des parties prenantes dans la région 'East Suffolk'
- LIVRET 17 Monitoring des ressources en eau sur le site pilote de Broadland
- **LIVRET 18** Projet de résilience pour les ressources en eau du bassin versant de la rivière Granta
- **Livret 19** Installation des réseaux piézométriques, limnimétriques et les stations météorologiques
- **LIVRET 20** Instrumentation et intégration des données piézométriques, de forage AEP, limnimétrique et de la qualité de l'eau dans le logiciel de suivi
- LIVRET 21 Mise en place d'un réseau efficace de surveillance des eaux souterraines
- LIVRET 22 Essai de simulateur de pluie dans la rivière Yox

## Partenaires du projet

#### The Rivers Trust (Partenaire chef de file)

Cheffe de projet Water for Tomorrow Ukwuori Fadayiro

Email: ukwuori.fadayiro@theriverstrust.com

#### **BRGM**

Noémie Neverre Économiste de l'environnement Email : n.neverre@brgm.fr

#### **Water Resources East**

Julia Beeden Cheffe de projet Email: juliabeeden@wre.org.uk

#### **Environment Agency**

Huw Richards
Chef de projet Water for Tomorrow
Email: huw.richards@environment-agency.gov.uk

#### **CABBALR**

Florine Decofour
Chargée de mission Eau Potable
Email : florine.decofour@bethunebruay.fr

Ces livrets sont complétées par des annexes techniques, des études de cas détaillées et des rapports. Vous les trouverez, ainsi que des liens vers certains des outils mentionnés dans ce document, sur le site web "Water for Tomorrow".

www.water-for-tomorrow.com

