

# OUTILS DE GESTION DES NAPPES : EXEMPLE DES MODÈLES HYDROGÉOLOGIQUES

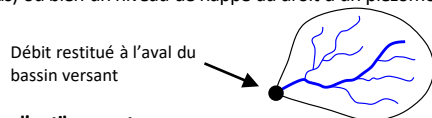
## Qu'est ce qu'un modèle ?

Un modèle est une représentation schématique, simplifiée et relativement abstraite d'un objet. En **hydrogéologie**, il s'agit de reproduire à l'aide d'outils mathématiques ou numériques des niveaux de nappes, des écoulements souterrains, les relations entre les eaux souterraines et les eaux superficielles, la migration de polluants dans l'aquifère, etc.

On distingue généralement deux types de modèles numériques : les modèles globaux et les modèles spatialisés.

## Les modèles globaux

Les modèles dits globaux ou modèles « pluies-débits » ou « pluies-niveaux » permettent à partir de données hydroclimatiques (pluie, évapotranspiration...) de reproduire, par exemple, un débit à l'aval d'un bassin versant (prenant en compte la composante « eaux souterraines », illustration ci-dessous) ou bien un niveau de nappe au droit d'un piézomètre.



### Ce type d'outil permet :

- d'analyser la cohérence entre les observations climatiques et les observations de débits ou de niveaux piézométriques ;
- d'analyser les différents termes du cycle hydrologique (infiltration, évapotranspiration, écoulements souterrains...) ;
- de reconstituer des chroniques de débits ou de niveaux sur une période pendant laquelle on ne possède pas de mesures ;
- de reconstituer des chroniques de débits ou de niveaux non influencées (en retirant l'impact de prélèvements) ;
- de générer de longues séries de débits ou de niveaux piézométriques (prévision à 6 mois, analyse des impacts du changement climatique à partir des données issues des travaux du GIEC).

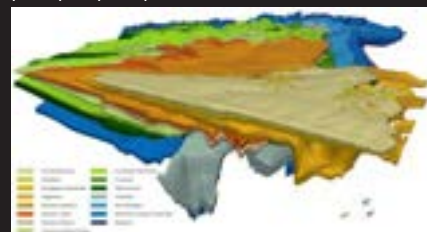
## Les modèles spatialisés

Ce type d'outil permet de représenter le système physique dans sa réalité et de restituer les écoulements souterrains, les niveaux de nappes en tout point du domaine d'étude et pour toutes les nappes superposées intégrées dans le modèle. Couplé à un réseau hydrographique, il permet de simuler les échanges nappes/rivières/lacs et les débits des cours d'eau en tout point d'un tronçon.

### C'est un outil de compréhension :

Il permet d'organiser, de confronter et d'exploiter les données collectées sur un site d'étude (pluie, évapotranspiration, niveaux, débits, prélèvements...) et, ainsi, comprendre le fonctionnement du système aquifère.

Développé depuis près de 30 ans, le Modèle spatialisé Nord Aquitain apporte une meilleure compréhension du fonctionnement des aquifères. Il bénéficie de nombreuses données acquises par les suivis et les études réalisés sur le territoire (thèses, rapports de recherche, rapports d'études,...). Il est utilisé pour l'évaluation et la gestion des eaux souterraines en appui aux politiques publiques.



C'est un outil :

- d'aide à la décision pour la gestion des eaux souterraines :
  - ✓ Contribution à la révision du SAGE Nappes Profondes - Appui à la définition des volumes prélevables. De ce fait, il est inscrit dans le SAGE Nappes Profondes de Gironde ;
  - ✓ Impacts de projets structurants ;
  - ✓ Etudes sur le changement global.
- basé sur une plate-forme intégratrice régulièrement mise à jour : géologie (modèle3D), hydrogéologie, prélèvements, hydro-climatologie, etc.

### C'est un outil d'aide à la décision (gestion et prévision) :

Il peut être utilisé pour prédire l'influence des pompages, estimer l'impact d'aménagements (barrages, bâtiments, drains...) sur les niveaux de nappes et les débits des cours d'eau, prévoir l'évolution d'une pollution (trajectoires, temps de transfert, concentration...), aider à la définition de schéma de gestion (exemple du Modèle Nord Aquitain ci-dessus) et/ou évaluer les conséquences du changement climatique sur les ressources en eau.

### C'est un outil évolutif :

Il est possible à tout moment d'y intégrer de nouvelles données ou connaissances sur le système aquifère considéré ou d'y tester de nouveaux scénarios d'exploitation, climatiques... (augmentation des prélèvements, diminution de la recharge, élévation du niveau marin...).

Pour aller plus loin!

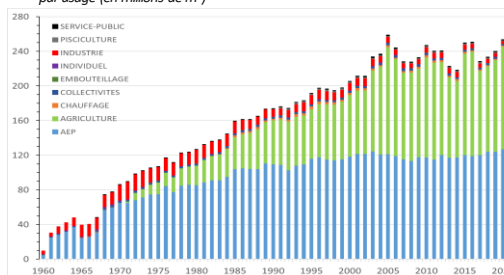
# L'ÉTAT DE L'EAU SOUTERRAINE EN GIRONDE EN 2021 QUANTITÉ

## LES VOLUMES PRELEVES

Les volumes prélevés dans les nappes souterraines de Gironde (tous usages confondus) s'élèvent à 216 millions de m<sup>3</sup> en 2021\*\*. Ils sont en baisse de 14,8% environ par rapport à l'année 2020. Les deux principaux usages sont l'alimentation en eau potable (AEP) et l'irrigation : ils représentent 96,5% du volume total prélevé en 2021 (illustration ci-dessous). La baisse des prélèvements de 2021 est, ainsi, principalement due à celle des prélèvements agricoles (-35,8 millions de m<sup>3</sup>).

La population girondine est en forte hausse depuis 2008 (+1,2% par an en moyenne – source [INSEE 2018](#)). Les prélèvements AEP restent toutefois globalement stables autour de 120 millions de m<sup>3</sup> par an depuis la fin des années 90 (illustration ci-dessous). Il apparaît ainsi que l'empreinte d'un habitant sur la ressource en eau potable (en m<sup>3</sup>/an/hab)<sup>1</sup> a fortement diminué depuis les années 2000 (illustration ci-contre) pour se placer désormais sous le seuil de 80 m<sup>3</sup>/h (fixé comme objectif dans le SAGE<sup>2</sup> Nappes profondes de Gironde).

↓ Evolution des prélèvements en eau souterraine en Gironde entre 1960 et 2020 par usage (en millions de m<sup>3</sup>)



Les actions menées par les acteurs locaux depuis plus d'une dizaine d'années sur le territoire et visant à économiser l'eau (gestion et optimisation des prélèvements, réduction des pertes sur le réseau de distribution, campagnes de sensibilisation auprès des différents usagers, etc.) portent ainsi leurs fruits et doivent être poursuivies. De nombreuses informations sont disponibles à destination des particuliers, collectivités et professionnels pour s'informer sur les solutions pour réaliser des économies d'eau sur le site <https://www.jeconomiseleau.org/>.

<sup>1</sup> L'empreinte d'un habitant sur la ressource en eau correspond au volume prélevé par an et par habitant. Elle inclut les volumes consommés par les usagers ainsi que les pertes dans les réseaux de distribution.

<sup>2</sup> Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux : un SAGE est un outil de planification à portée réglementaire qui définit les objectifs et les principes d'une gestion concertée, équilibrée et durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

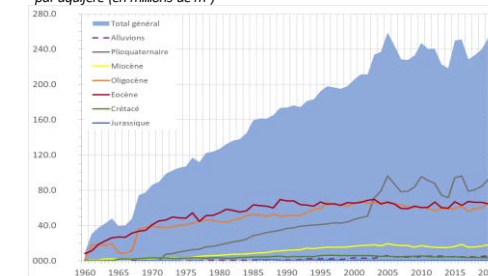
PLUS DE 216  
MILLIONS DE M<sup>3</sup>  
PRELEVES EN 2021



↑ Evolution de l'empreinte d'un habitant de Gironde sur la ressource en eau potable entre 1965 et 2020 (en m<sup>3</sup>/an/hab).

Les prélèvements agricoles, quant à eux, fluctuent d'une année sur l'autre autour de 105 millions de m<sup>3</sup>/an en fonction du climat (+/- 10 millions de m<sup>3</sup>/an en moyenne, illustration ci-contre). Principalement exploitée pour des besoins agricoles, la nappe du Plio-Quaternaire voit ainsi ses prélèvements varier contrairement aux autres nappes de Gironde (illustration ci-dessous) ; pour lesquelles les volumes prélevés sont globalement stables depuis le début des années 2000 et la mise en place du SAGE Nappes profondes.

↓ Evolution des prélèvements en eau souterraine en Gironde entre 1960 et 2020 par aquifère (en millions de m<sup>3</sup>)



Le BRGM recense les volumes d'eau souterraine prélevés en Gironde depuis 1960 auprès des exploitants (producteurs d'eau, collectivités, industriels...), de la Chambre d'Agriculture (pour les forages agricoles) et de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne. Il se charge par ailleurs de les bancaiser et de les mettre à jour en cas de rectification ou de déclaration tardive.

\*\* Une partie des volumes prélevés en 2021 non pas encore été remontés au BRGM. Les volumes affichés seront consolidés en 2023.

# LE SUIVI QUANTITE DES NAPPES

En Gironde, le suivi des nappes s'appuie sur 3 réseaux :

- Le réseau de contrôle de surveillance (RCS – 71 ouvrages) ;
- Le réseau complémentaire départemental (RCD – 142 ouvrages) ;
- Le réseau départemental des points de mesure annuelle (100 ouvrages).

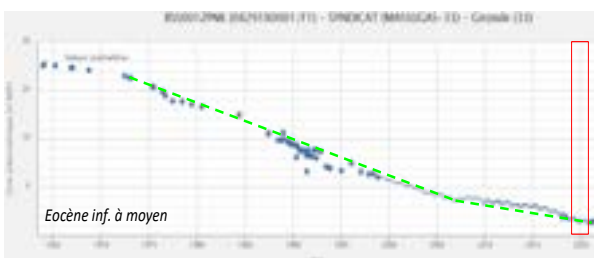
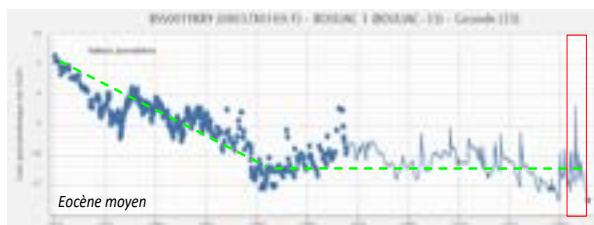
Ces réseaux permettent de suivre l'état quantitatif des nappes et apportent, notamment aux SAGE, des éléments pour la gestion des ressources en eaux souterraines de la Gironde (évolution des niveaux de nappes dans le temps, lien avec la variation des prélèvements, relation nappe/rivière...).

## Les nappes dites « profondes »

Concernant les nappes profondes et du fait d'un besoin croissant en eau depuis la moitié du XX<sup>e</sup> siècle, le nombre d'ouvrages de prélèvements pour l'alimentation en eau potable a fortement augmenté. C'est le cas par exemple sur la nappe éocène dans le secteur de Bordeaux où celle-ci est classée comme « déficitaire » au regard du bilan quantitatif établi par le SAGE Nappes Profondes de Gironde.

Ces nappes ne dépendent pas directement des précipitations actuelles et leurs niveaux piézométriques, excepté lorsque ces aquifères sont proches des affleurements, ne présentent pas de dynamique d'évolution annuelle (pas de cycle hautes et basses eaux sur une année) mais peuvent présenter des tendances d'évolution sur le long terme.

↓ Chroniques piézométriques des ouvrages de Bouliac (BSS001YKRY) et Massugas (BSS001ZPNK) suivant la nappe de l'Eocène.



Le travail de synthèse des données annuelles tous réseaux confondus est cofinancé par le Conseil Départemental de la Gironde et le BRGM, avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Grand Sud-Ouest.

Le BRGM tient le rôle d'opérateur technique depuis 1958.



↑ Répartition des points de suivi « quantité » par type de réseau (RCS/RCD) et aquifère capté.

Le suivi mené sur la nappe éocène sur plus de soixante ans montre que le niveau a connu une forte baisse au centre du département (plusieurs dizaines de mètres). C'est d'ailleurs à la suite des interrogations du Professeur Henri Schoeller de la Faculté des Sciences de Bordeaux au milieu des années 50 sur les risques en lien avec l'accroissement des prélèvements que des études ont été menées et qu'un réseau piézométrique de suivi a été mis en place.

Depuis les premières actions, les niveaux de la nappe ont commencé à se stabiliser seulement à partir des années 90 pour les secteurs les plus réactifs [exemple du point BSS001YKRY ci-contre], depuis 2-3 ans pour d'autres [exemple du point BSS001ZPNK ci-contre].

## Les nappes dites « superficielles »

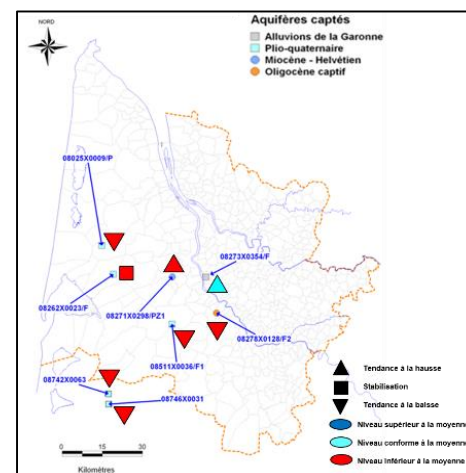
Les nappes superficielles, quant à elles, suivent les cycles climatiques annuels ; leur remplissage dépend de la recharge hivernale et de la vidange estivale. Ainsi, bien qu'elles soient particulièrement exploitées en Gironde pour l'agriculture, leurs niveaux ne présentent pas, à ce jour, d'évolution sur le long terme (ni baisse ni augmentation).

Le suivi quantitatif de ces nappes, particulièrement sensibles aux événements climatiques, reste toutefois primordial notamment, car elles sont étroitement liées aux cours d'eau dont elles soutiennent les débits en période d'étiage.

Ainsi, certains ouvrages dans les nappes superficielles sont utilisés comme référence pour l'édition de bulletins de situation hydrogéologique au niveau national, de bassin ou départemental. Pour le département de la Gironde, le BRGM transmet des bulletins de situation des niveaux de nappes tous les 15 jours à la cellule gestion et préservation des ressources en eau de la DDTM de la Gironde. C'est en parti à partir de ces éléments que des arrêtés préfectoraux de restriction de prélèvement d'eau peuvent être pris.

Les piézomètres actuellement utilisés pour l'édition des bulletins sont présentés sur la carte ci-dessous. Pour être retenus, les piézomètres doivent présenter des chroniques de suivis assez longues (plusieurs dizaines d'années) permettant notamment de comparer les valeurs sur une période à des valeurs maximales, moyennes et minimales représentatives et doivent suivre différents types de nappes (graphique ci-dessous disponible sous ADES<sup>4</sup>).

↓ Bulletin de situation hydrologique – Dernière quinzaine du mois de Juin 2022



<sup>4</sup> ADES : Portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines - <https://ades.eaufrance.fr/>

## A savoir!

Les eaux souterraines et de surface sont généralement connectées hydrauliquement.

Le sens des échanges (nappe-rivière) dépend des niveaux de la nappe et du cours d'eau :

- Lorsque le niveau piézométrique est supérieur à celui du cours d'eau, la rivière est dite drainante ; elle est alimentée par la nappe.
- A l'opposé, lorsque que le niveau de la nappe est inférieur à celui de la rivière, la nappe est drainante ; elle est alimentée par la rivière.

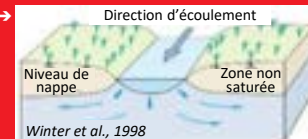
Une nappe et une rivière sont dites déconnectées lorsqu'elles n'échangent pas d'eau (rivière asséchée, berges colmatées...).

Toutes ces situations (nappe drainante, infiltrante, déconnectée) peuvent se rencontrer le long d'un même cours d'eau ; et, les relations changer dans le temps en fonction des conditions hydrologiques et hydrogéologiques pour un même tronçon de ce cours d'eau.



← La nappe est en relation avec la rivière et l'alimente

La nappe est alimentée par la rivière



← La nappe est décrochée par rapport à la rivière. La rivière alimente la nappe par « percolation » via la zone non saturée.

Rivière « déconnectée » à sec

