

Colloque
"Gestion des eaux souterraines"
Bordeaux - 2023

Article étendu

Titre
<i>AGORA - Approche de Gestion Optimisée des Réservoirs Aquifères - Optimisation de la ligne des 100 000 m³/j</i>
Nom des auteurs
<i>Marc SALTEL⁽¹⁾ ; Benoit DEWANDEL⁽²⁾ ; Jean-Pierre VERGNES⁽³⁾</i>
Affiliation
(1) BRGM DAT/NVA, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Pessac, France (2) BRGM, D3E/NRE, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Montpellier, France (3) BRGM, D3E/GDR, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, France

Avec la nappe de l'Éocène, celle de l'Oligocène constitue une des principales ressources en eau potable du département de la Gironde. Les volumes prélevés dans l'aquifère de l'Oligocène, longtemps inférieurs à ceux de la nappe de l'Éocène, ont progressivement augmenté jusqu'à devenir, à partir de 1997, équivalents à ceux de la nappe de l'Éocène. Cette ressource a donc un intérêt stratégique primordial pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération bordelaise. Toutefois, des études réalisées dans les années 2000 (Corbier et *al.*, 2005 ; Platel et *al.*, 2000 ; Schnebelen et *al.*, 2002) ont montré le fort impact des pompages effectués le long de la ligne dite des « 100 000 m³/j ». Cette dernière correspond à un champ captant composé de 18 forages, disposés au sud de l'agglomération bordelaise selon deux axes principaux : un axe nord-sud et un axe nord-ouest-sud-est (Figure 1). Les ouvrages ont été réalisés de 1965 à 1977 et leur mise en exploitation a débuté à partir de 1974. Les volumes prélevés ont progressivement augmenté jusqu'en 2003, où le volume annuel global atteignait un peu plus de 10 millions de m³.

L'exploitation de ce réservoir au sud de l'agglomération bordelaise a entraîné dans certains secteurs une baisse progressive de la piézométrie provoquant un dénoyage graduel de l'aquifère Oligocène.

La notion de dénoyage d'un aquifère, définie dans le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Nappes Profondes de Gironde, est la suivante : « *Le dénoyage consiste à désaturer un réservoir par abaissement de la surface piézométrique de la nappe. Cette notion s'applique plus particulièrement à un aquifère initialement captif dont la nappe est rendue libre par le rabattement. Le dénoyage d'un ouvrage d'exploitation est une opération qui met en péril la conservation des propriétés hydrauliques et la stabilité de l'ouvrage. Lorsque le phénomène de désaturation du réservoir s'étend dans l'espace, on parle de dénoyage de nappe. Un dénoyage de nappe est une opération qui met en péril la conservation des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et hydrauliques de la ressource. Pour maîtriser ce risque, il convient de limiter l'abaissement de la surface piézométrique de la nappe sur les ouvrages d'exploitation ainsi qu'à grande échelle.* »

Par ailleurs, dans le cadre de la disposition 5 du SAGE Nappes Profondes de Gironde, qui traite de l'Atlas des Zones à Risques, le secteur concerné par le dénoyage de l'aquifère de l'Oligocène en périphérie de l'agglomération bordelaise a été identifié comme devant faire l'objet de mesures de gestion en pression.

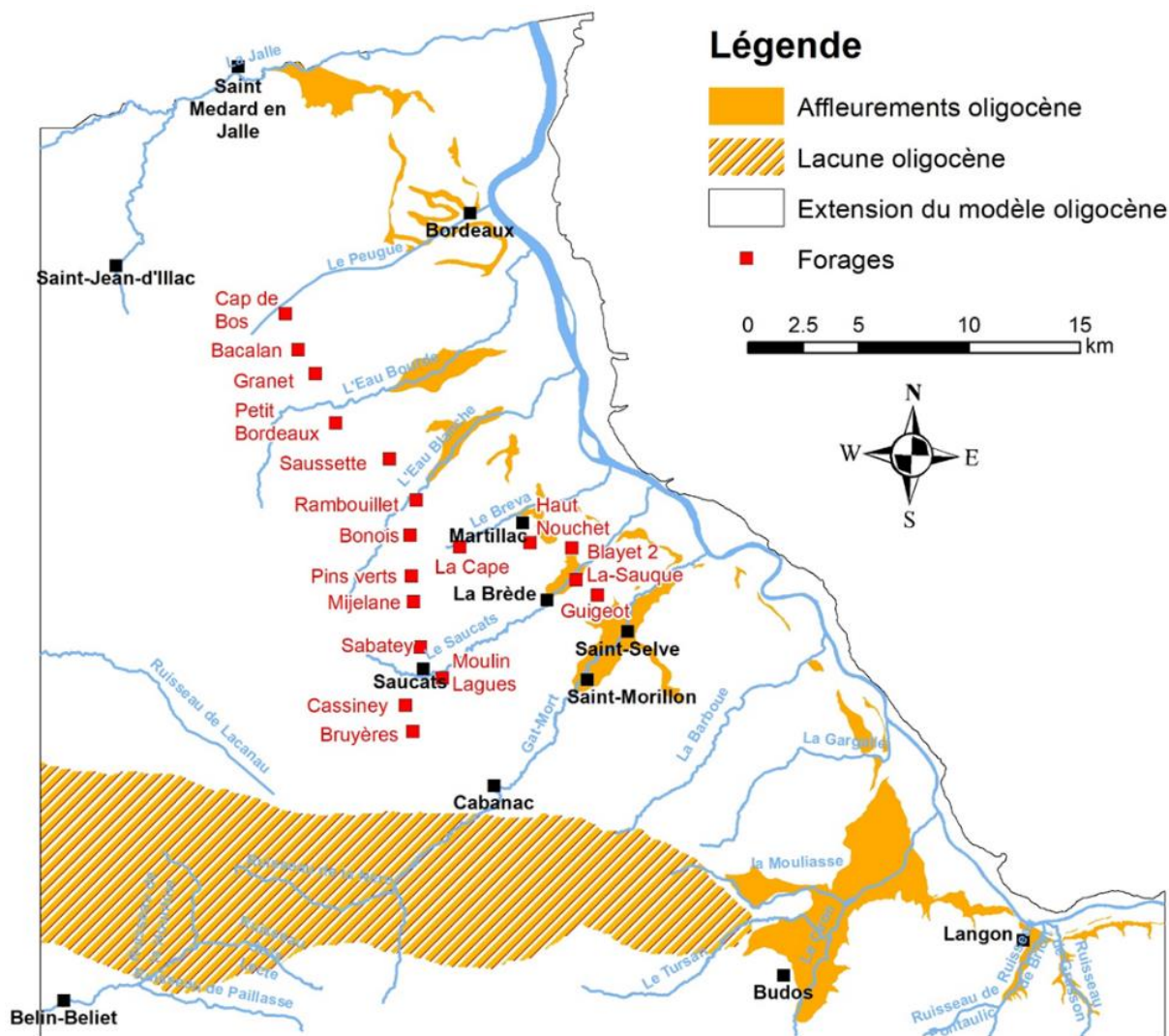


Figure 1- Localisation de la zone d'étude

Afin d'alimenter cet atlas, un modèle hydrodynamique a été conçu spécifiquement pour étudier cette problématique (Saltel et al., 2010) ; modèle Oligocène qui figure dans la disposition 95 du SAGE nappes profonde de Gironde qui stipule que : « *Le modèle Oligocène élaboré pour l'Atlas des zones à risques est le modèle de référence qui sert à l'élaboration des règles de gestion de l'Oligocène. Les nouveaux prélèvements susceptibles d'avoir un impact sur les zones à risque de dénoyage (ZAR) ou les zones à enjeux aval (ZAEA) feront l'objet d'une simulation au sein du modèle Oligocène pour vérification de la compatibilité avec les règles de gestion.* »

Dans une première phase, le modèle a permis de simuler la zone dénoyée et de reconstituer son évolution (extension) au cours du temps. Le modèle a ensuite été utilisé pour réaliser des simulations prospectives afin d'évaluer de manière globale l'ordre de grandeur de la réduction des prélèvements à envisager pour réduire l'impact de l'exploitation du réservoir sur le dénoyage de la nappe.

Cependant, ces premières simulations avaient été faites selon une approche essai/erreur sans tenir compte des contraintes propres au parc d'ouvrages existant (rabattements maximums, interconnexions/fonctionnement du réseau, position des conduites). On ne peut donc exclure que certains des scénarios testés au cours de ce premier travail soient dans les faits inapplicables.

En parallèle, dans le cadre de son approvisionnement en eau potable, Bordeaux Métropole est confrontée aux enjeux suivants : baisse de la capacité de production suite à la pollution récente de certaines de ses ressources et l'augmentation de sa population.

Le projet d'optimisation de la production de la ligne des « 100 000 m³/jour » s'inscrit dans la stratégie de Bordeaux Métropole de déterminer la meilleure façon d'exploiter cet ensemble de forages pour sécuriser son approvisionnement en eau potable tout en limitant au maximum l'extension de la zone dénoyée. L'optimisation de la distribution des pompes a été effectuée en appliquant le logiciel CAPUCINE® (CALcul de Pompes par Utilisation de Coefficients d'Influence Externes - logiciel BRGM, Thiéry, 1993) au modèle Oligocène (Saltel et *al.*, 2019).

Le logiciel CAPUCINE permet d'optimiser sous contraintes les débits des forages d'un champ captant. Il s'utilise en aval d'un modèle hydrodynamique maillé (ici : le modèle Oligocène développé sous MARTHE) préalablement calé, à partir duquel ont été déterminés les coefficients d'influence entre forages, en régime permanent et/ou en transitoire. L'optimisation se fait en respectant des contraintes sur les niveaux dynamiques simulés en divers points de la nappe (forages exploités et piézomètres de suivi). Le logiciel fonctionne aussi bien en régime permanent qu'en régime transitoire, et il tient compte automatiquement des corrections de rabattement entre la maille et le puits, ainsi que des pertes de charges linéaires et quadratiques dans les forages. Les contraintes peuvent s'appliquer aux niveaux piézométriques (minimaux ou maximaux) ou aux débits prélevés, individuels ou groupés : par ex. maximiser le débit global pompé sur un ensemble de puits tout en respectant des plages de niveau dynamique dans les captages et/ou dans des piézomètres d'observation.

Ce travail a nécessité au préalable de réaliser un diagnostic des forages de la ligne des « 100 000 m³/jour » par la réinterprétation des anciens pompes d'essai afin d'évaluer finement les propriétés des réservoirs sur le secteur en utilisant la méthode des dérivées, et de définir pour chaque forage les pertes de charges linéaires et quadratiques. L'analyse des données de terrains et des données de l'exploitant (débits d'exploitation, transmissivité, Déclaration d'Utilité Publique (DUP), avis d'hydrogéologue agréé, contraintes d'exploitation...) a permis d'aboutir à un diagnostic partagé sur les 18 forages existants permettant de redéfinir l'état de chaque forage : libre, captif, dénoyé ou à aléa de dénoyage. Cette analyse a également permis de déterminer les puits pour lesquels une révision des seuils fixés dans la DUP seraient envisageables.

Le travail d'optimisation a été réalisé selon 2 scénarios :

- Phase 1 : Optimisation du champ captant de la ligne des « 100 000 m³/jour » dans la configuration actuelle. Cette première phase d'optimisation a été réalisée en tenant compte des impératifs de gestion du parc d'ouvrages tout en respectant des contraintes sur les niveaux piézométriques et les débits prélevés en forage. Ces contraintes ont été fixées forage par forage et sont le fruit d'une concertation entre l'ensemble des intervenants du projet (Bordeaux Métropole, SUEZ, SMEGREG, ...).
- Phase 2 : Optimisation de la disposition des forages du champ captant pour limiter les interférences et maximiser la production. Cette deuxième phase d'optimisation a été réalisée en se basant sur des configurations alternatives de champ captant pour évaluer les ordres de grandeur des gains liés à la réalisation de nouveaux forages. Plusieurs configurations ont été proposées, chacune intégrant la création de 5 nouveaux forages.

L'optimisation du champ captant de la ligne des « 100 000 m³/jour » a permis de proposer, dans une approche globale, des marges de manœuvre dans la configuration actuelle tout en préservant l'équilibre de la nappe. Le scénario optimisé montre que des ajustements d'exploitation (abaissement des niveaux de régulation et des modifications de DUP) permettraient d'augmenter le volume global produit par la ligne des « 100 000 m³/jour » de l'ordre de + 17,8 %.

SUEZ a d'ores et déjà effectué des tests en rapport avec les préconisations de l'étude AGORA. Les premiers résultats montrent des gains significatifs : de l'ordre 70 m³/h à Sabatey, 35 m³/h à Granet, 25 m³/h sur Garenne, et 25 m³/h à Bacalan.

Dans un second temps des propositions de configurations alternatives ont permis d'envisager des pistes de développement en créant de nouveaux ouvrages. Même si cette approche reste exploratoire, du fait que les résultats soient fortement dépendant des transmissivités implémentées dans le modèle qui sont issues d'un processus de calage et peuvent différer des paramètres sur site qui n'ont pas fait l'objet de mesures sur le terrain, les gains évalués sont substantiels (de 2,2 à 5,5 millions de m³/an). Ce travail permet in fine d'aboutir à la proposition de plusieurs options à plus ou moins long terme avec des coûts plus ou moins élevés en fonction de la configuration qui pourrait être retenue.

Enfin, il conviendra d'intégrer et de valider cette approche dans le cadre du changement climatique afin de mieux encadrer les gains potentiels à moyen et long terme en tenant compte des contraintes d'exploitation qui s'imposeront au gestionnaire.

Bibliographie :

Corbier P., Capdeville J., Pédron N., Platel J., Winckel A. (β005). SAGE Nappes profondes de Gironde - Atlas des zones à risques - BRGM/RP-53756-FR.

Platel J., Schnebelen N., Nindre Y. L., Sourisseau B., Saplaïroles M., Dufour P., Bonnery H. (2000). Gestion des eaux souterraines en Aquitaine - Année 4 - Etude sectorielle - Protection de la nappe de l'Oligocène en région bordelaise - Synthèse des connaissances géologiques - Etat des connaissances hydrogéologiques. Rapport BRGM/RP-50468-FR

Saltel M., Pédron N., Platel J.P, Corbier P., Bourguine B. (2010). Atlas des zones à risque du SAGE Nappes Profondes de Gironde - Phase 2 - Problématique du dénoyage de l'Oligocène au Sud de l'agglomération Bordelaise. BRGM/RP-58156-FR

Saltel M., Dewandel B., Vergnes J.P. (2019) - Approche de Gestion Optimisée des Réservoirs Aquifères - Projet AGORA - Optimisation de la ligne des 100 000 m³/j. Rapport final. BRGM/RP-67254-FR,

Schnebelen N., Platel J., Nindre Y. L., Baudry D., Hoarau A., Dufour P., Benhammouda S. (2002). Gestion des eaux souterraines en Aquitaine. Année 5. Opération sectorielle - Protection de la nappe de l'Oligocène en région bordelaise. Nouvelles connaissances hydrogéologiques. Cartographie de la vulnérabilité aux pollutions - BRGM/RP-51178-FR

Thiéry D. (1993). Optimisation des champs captants. Le logiciel CAPUCINE. Principes et domaine d'application. BRGM/RR-37811-FR.