

# Estimation de la recharge des aquifères de socle au Bénin: approche couplée hydrochimique et piézométrique

Kotchoni, V.<sup>(1)</sup>; Vouillamoz, J.M.<sup>(2)</sup>; Boukari, M.<sup>(1)</sup>; Adihou, C.<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Université d'Abomey-Calavi/Institut National de l'Eau, Bénin; <sup>(2)</sup> IRD/UJF-Grenoble-1/CNRS/G-INP – UMR LTHE

## Introduction

- L'eau souterraine en zone de socle au Bénin est la principale ressource utilisée par la population pour ses besoins domestiques. Les réserves en eau souterraine sont certainement suffisantes pour absorber une augmentation des prélèvements domestiques (Vouillamoz et al., 2015), mais le renouvellement de ces réserves (la recharge) reste peu connue alors qu'il contrôle en grande partie la pérennité des pompages.
- Dans les études précédentes, la recharge des aquifères de socle a été estimée au Bénin par une approche simplifiée et non validée par des observations de terrain (la méthode du bilan de Thornthwaite; GIZ, 2012) et par la méthode de fluctuation des niveaux piézométriques (Séguis et al., 2011) utilisée sans connaissance quantifiée de la porosité de drainage  $S_y$  et sans considérer l'hétérogénéité des roches de socle du pays.
- Ce poster présente les premiers résultats de l'estimation de la recharge et de la compréhension de ses processus obtenus par une approche couplée hydrochimique et piézométrique mise en œuvre dans différentes roches de socle avec une connaissance locale de la porosité de drainage.

## Matériel et méthode

- Six sites expérimentaux ont été mis en place, chacun dans une unité géologique de socle différente (Fig. 1). Sur chaque site, 1 forage ne captant que la zone fissurée/altérée (ZFA) et 1 forage ne captant que les altérations non-consolidées (altérites) ont été construits.
- Les fluctuations des niveaux piézométriques sont enregistrées au pas de temps horaire par des capteurs de pressions installés dans chaque forage. Les enregistrements sont corrigés des variations barométriques et ajustés en fonction de relevés manuels (Fig. 2).
- Un pluviomètre à auget est installé sur chacun des sites expérimentaux (Fig.2). Les pluviomètres sont calibrés en comparant les volumes de pluie enregistrés avec ceux récoltés dans des bidons enterrés.
- Les échantillons d'eau souterraine sont prélevés dans les différents forages par pompage (Fig. 3), et conditionnés en fonction des analyses à effectuer. Certaines analyses sont effectuées in situ (conductivité électrique, alcalinité, etc...). 6 campagnes de prélèvement réparties sur 2 années hydrologiques (2014-2015) ont été réalisées. Les échantillons d'eau de pluie sont prélevés dans les bidons enterrés qui collectent l'eau des pluviomètres.
- Pour l'hydrochimie, les analyses des ions majeurs, des isotopes intrinsèques de l'eau  $^2H$  et  $^{18}O$  ainsi que du Tritium  $^3H$  ont été réalisées au LRAE de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax (Tunisie).
- Pour la fluctuation des niveaux des nappes, les données ont été analysées avec un tableur.
- Des diagraphies de conductivité électrique de l'eau sont réalisées aux périodes de haute et basse piézométries.

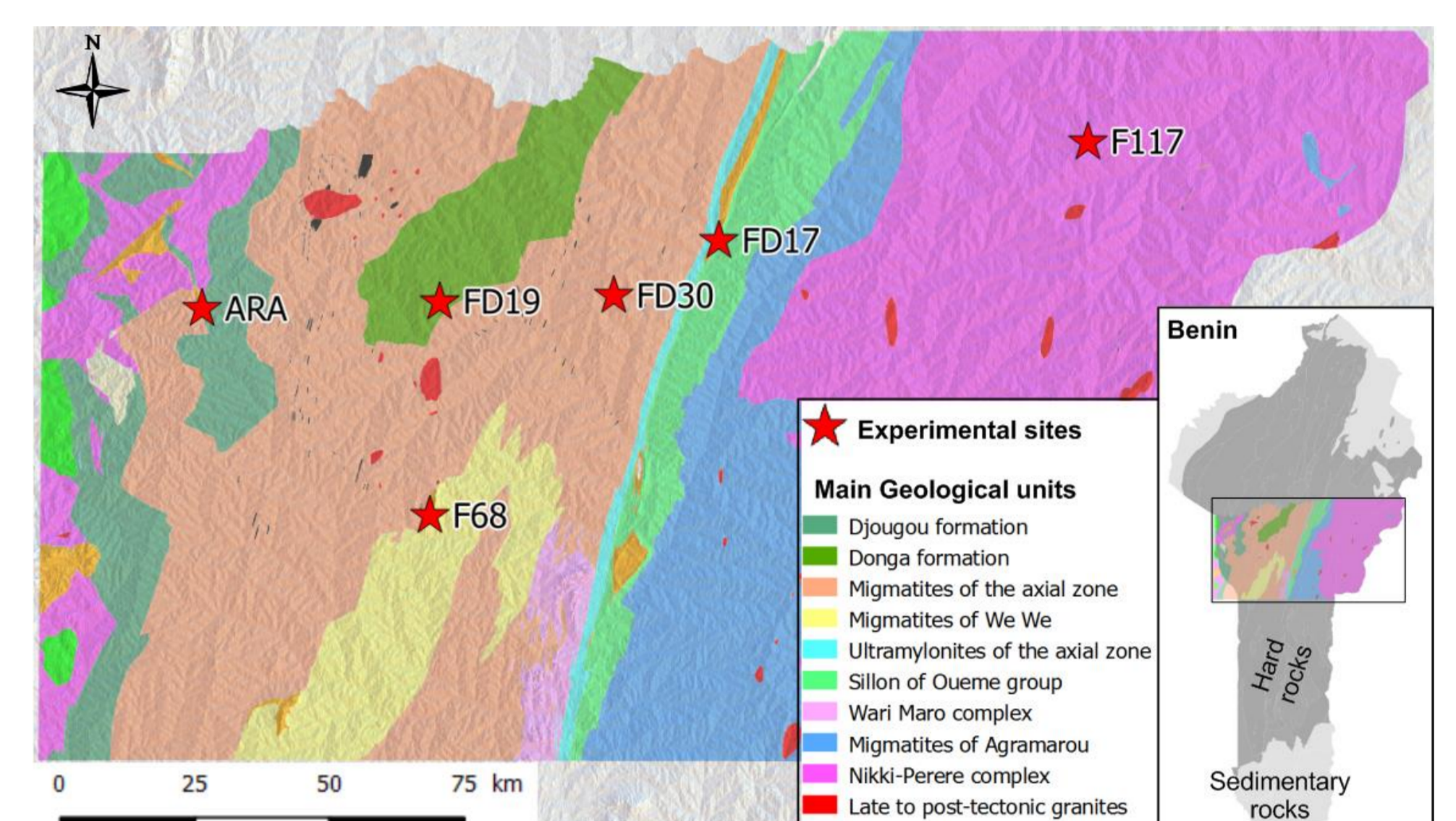


Figure 1: Zone d'étude et sites expérimentaux (d'après Vouillamoz et al., 2014)



Figure 2 : forages et pluviomètre du site Ara Figure 3: Pompage pour prélèvements

## Résultats et discussion

### 1. Origine de la recharge

- Une diminution de la conductivité électrique de l'eau souterraine est observée après la mousson dans les altérites mais également dans une partie de la ZFA (Fig.4).
- Les analyses  $^2H / ^{18}O$  et  $^3H$  indiquent que l'eau des altérites et de la ZFA ont la même signature que l'eau de pluie locale (Fig. 5).

La recharge est directe, actuelle et concerne les altérites et la ZFA

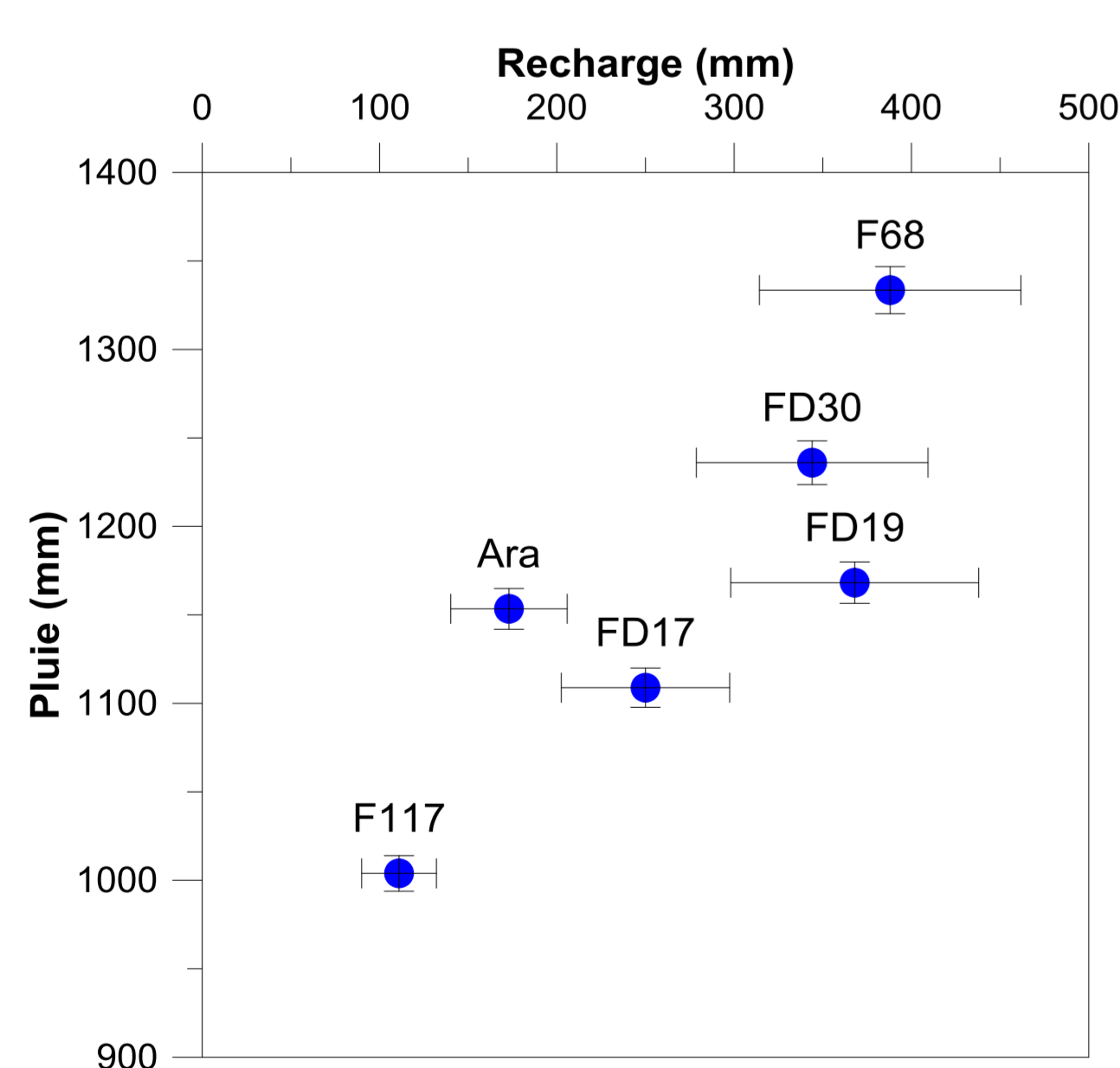


Figure 6: Recharge vs pluie, totaux annuels 2014

23% de la pluie a rechargé les aquifères et 60% des réserves a été renouvelé en moyenne en 2014

L'infiltration se fait par des chemins préférentiels et au travers de la matrice poreuse

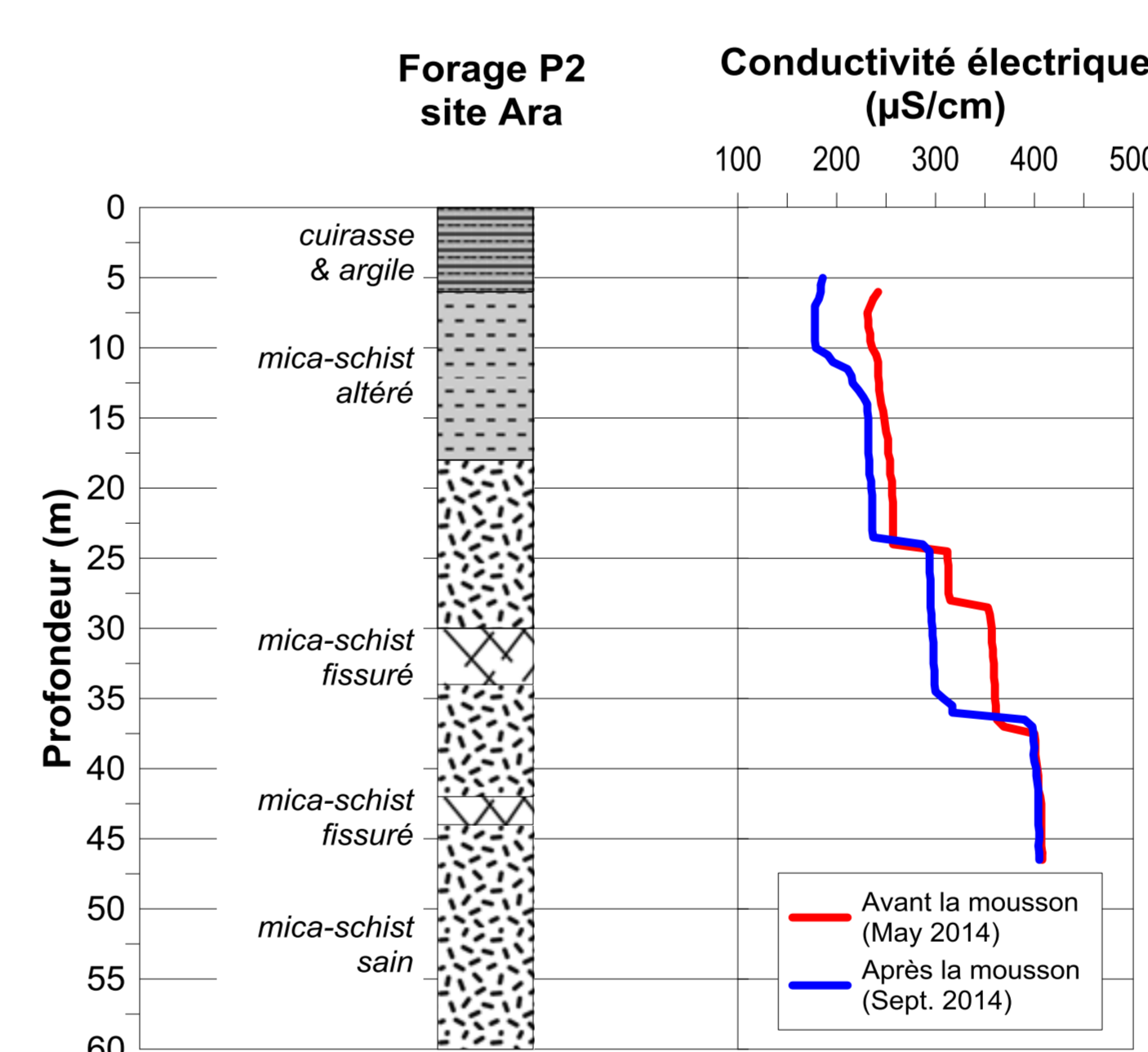


Figure 4 : Diagraphie de conductivité électrique, site Ara

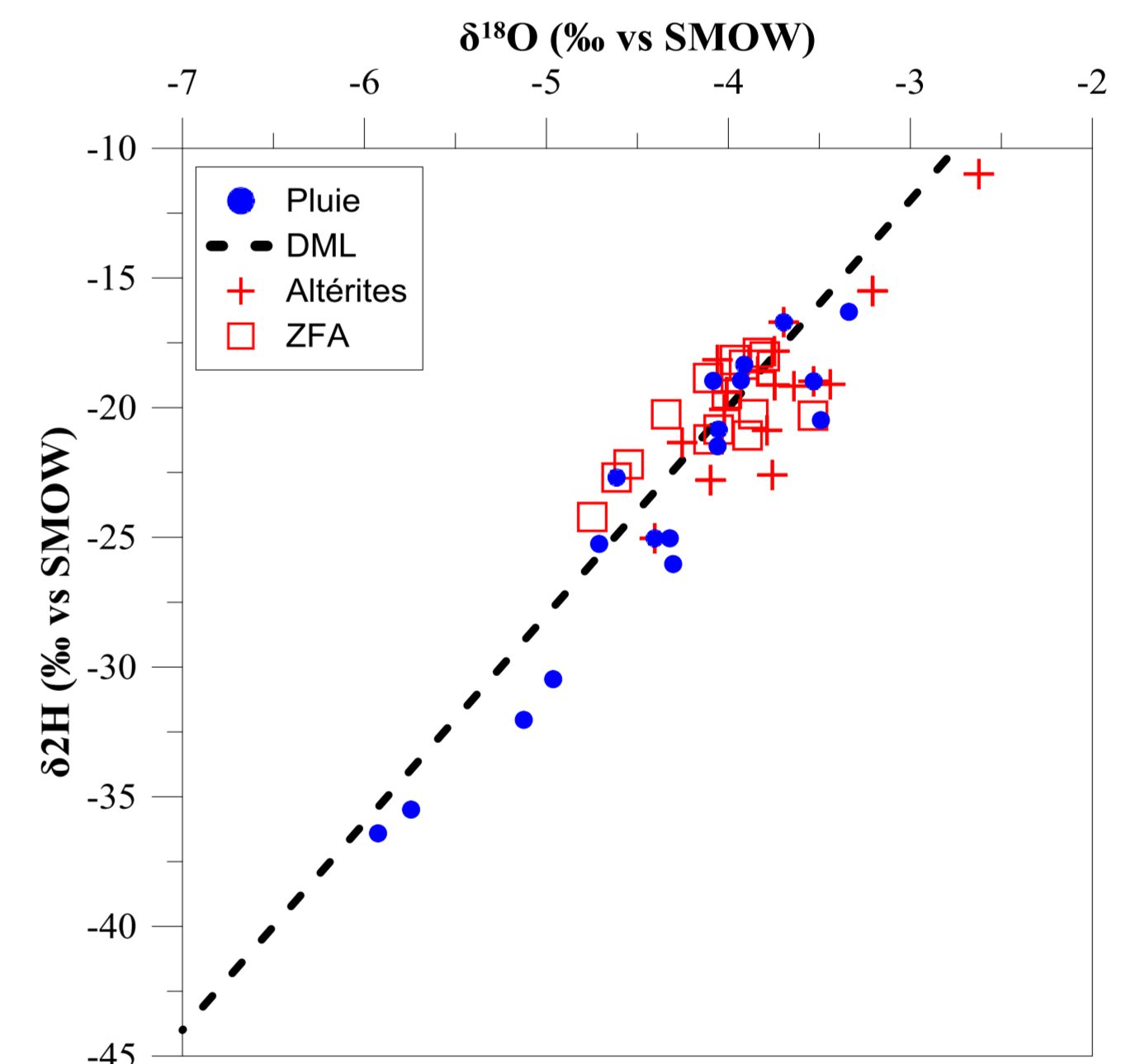


Figure 5 :  $^2H$  vs  $^{18}O$ , toutes périodes confondues

### 2. Quantification de la recharge

- Les porosités de drainage quantifiées à partir de mesures géophysiques RMP (Lawson et al., ce volume; Vouillamoz et al., 2014) sont comprises entre 3 à 8%.
- Les recharges calculées par la méthode de fluctuation du niveau des nappes pour l'année 2014 varient entre 110 et 380 mm (incertitude moyenne de 20%, Fig. 6).

### 3. Processus

- Les analyses croisées des signaux piézométriques et de pluie indiquent une vitesse apparente d'infiltration de 18 cm/jour sur l'ensemble des 6 sites.
- Sur 2 des 6 sites, une infiltration rapide (environ 1 m/heure) est également observée.

## Conclusion et perspectives

- L'origine, les volumes et les processus de la recharge ont été identifiés pour l'année 2014.
- Le suivi et l'analyse vont se poursuivre en 2015, avec l'ajout de sites supplémentaires.

## Références

- GIZ, 2012. Carte hydrogéologique du Bénin.
- Lawson, F.M.A.; Vouillamoz, J.M.; Yalo, N.; Desclôtres, M., 2015. Application de la Résonance Magnétique Protonique à la caractérisation des aquifères de socle: exemple du Bénin. « Aquifères de socle : le point sur les concepts et les applications opérationnelles » La Roche-sur-Yon, juin 2015.
- Séguis, L., Kamagaté, B., Favreau, G., Desclôtres, M., Seidel, J.-L., Galle, S., Peugeot, C., Gossel, M., Le Barbé, L., Malinur, F., others, 2011. Origins of streamflow in a crystalline basement catchment in a sub-humid Sudanian zone: the Donga basin (Benin, West Africa): inter-annual variability of water budget. *Journal of Hydrology* 402, 1–13.
- Vouillamoz, J.M., Lawson, F.M.A., Yalo, N., Desclôtres, M., 2015. Groundwater in hard rocks of Benin: Regional storage and buffer capacity in the face of change. *J. Hydrol.* 520, 379–386. doi:10.1016/j.jhydrol.2014.11.024
- Vouillamoz, J.M., Lawson, F.M.A., Yalo, N., Desclôtres, M., 2014. The use of magnetic resonance sounding for quantifying specific yield and transmissivity in hard rock aquifers: The example of Benin. *J. Appl. Geophys.* 107, 16–24.

## Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet GRIBA (Groundwater Resources In Basement rocks of Africa) financé par l'Union Africaine, l'Union Européenne et l'Institut de Recherche pour le Développement (grant AURG/098/2012). Le contenu de ce papier relève de la seule responsabilité des auteurs et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position de l'Union Européenne ou de l'Union Africaine. Ce travail bénéficie aussi du support occasionnel du projet AQUI BENIN JEAI.