HAL
open science

Cartographie et analyse de la variabilité temporelle des niveaux piézométriques à l'échelle de la France

Delphine Allier, M. Laurencelle, Abel Henriot, Jean-Charles Manceau, Lisa Baulon, Violaine Bault, Laurence Gourcy, Hélène Bessiere

To cite this version:

Delphine Allier, M. Laurencelle, Abel Henriot, Jean-Charles Manceau, Lisa Baulon, et al.. Cartographie et analyse de la variabilité temporelle des niveaux piézométriques à l'échelle de la France. 2020. hal-02923598

HAL Id: hal-02923598

https://brgm.hal.science/hal-02923598

Preprint submitted on 27 Aug 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

C2020-004

Colloque
"Gestion des eaux souterraines"
Bordeaux - 2020

Pro-forma pour l'article étendu

Titre
Cartographie et analyse de la variabilité temporelle des niveaux piézométriques à l'échelle de la France
Nom des auteurs
Delphine ALLIER[(1)] ; Marc LAURENCELLE[(1)] ; Abel HENRIOT[(1)] ; Jean-Charles MANCEAU[(1)] ; Lisa BAULON[(2)] ; Violaine BAULT[(1)] ; Laurence GOURCY[(1)] ; Hélène BESSIERE[(1)]
Affiliation
(1) BRGM *(2) Normandie Univ, UNIROUEN, UNICAEN, CNRS, M2C, 76000 Rouen, France*

Article étendu

La fonction « tampon » jouée par les eaux souterraines est fondamentale lors d'évènements climatiques extrêmes. Elle contribue ainsi, à des degrés divers, selon les contextes hydrogéologiques, à atténuer les effets des sécheresses (maintien du débit d'étiage des cours d'eau, captage des eaux souterraines pour l'irrigation, l'alimentation en eau potable, …) (Margat, 1989).

Cette fonction de régulation liée à la dynamique des eaux souterraines est dépendante de conditions externes (entrées et sorties d'eau), et de conditions internes au système aquifère (propriétés conductrices de l'eau, comme la transmissivité, et accumulatrices, comme l'emmagasinement). Les entrées (recharge des nappes) et les sorties d'eau (vers les exutoires ou via les prélèvements) sont en général mal connues. Mais le pouvoir de régulation des aquifères, appelé parfois inertie, et la variation du stock dans le temps sont traduits à travers les chroniques piézométriques.

En France métropolitaine, les niveaux piézométriques dans la majorité des aquifères présentent une variabilité saisonnière (cycle annuel de recharge et de vidange) et une variabilité pluriannuelle (cycles de plusieurs années voire pluri-décennaux), l'importance de ces « cycles »[1] étant modulée par les propriétés des hydrosystèmes, par les prélèvements et le climat. L'analyse de cette variabilité temporelle peut permettre d'anticiper aussi bien les sécheresses hydrogéologiques que les inondations par remontée de nappe.

Dans le bassin de la Seine, la variabilité basse fréquence de différents signaux : précipitations, débits et niveaux piézométriques de l'aquifère de la Craie, a fait l'objet de différents travaux de recherche (Massei et al., 2010, 2017 ; Pinault, 2012 ; El Janyani et al., 2012 ; Boé et Habets, 2014) montrant les liens entre ces « cycles » et la circulation générale à l'échelle continentale et plus particulièrement l'Oscillation Nord Atlantique (NAO).

Le portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines, ADES[2], met à disposition les données de 4 682 piézomètres. Parmi eux, 2 659 points disposent d'un suivi régulier sur plus de 12 ans. Pour ces points de suivi, il est possible de qualifier la dynamique de la nappe captée à l'aide d'outils d'analyse spectrale (périodogramme, transformée en ondelettes continues, analyse multi-résolution) (Laurencelle et al., 2020 ; Seguin et al, 2018).

Par exemple, pour le piézomètre situé à Janvilliers (point BSS000PRTA) captant la nappe des calcaires de Champigny, le périodogramme calculé (cf. Illustration 1) met en évidence trois périodes : une autour de 17 ans (203 mois), une autour de 6/7 ans (78 mois) et une annuelle (12 mois). Les niveaux d'eau les plus bas observés sur ce piézomètre ont eu lieu en novembre 1992, ce qui correspondait à la fin d'un long cycle pluriannuel (cf. Illustration 1). Cette nappe est donc plus sensible aux évènements climatiques correspondant à une succession d'années sèches (ou humides) qu'à un épisode extrême court et isolé.

---

[1] *Nota bene : les termes cyclicité/cycle sont utilisés dans la suite de l'article par souci de simplification, mais les composantes pluriannuelles identifiées dans les chroniques ne sont pas cycliques, elles ont une échelle temporelle pluriannuelle (par exemple 5-10 ans), mais ne se reproduisent pas à une fréquence régulière.*

[2] https://ades.eaufrance.fr/

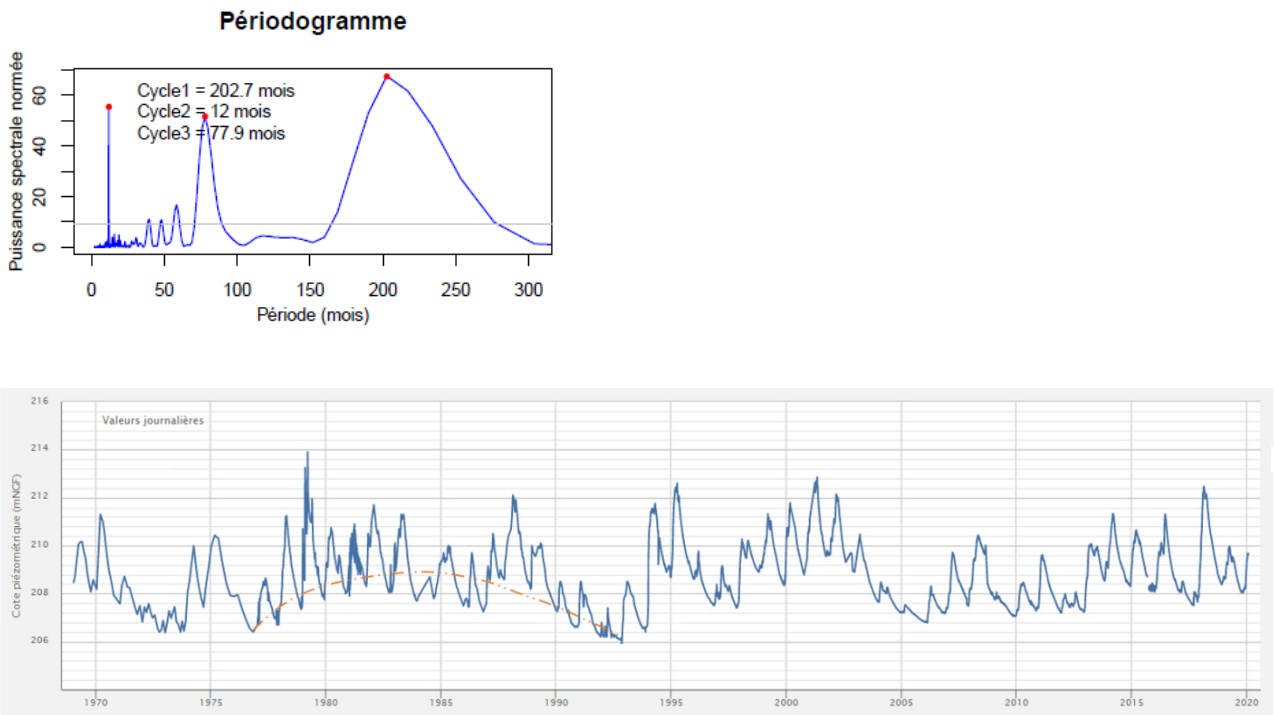

Illustration 1 : Périodogramme et chronique piézométrique du point BSS000PRTA (en tireté orange : cycle pluriannuel).

L'analyse de la variabilité temporelle des niveaux a été menée dans un premier temps sur les ouvrages utilisés pour le bulletin de situation hydrologique (BSH, cf. Illustration 2), afin de différencier l'état des nappes réactives de l'état des nappes inertielles. Ce travail a d'ailleurs permis de proposer des suggestions d'améliorations du BSH afin de réviser sa forme actuelle.

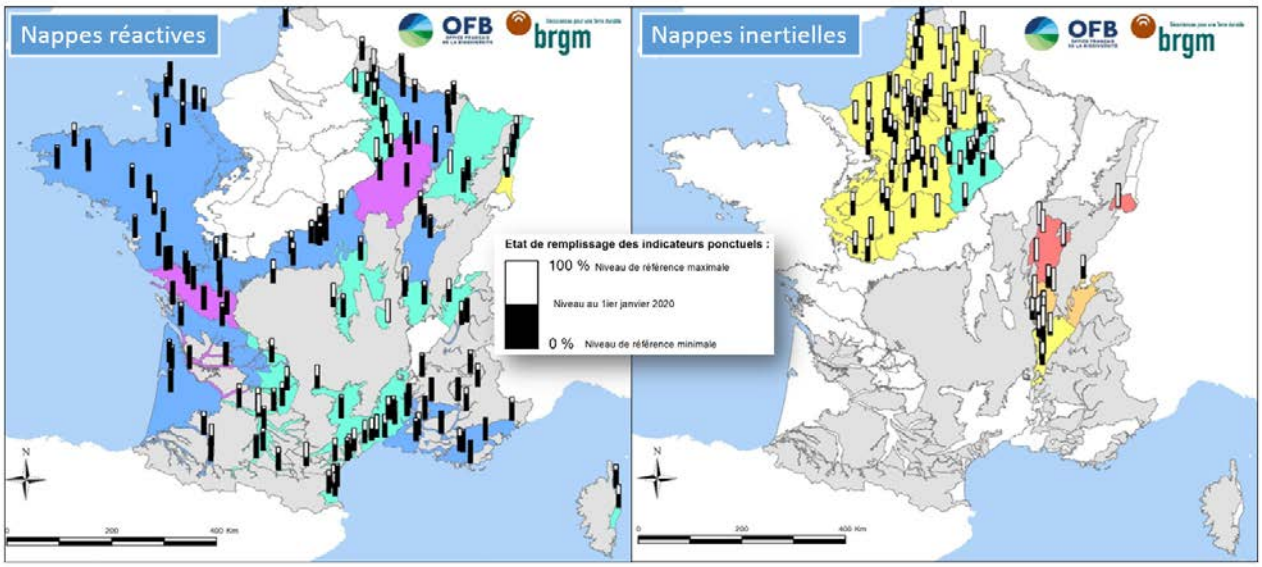

Illustration 2 : Etat de remplissage des nappes réactives (à gauche) et inertielles (à droite) sur les points du BSH au 1er janvier 2020

Ces deux cartes montrent une situation très contrastée au 1er janvier 2020 : les nappes à cycle annuel dominant ont vu leurs niveaux remonter efficacement suite à une bonne recharge automnale, alors que les niveaux des nappes inertielles sont restés globalement bas.

La caractérisation par analyse spectrale des piézomètres a ensuite été réalisée sur un échantillon plus important de 2659 piézomètres pour établir un portrait national de la dynamique des eaux souterraines (cf. Illustration 3), pour les besoins de l'office français de la biodiversité et du

bureau des eaux souterraines du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire.

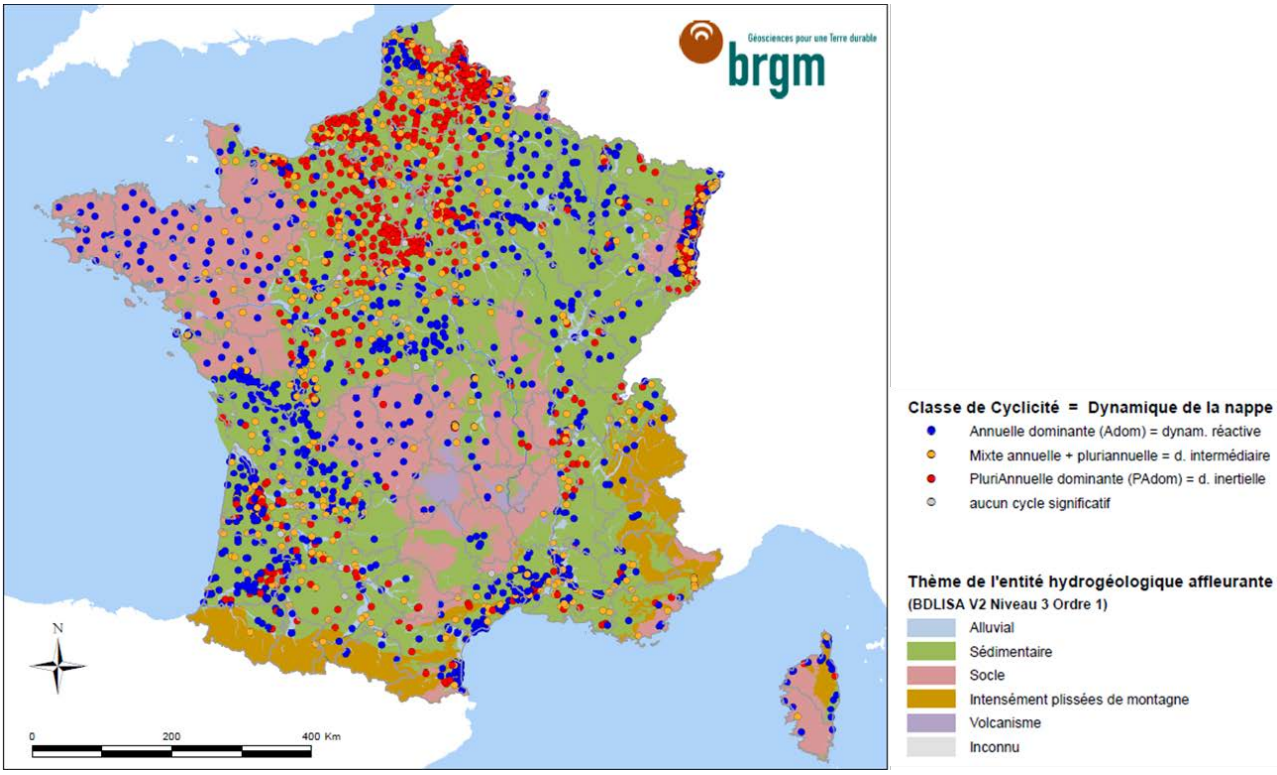

Illustration 3 : Régulation des aquifères – analyse des piézomètres à partir des données de la banque ADES acquises jusqu'au 16 mars 2020

Les résultats de ces analyses statistique et spatiale montrent la diversité des dynamiques des nappes en France métropolitaine, avec 43 % des piézomètres classés en cyclicité annuelle dominante, 30% en cyclicité pluriannuelle dominante, 26% en cyclicité mixte et moins d'1% sans cycle significatif (Laurencelle et al., 2020).

Cette carte permet de souligner l'importance de bien connaître le comportement des hydrosystèmes pour mieux anticiper les sécheresses hydrologiques et les inondations. Des travaux plus approfondis sur un nombre limité de piézomètres (représentatifs de cette diversité de comportement et peu influencés) et sur des données climatiques permettront d'analyser le déterminisme climatique des niveaux extrêmes au travers des liens avec les patrons de la circulation atmosphérique dans l'Atlantique nord dans un contexte de changement global.

Références :

Boé J, Habets F (2014) : Multi-decadal river flow variations in France. Hydrology and Earth System Sciences, European Geosciences Union, 18 (2), pp. 691-708. doi: 10.5194/hess-18-691-2014.

El Janyani S, Massei N, Dupont JP, Fournier M, Dörfliger N (2012) : Hydrological responses of the chalk aquifer to the regional climatic signal, Journal of Hydrology, Elsevier, 464-465, pp. 485–493.

Laurencelle M, Allier D, Henriot A, Manceau JC (2020) : Calcul de l'inertie des aquifères de France métropolitaine à partir de chroniques piézométriques. Rapport final. BRGM/RP-70030-FR, 37 p.

Massei N, Laignel B, Deloffre J, Mesquita J, Motelay A, Lafite R, Durand A (2010) : Long-term hydrological changes of the Seine River flow (France) and their relation to the North Atlantic Oscillation over the period 1950–2008. International Journal of Climatology, 30(14), pp. 2146–2154.

Massei N, Dieppois B, Hannah M, Lavers DA, Fossa M, Laignel B, Debret M (2017) : Multi-time-scale hydroclimate dynamics of a regional watershed and links to large-scale atmospheric circulation: Application to the Seine river catchment, France. Journal of Hydrology, Elsevier, 546, pp. 262–275. doi: 10.1016/j.jhydrol.2017.01.008.

Margat J (1989) : Sécheresse et eaux souterraines. La Houille Blanche, 7/8.

Pinault JL (2012) : Global warming and rainfall oscillation in the 5–10 yr band in Western Europe and Eastern North America. Climate Change, Springer, 114, pp. 621–650. doi: 10.1007/s10584-012-0432-6.

Seguin JJ, Allier D, Croiset N, Klinka T, Manceau JC (2018) : ESTHER. Etude de Séries Temporelles en Hydrogéologie avec le logiciel R. Guide d’utilisation. BRGM/RP-67518-FR, 299 p., 10 ann.