

Influence des ouvrages en travers sur les niveaux de nappes dans deux sites sur la Sarthe : de l'instrumentation à la modélisation

Influence of inline-structures on aquifer water table levels at two sites on the river Sarthe: from instrumentation to modeling

Introduction

- La mise en évidence des processus de fonctionnement des zones humides d'un point de vue hydrologique et hydrogéologique en lien avec les ouvrages en travers (seuil, barrage, etc.).
- Les résultats présentés ici sont issus du projet CEZURES - Continuité Ecologique : Zones hUmides et Restauration Ecologique dans le bassin de la Sarthe amont financé par l'Agence de l'eau Loire Bretagne.
- Le secteur concerné par l'étude comprend une dizaine de barrages. Leur influence sur les conditions hydriques dans le lit majeur de la Sarthe est mal connue.
- L'analyse a été faite à l'échelle de deux sites d'études (Figure 1) équipés d'instruments de mesures (piézomètres, station météo, etc.), un modèle spatio-temporel a été réalisé pour les données issues de capteurs.

Contexte et problématique

Les barrages installés au fil de l'eau ont contribué à faire remonter les niveaux piézométriques des nappes alluviales (Barnaud, Fustec 2007). Mais l'ampleur de cette incidence n'est connue que dans les grandes lignes. Des travaux conduits sur ce thème montrent que les situations sont très variables (Fustec et Lefeuvre 2002). Elles dépendent de multiples facteurs. Les matériaux du fond alluvial (alluvions et substratum géologique encaissant) jouent un rôle déterminant. Ils favorisent selon leurs caractéristiques (texture, stratification, épaisseur, perméabilité...) des drainages verticaux, de la surface vers la profondeur.

Dans le détail cette influence concerne des espaces de dimensions variées selon les microformes topographiques (largeur effective du lit majeur, présence de basses terrasses fluviales) mais également selon l'occupation du sol. Les zones humides sont bien visibles dans l'amont du bassin de la Sarthe où l'essentiel de l'occupation du sol en fond de vallée comprend des secteurs en herbe également en cohérence avec l'hydromorphie des sols.

L'objectif est de réaliser un suivi et une modélisation hydrogéologique pour permettre de déterminer l'influence sur le fonctionnement des zones humides de l'abaissement du niveau d'eau de la Sarthe en lien avec les barrages sur deux sites : Le Moulin de Hauterive et le Moulin du Désert (Figure 1).

Dispositif de mesures

Les sites du Moulin de Hauterive et du Moulin du Désert (Commune de Moulins-le-Carbonnel) qui se trouvent sur la rivière Sarthe à la limite des départements de la Sarthe et de l'Orne ont été choisis car ils appartiennent aux secteurs de fond de vallée, remplis de 2 à 5m d'alluvions argilo-sableuses à passées graveleuses et accueillent des zones humides sous influence de seuils (Figure 2).



Figure 2 : Prairies humides (A) et barrage (B) sur le site du moulin de Hauterive et prairies humides sur le site du Moulin du Dessert (C)

Les deux sites ont été équipés d'une station météo et de capteurs piézométriques et limnimétriques (miniDivers) pour réaliser un suivi de niveau d'eau de la nappe et de la rivière (Figure 3).



Figure 3 : Réseau de mesures sur le site du moulin de Hauterive (A) et Moulin du Dessert (B)

AUTEURS

Mathieu Bonnefond¹, Jeannine Corbonnois², Jean-Michel Follin³, Nathalie Thommeret³

¹ LTSEZ Zone Atelier Loire, EA 4630 Laboratoire Géomatique et Foncier. Mathieu.bonnefond@lecnam.net

² Université du Mans, UMR Espace Société Jeannine.Carbonnois@univ-le Mans.fr

³ EA 4630 Laboratoire Géomatique et Foncier. Jean-Michel.Follin@lecnam.net, Nathalie.Thommeret@lecnam.net

REMERCIEMENTS

Bezhad Nasri, Olivier Fouché, Anne-Julia Rollet, Mathieu Fressard, Guillaume Fauchoux, Simon Dufour, Lucie Poirier.

RÉFÉRENCES

Barnaud G., Fustec E. (2007) *Conserver les zones humides, pourquoi comment ?* Ed. Educagri, 267p.;
Paran F., Augeard B. (2017). *Guide technique Interactions nappe/rivière : des outils pour comprendre et mesurer les échanges*. Agence française pour la biodiversité, collection Guides et protocoles, 102 pages
Servigne, S., Devogele, T., Bouju, A., Bertrand, F., Gutierrez, C., Laucius, S., Noel, G. & Ray, C. (2009). Gestion de masses de données au sein de bases de données capteurs. *Revue internationale de Géomatique*, 19(2), pp-133-150.

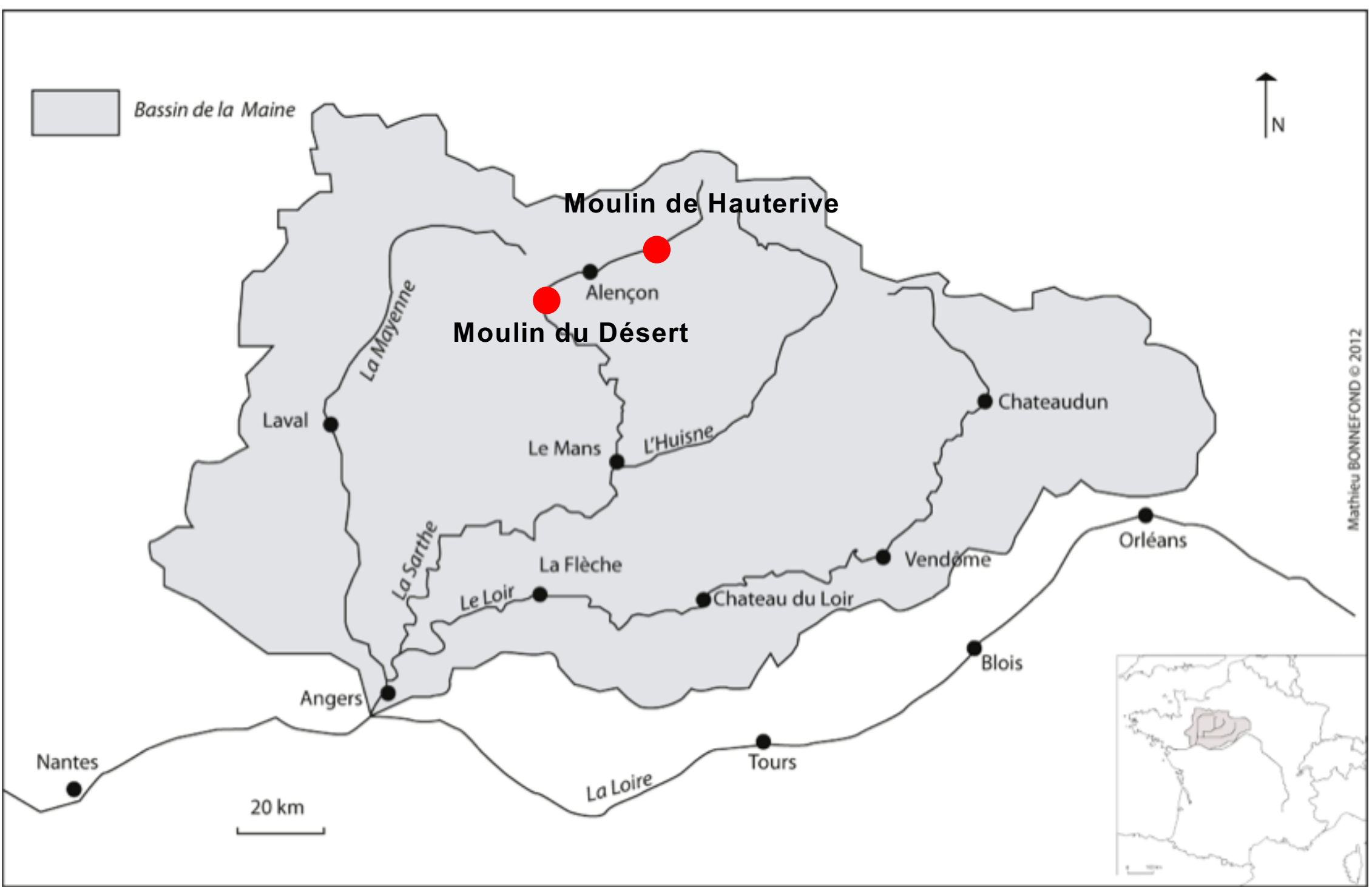


Figure 1 : Localisation des deux sites dans le bassin de la Maine

Modélisation spatiale des niveaux de nappes

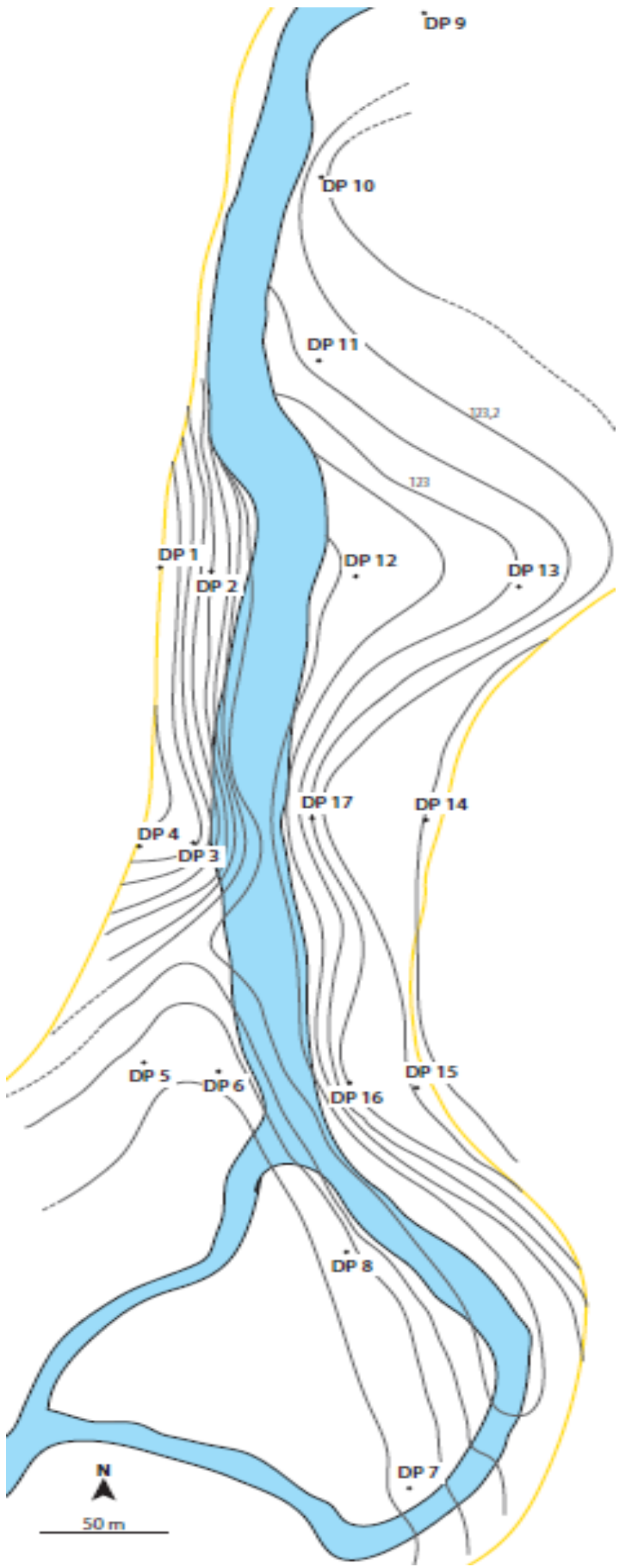


Figure 4 : Exemple de représentation des niveaux de nappes

Les réseaux de capteurs, qui sont de plus en plus fréquemment utilisés pour des applications telles que la surveillance de phénomènes environnementaux ou urbains, entraînent la production de volumes importants de données localisées et datées. Le déploiement de tels systèmes soulève notamment des problèmes de modélisation pour prendre en compte les spécificités des capteurs, d'intégration pour utiliser des données provenant de sources différentes ou encore d'interpolation pour passer de données ponctuelles dans l'espace à des surfaces continues (Servigné et al. 2009).

Dans le cadre du projet, les données issues des capteurs ont été acquises toutes les heures, entre décembre 2014 et juin 2016. Il est donc apparu nécessaire de les stocker et organiser de manière à assurer leur cohérence et à faciliter et optimiser leur accès. Une base de données à composantes spatiale et temporelle a ainsi été conçue afin de pouvoir effectuer toutes les opérations voulues sur les données (modélisation du toit de la nappe phréatique, de ses évolutions au cours du temps, des échanges nappes-rivière, ...)

Le modèle physique de la base de données, telle qu'il a été implémenté avec le Système de Gestion de Base de Données (SGBD) PostgreSQL dissocie les données liées aux mesures brutes de celles liées aux caractéristiques des capteurs.

Les différentes tables contiennent les données nécessaires pour le calcul, par le biais de fonctions, des informations qui nous intéressent. Le socle de données ainsi formé pourra être complété par des informations (comme la géologie, la perméabilité du sol au niveau de la zone non saturée) pour enrichir et affiner la modélisation.

Cette organisation des données rend possible l'analyse des niveaux de la nappe au cours du temps et avec une résolution temporelle fine. L'exploitation de ces informations, notamment par des méthodes géomatiques, nous permet d'obtenir une représentation spatialisée des niveaux de la nappes (Figure 4) et des échanges nappes-rivières (Paran et Augeard, 2017) sur ces secteurs et ainsi de mieux caractériser leur fonctionnement.

Résultats et discussion

Les mesures de niveaux d'eau effectuées entre décembre 2014 et juin 2016 dans les deux sites de Hauterive et de Moulin du Désert donnent des résultats contrastés. Ils montrent ainsi le poids de la configuration des sites (largeur du fond de vallée, granulométrie des alluvions, pente longitudinale...) sur le fonctionnement des zones humides situées à l'amont des seuils : réactivité variée aux apports climatiques d'eau et au changement du niveau de la Sarthe. Ainsi à proximité des barrages on montre que ce sont surtout les effets de sites qui permettent de comprendre la configuration des niveaux piézométriques et finalement l'alimentation des zones humides. Tant sur le site de Hauterive que celui de Désert, barrage et éloignement du lit de la Sarthe semblent en être les facteurs majeurs. Par ailleurs, notre analyse montre aussi que ces facteurs n'agissent que sur de petites superficies. Elles sont de l'ordre d'un hectare au maximum d'après les cartes piézométriques et les coupes. Au-delà ce sont les échanges verticaux qui commandent les mouvements de la nappe souterraine ainsi que les microtopographies qui « accidentent » le fond de vallée. Ces dernières, fréquentes dans le fond de la vallée de la Sarthe, permettent que les sites où les conditions favorables aux zones humides sont réunies, soient nombreux.

Conclusion

- Le suivi pluriannuel et la modélisation sur les sites étudiés ont permis d'identifier un rôle des barrages limité en amont à une bande de terrain large d'une trentaine de mètre sur les deux sites équipés.