

Elaboration d'indicateurs piézométriques en zone de socle pour la gestion quantitative du département des Côtes d'Armor

Elaboration of piezometric indicators in hard rocks for the quantitative management of the Côtes d'Armor region (France)

Flora Lucassou et Bruno Mougin ⁽¹⁾

(1) BRGM - Direction des Actions Territoriales - Direction Régionale Bretagne - Rennes Atalante
Beaulieu - 2, rue de Jouanet - 35700 Rennes - France

f.lucassou@brgm.fr

I. CONTEXTE

I. 1 Amélioration de la gestion des barrages

Suite aux épisodes de déficit pluviométrique important qui se sont succédés ces dernières années et après une année 2011 particulièrement sèche, le Conseil Général des Côtes d'Armor (CG 22) et le Syndicat Départemental d'Alimentation en Eau Potable des Côtes d'Armor (SDAEP 22) souhaitent améliorer la gestion hydraulique des trois principaux barrages du département (sur l'Arguenon, le Gouët et le Haut-Blavet – Figure 1), uniquement basée sur l'examen des données de pluviométrie et des débits issus des stations de jaugeage, afin d'anticiper les crues et les épisodes de sécheresse. Ces trois grandes retenues d'eau représentent un enjeu important pour le département, notamment en période d'étiage, puisqu'ils assurent plus de la moitié des volumes prélevés annuellement pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP) du département. Compte-tenu des interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines, le CG 22 souhaitait prendre en compte les données piézométriques pour améliorer sa gestion des barrages.

I. 2 Objectifs de l'étude

Le projet « Essai d'élaboration d'indicateurs piézométriques pour la gestion quantitative de l'eau potable du département des Côtes d'Armor » a été réalisé en 2013-2014 grâce à la collaboration du CG 22, du SDAEP 22, de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et du BRGM. L'objectif de l'étude est de produire des indicateurs piézométriques permettant d'améliorer la gestion des 3 principales retenues destinées à l'alimentation en eau potable sur le département des Côtes d'Armor (barrages de la Ville Hatte sur l'Arguenon, de Saint-Barthélémy sur le Gouët et de Kerné Uhel sur le Blavet). Le CG22 souhaite disposer d'outils permettant d'anticiper le remplissage des retenues, afin d'assurer la distribution d'eau à l'étiage.

I. 3 Test méthodologique

Les précédentes études de définition d'indicateurs piézométriques ont été réalisées en milieu sédimentaire avec des chroniques piézométriques longues supérieures à 20 ans [1]. Or les 12 piézomètres des Côtes d'Armor sont opérationnels depuis 2003-2004-2005 et les 3 bassins versants étudiés se trouvent en domaine de socle, avec des lithologies variées (schistes, grès, granites, gneiss...).

La définition d'indicateurs en milieu de socle à partir de chroniques piézométriques de durée inférieure à 10 ans constitue donc un test méthodologique.

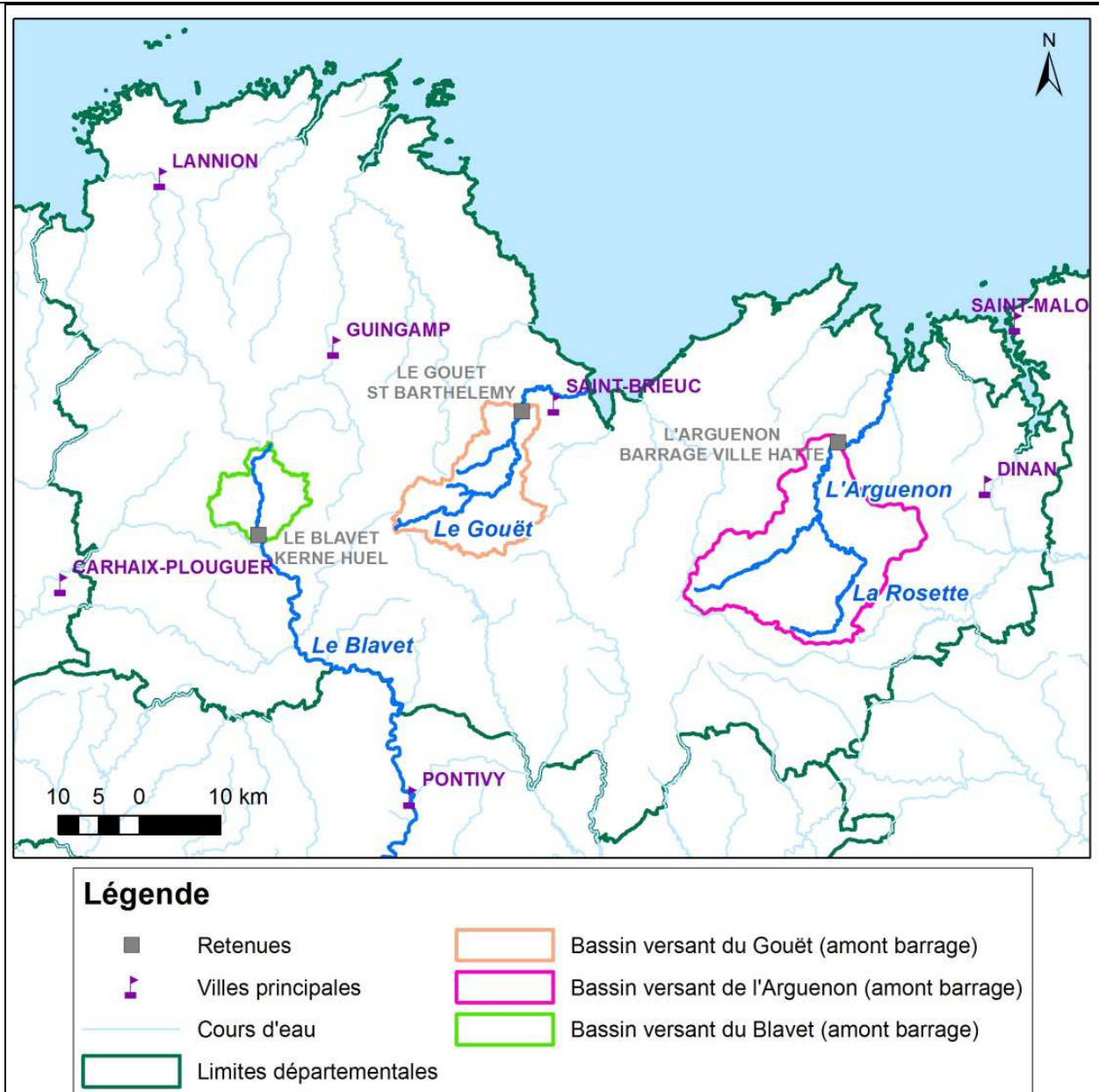


Figure 1 – Localisation des trois bassins versants étudiés

II. CARACTERISATION DES PIEZOMETRES ET DYNAMIQUE DES NAPPES

II. 1 Analyse des piézomètres

13 piézomètres ont été pris en compte dans le cadre de cette étude : les 12 piézomètres situés dans le département des Côtes d'Armor ainsi que le piézomètre de Pleurtuit situé en Ille-et-Vilaine à la frontière avec les Côtes d'Armor.

Les caractéristiques des différents piézomètres et l'existence de corrélation entre les chroniques des différents piézomètres ont été recherchées.

Compte-tenu des formations géologiques présentes sur les 3 bassins versants étudiés et des caractéristiques des 13 piézomètres examinés (pérennité de l'ouvrage, lithologie de l'aquifère recoupé, altérites présentes et captées, hauteur d'horizon fissuré capté, style de la chronique piézométrique/type de réaction aux pluies, cycles annuels/pluriannuels, proximité du bassin versant, présence dans la masse d'eau souterraine), 6 piézomètres ont été retenus pour la suite de l'étude (Figure 2).

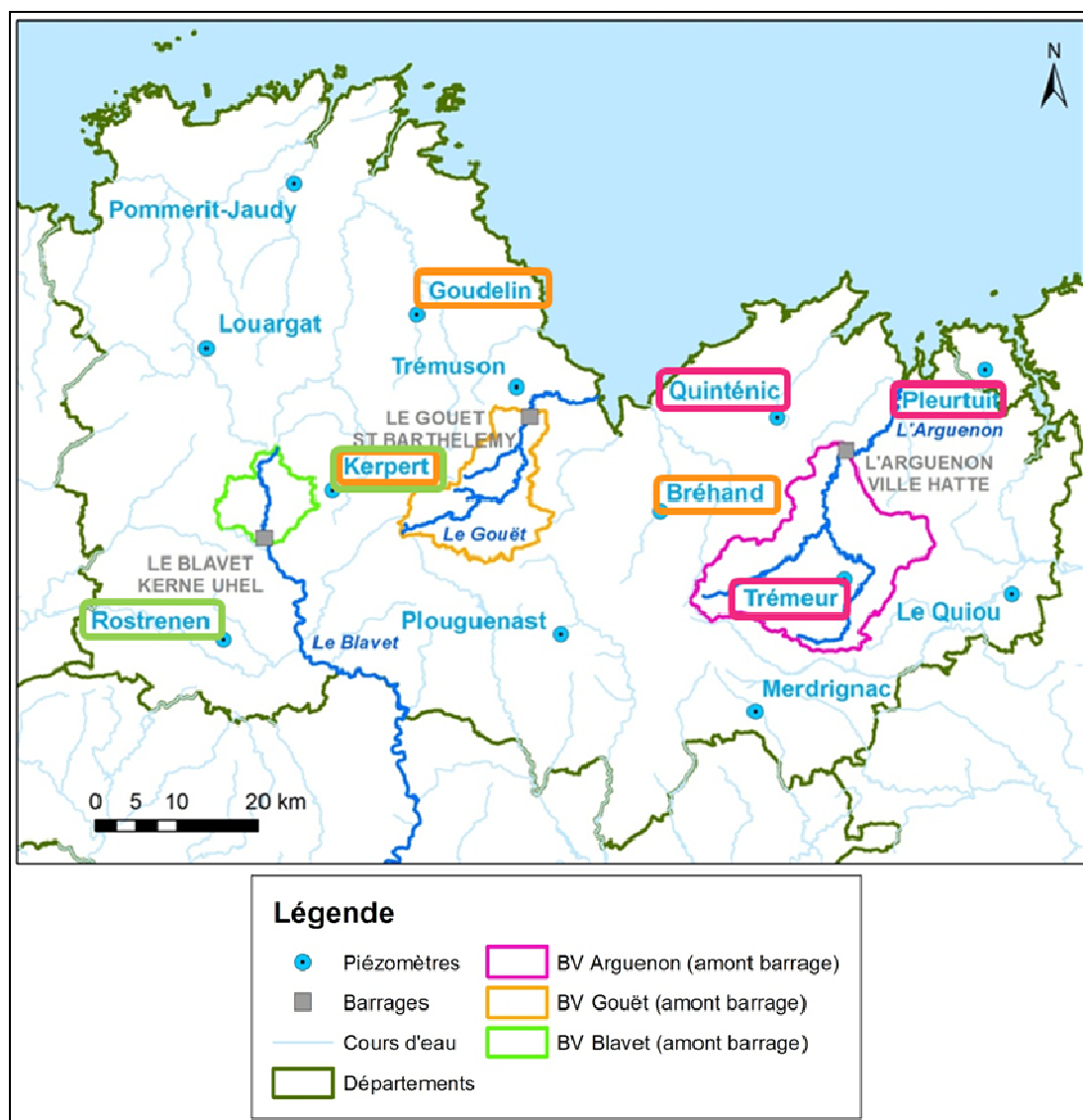


Figure 2 – Localisation des 6 piézomètres retenus sur les 3 bassins versants étudiés

II. 2 Caractérisation des chroniques piézométriques

Afin de caractériser les nappes en fonction de leur dynamique et de leur inertie plusieurs éléments ont été analysés :

- le type de fluctuation (cycles annuels et/ou pluri-annuels,
- la réactivité suite aux précipitations,
- le temps de demi-décroissance des niveaux piézométriques,
- l'auto-corrélogramme de la chronique piézométrique (quantifiant la « mémoire » du système),
- la vitesse de la baisse piézométrique à l'étiage.

II. 3 Analyse des relations nappes-rivières

Les relations nappes-rivières ont été étudiées par l'intermédiaire de corrélogrammes croisés entre débits de la rivière et niveaux piézométriques.

III. MODELISATIONS GLOBALES PLUIE - NIVEAU PIEZOMETRIQUE - DEBIT DES RIVIERES

Afin de valider le choix de certains piézomètres en tant qu'indicateurs piézométriques potentiels, des modélisations pluie-niveau piézométrique-débit ont été réalisées pour :

- analyser la représentativité des piézomètres,
- examiner la corrélation des niveaux piézométriques et des débits des rivières (en particulier à l'étiage),
- approcher les participations annuelles et mensuelles des eaux souterraines aux débits des rivières.

Le logiciel Gardénia© a été utilisé car il permet de construire des modèles globaux qui mettent en relation un signal d'entrée (pluviométrie, évapotranspiration pour approcher les conditions de recharge des nappes) et un signal de sortie (débit de cours d'eau, niveau piézométrique). Le calage du modèle se fait à l'aide de constantes de temps et d'un coefficient de répartition de l'eau dans le sol entre ruissellement et infiltration. Les simulations permettent de déduire la variabilité des composantes du cycle de l'eau : ruissellement rapide, écoulements souterrains lents et débit à l'exutoire.

Les modélisations ont été réalisées avec un modèle à deux réservoirs pour simuler les deux régimes d'écoulement souterrain existant dans les roches de socle en Bretagne : un écoulement dans les roches altérées et un écoulement plus profond dans le milieu fissuré (Figure 3). Un pas de temps journalier a été choisi pour la modélisation afin de prendre en compte les réactions rapides des débits et du niveau piézométrique en réponse aux précipitations.

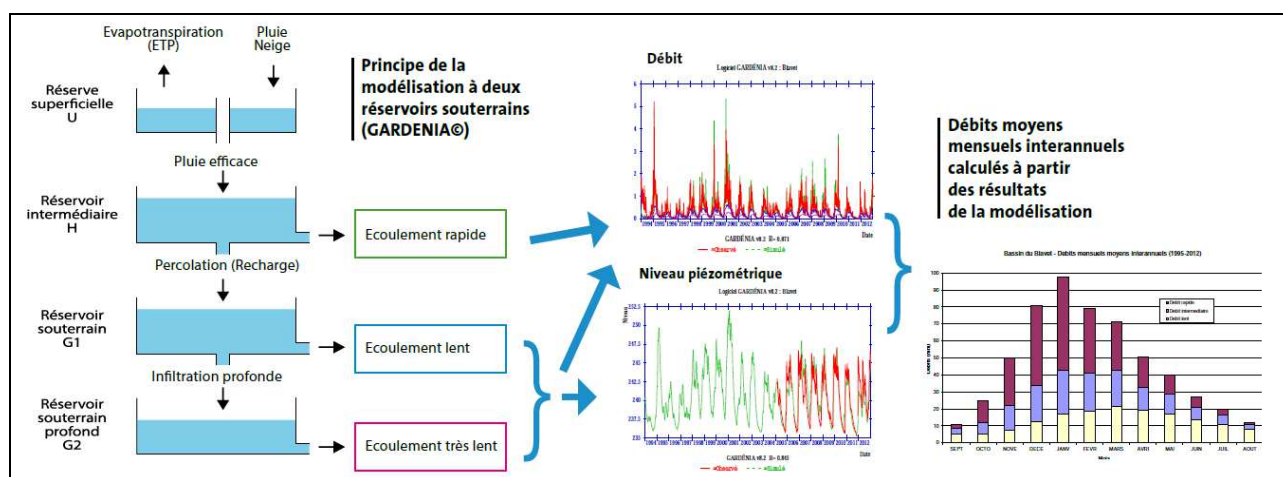


Figure 3 – Principe de la modélisation à deux réservoirs souterrains avec le logiciel Gardénia©

21 modélisations pluie-niveau piézométrique-débit ont été réalisées sur la période 1994-2012. Elles ont permis de retenir un piézomètre de référence par bassin versant, associé à une station hydrométrique représentative de l'écoulement naturel (Tableau 1).

Station hydrométrique	Piézomètre de référence
Le Gouët à Saint-Julien (J1513010)	Kerpert (02782X0047/PZ)
L'Arguenon en entrée de retenue	Trémour (02803X0036/PZ)
Le Blavet à Kerien [Kerlouet] (J5202110)	Rostrenen (03124X0088/F)

Tableau 1 – Piézomètres de référence et stations hydrométriques associées

IV. DES OUTILS OPERATIONNELS

IV. 1 Estimation de seuils piézométriques mensuels

Un travail a été mené à titre expérimental pour tenter d'approcher les seuils historiquement bas sur les piézomètres récents, en utilisant des corrélations avec des piézomètres possédant des chroniques plus longues. Des seuils piézométriques mensuels de période de retour quinquennale sèche (seuil de vigilance), décennale sèche (seuil d'alerte) et quinze ans secs (seuil de crise) ont été calculés par analyse fréquentielle des niveaux piézométriques sur le piézomètre de référence de chaque bassin versant. Ces seuils permettent d'anticiper une situation de crise.

Cependant l'incertitude associée aux calculs est importante et ces seuils ne peuvent en aucun cas être utilisés en vue d'établir des arrêtés sécheresse. Se pose également la question de la pertinence du seuil 10 ans sec, très proche du seuil 15 ans sec.

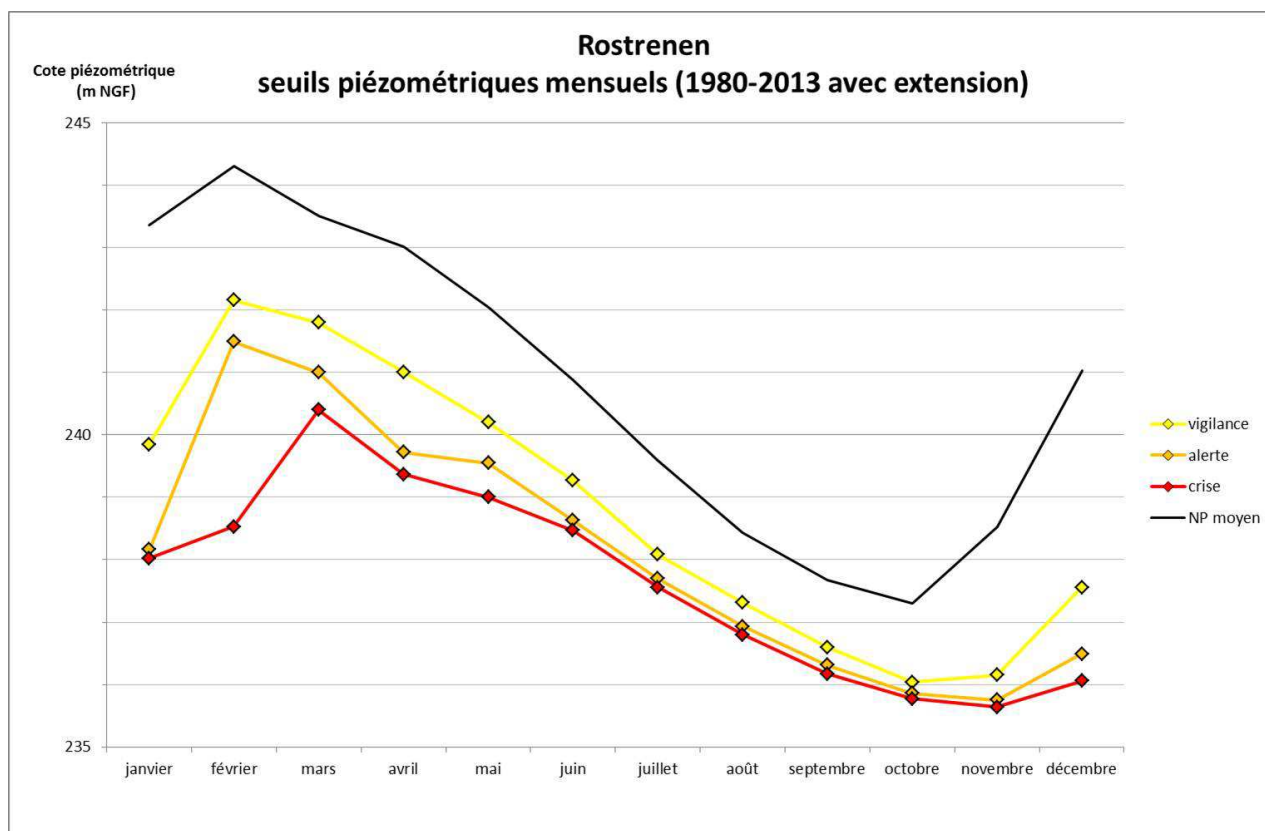


Figure 4 – Seuils piézométriques mensuels calculés sur le piézomètre de Rostrenen pour le bassin versant du Blavet

IV. 2 Réalisation d'abaques débit – niveau piézométrique

L'examen de la décroissance des niveaux piézométriques d'un piézomètre représentatif du bassin versant (indicateur) peut permettre d'estimer le débit d'étiage minimal à venir dans le cours d'eau en utilisant la corrélation débit-niveau piézométrique lisible sous forme d'abaque [3]. La courbe enveloppe extérieure de la corrélation représente la situation la plus défavorable (Figure 5) : elle définit le débit minimal du cours d'eau pour une cote piézométrique donnée.

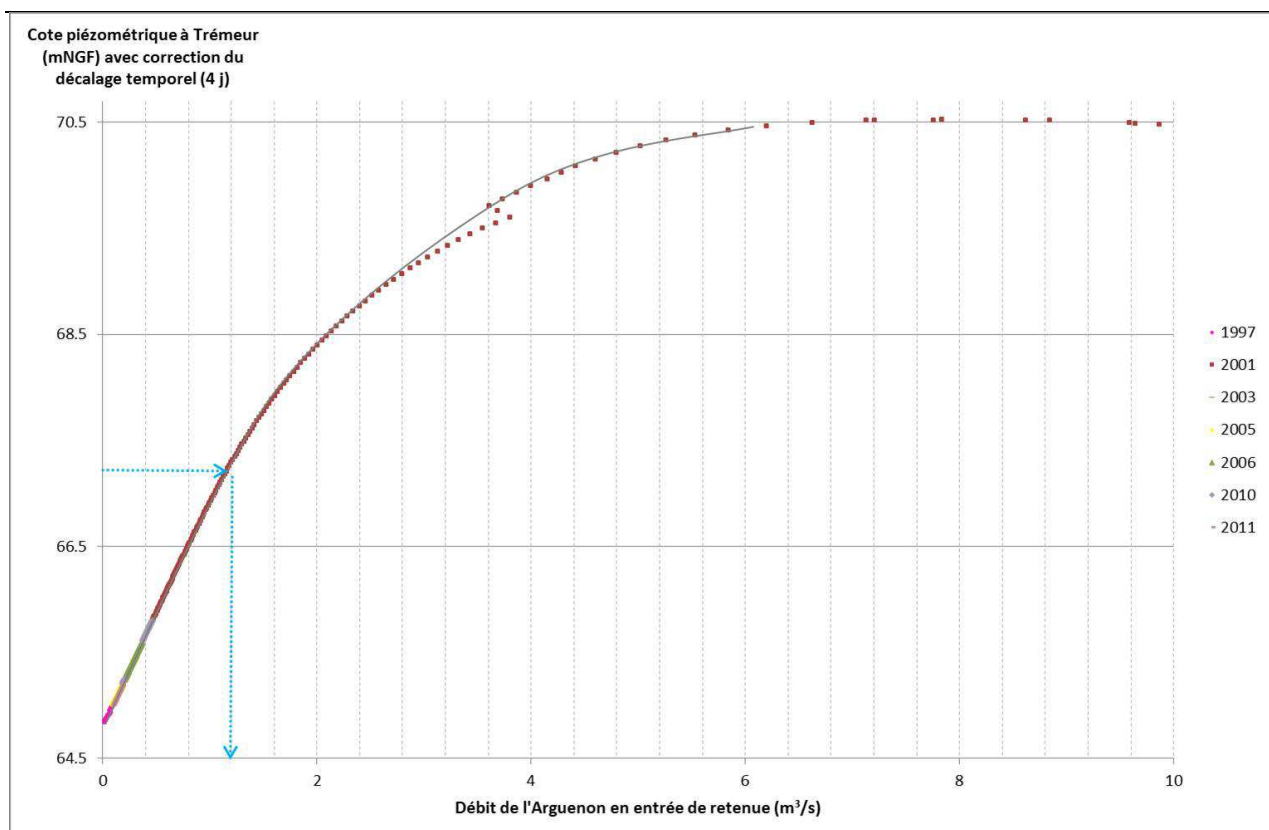


Figure 5 – Courbe enveloppe extérieure de la corrélation débit / niveau piézométrique

Ces abaques peuvent être utilisés de deux manières :

- En prévision : connaissant ces corrélations et les valeurs des décroissances piézométriques, il est possible d'estimer un débit d'été à partir d'un débit de hautes eaux ;
- En remontant le temps : connaissant le débit minimum à respecter à l'été, quel devrait être le débit en hautes eaux pour assurer cet été et à quelle cote piézométrique ce débit est-il associé ?

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce test méthodologique s'est avéré concluant puisque le projet a permis d'élaborer des outils opérationnels pour le CG 22 [2] : (i) des seuils piézométriques et (ii) des abaques de corrélation débit - niveau piézométrique. Les outils obtenus permettront au CG22 d'anticiper sa gestion de l'été, d'estimer le débit le plus critique de chaque rivière à partir de mesures piézométriques, et de justifier ses demandes de dérogation au débit réservé à l'été de la rivière à l'aval des barrages.

Compte tenu de la courte durée des chroniques piézométriques, ces indicateurs seront à ajuster dans quelques années. Cette méthodologie pourrait être appliquée sur d'autres bassins versants de socle.

Références bibliographiques :

- [1] Seguin J.J. (2009) - Les indicateurs piézométriques. Un outil dans la gestion des hydrosystèmes - Orientations méthodologiques. Rapport BRGM/RP-58139-FR, 115 p., 113 fig.
- [2] Lucassou F., Mougin B. avec la collaboration de Stollsteiner P. (2014) - Essai d'élaboration d'indicateurs piézométriques pour la gestion quantitative AEP dans le département des Côtes d'Armor. Rapport final. BRGM/RP-64123-FR, 156 p., 74 ill., 6 ann.
- [3] Stollsteiner P. (2013) – Connaissance des ressources disponibles sur l'ensemble des bassins versants crayeux. Bassin Seine-Normandie en Champagne-Ardenne. Rapport final. BRGM/RP-61371-FR, , 157 pages, 98 ill., 3 ann, CD.