

Vingtièmes journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie
de l'Association Internationale des Hydrogéologues.

« Aquifères de socle : le point sur les concepts et les applications opérationnelles » La Roche-sur-Yon, juin 2015

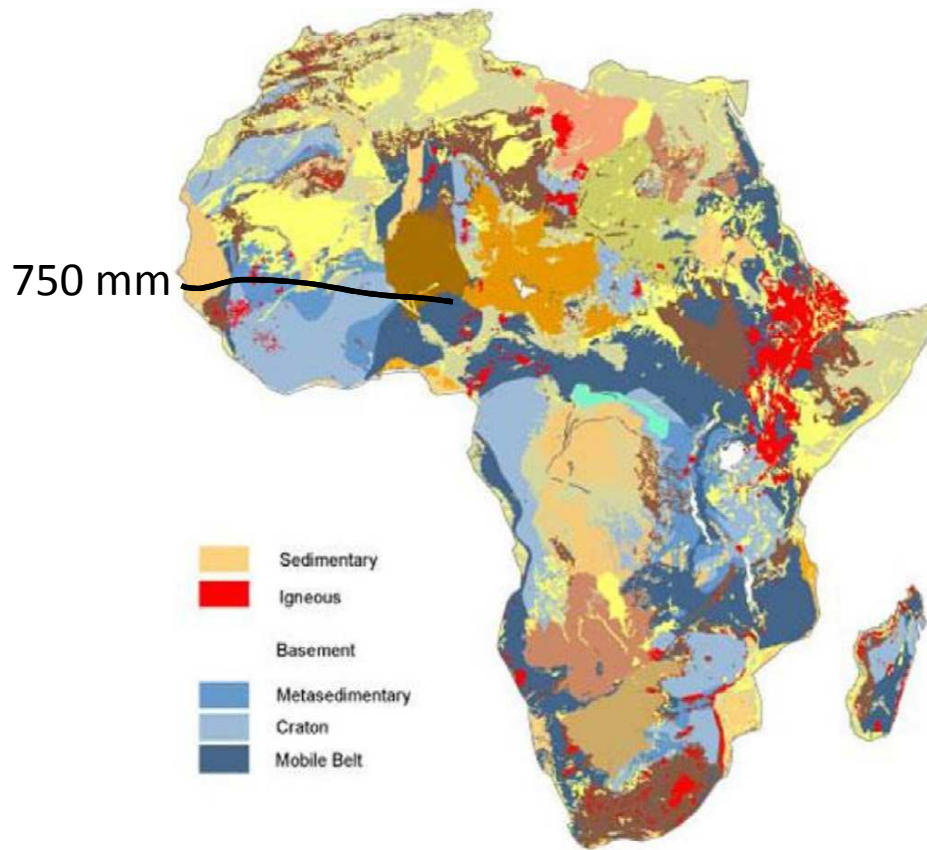


Modélisation piézométrique pluriannuelle sous climat soudano-guinéen et tentative de reconstitution historique depuis 1950

CAMPOY A., BOUKARI M., AKOKPONHOUE N., DESCLOITRES M. et SÉGUIS L.



L'Afrique de l'Ouest: une région contrastée



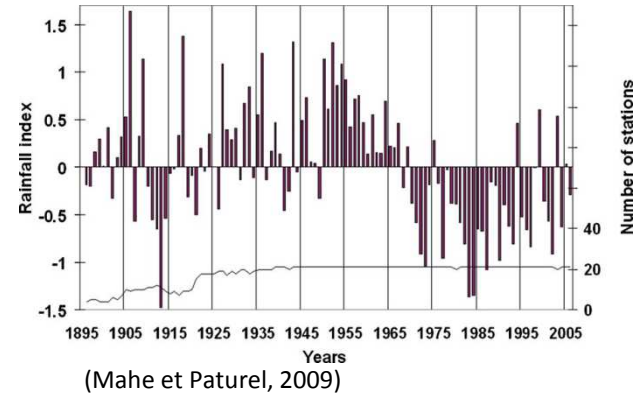
2 zones contrastées articulées autour de l'isohyète 750 -800 mm/an

- Aquifères de socle au Sud en zone soudanienne et guinéenne
recharge annuelle, peu profonds
- Grands aquifères sédimentaires au Sahel
fossile ou à faible recharge, profonds

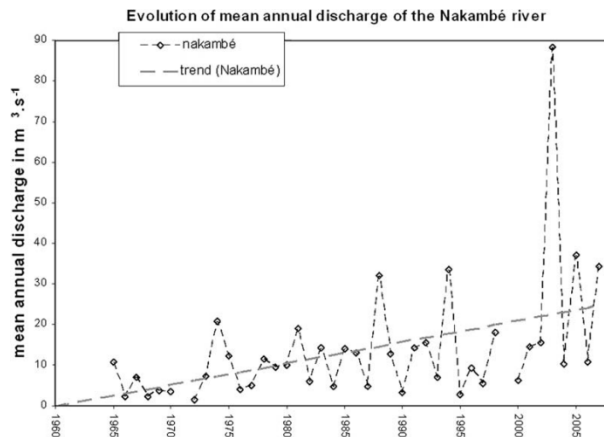
Dynamique du cycle hydrologique depuis 1950

Bonne connaissance historique des précipitations

Séquence humide 1950-1970
Séquence sèche 1970-1990

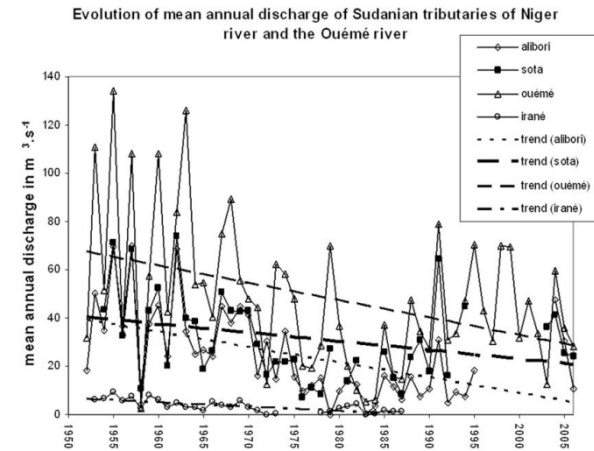


Bonne connaissance historique des écoulements



Augmentation au Sahel

Nakambé (20 000 km²)



Baisse en zones soudanienne et guinéenne

affluents soudaniens du Niger

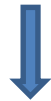
Analyse des processus en jeu

Diminution du couvert végétal par défrichage



Sahel

Diminution des capacités
d'infiltration des sols
(croule de battance)



Augmentation des écoulements
produits par le ruissellement de surface
malgré
la baisse des précipitations



**Zone soudanienne
à guinéenne**

Sols riches en matière organique
Pas de modification des capacités
d'infiltration des sols



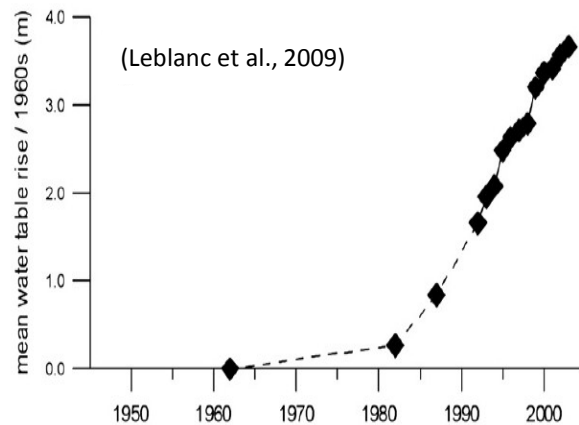
Baisse des écoulements
associée à
la baisse des précipitations

Que nous montre l'évolution des nappes depuis 1950 ?

Sahel

Zone soudanienne à guinéenne

Données existantes



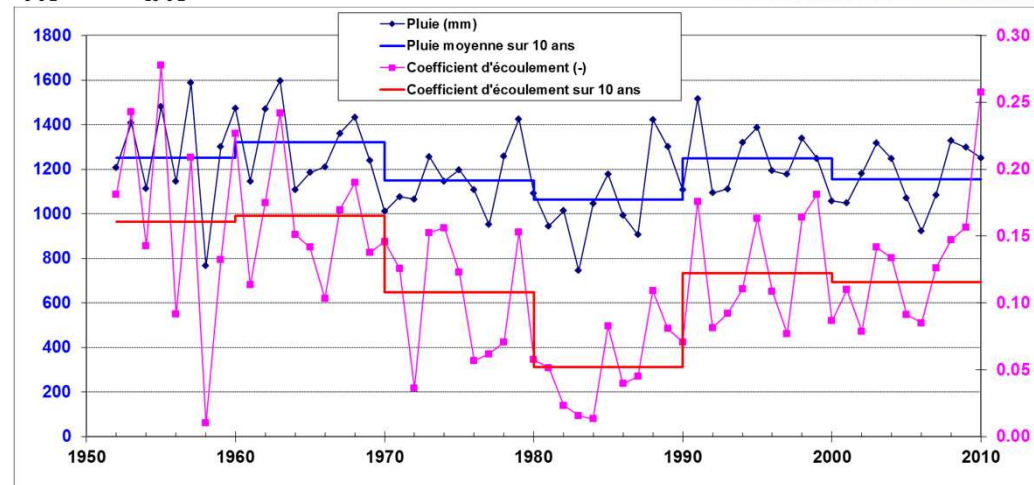
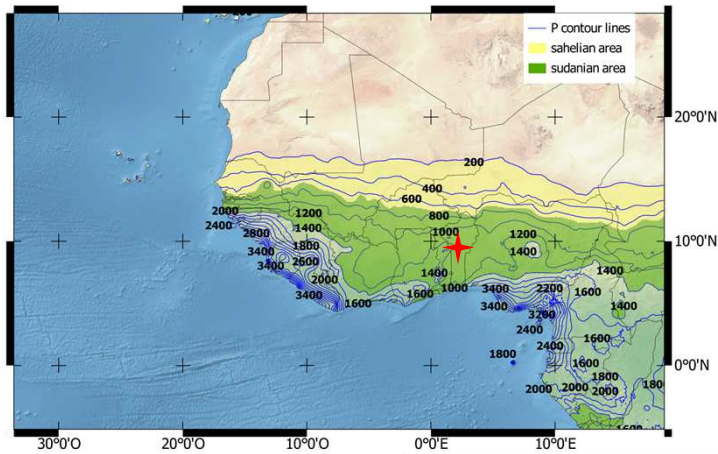
?

Dans les zones endoréiques, l'augmentation du ruissellement multiplie les mares, points de recharge de la nappe (exemple du Continental Terminal au SE Niger)



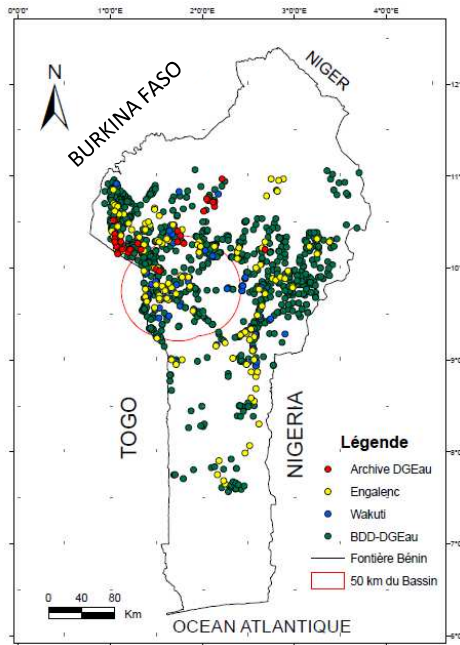
L'observatoire AMMA-Catch de la Haute Vallée de l'Ouémé

www.amma-catch.org/



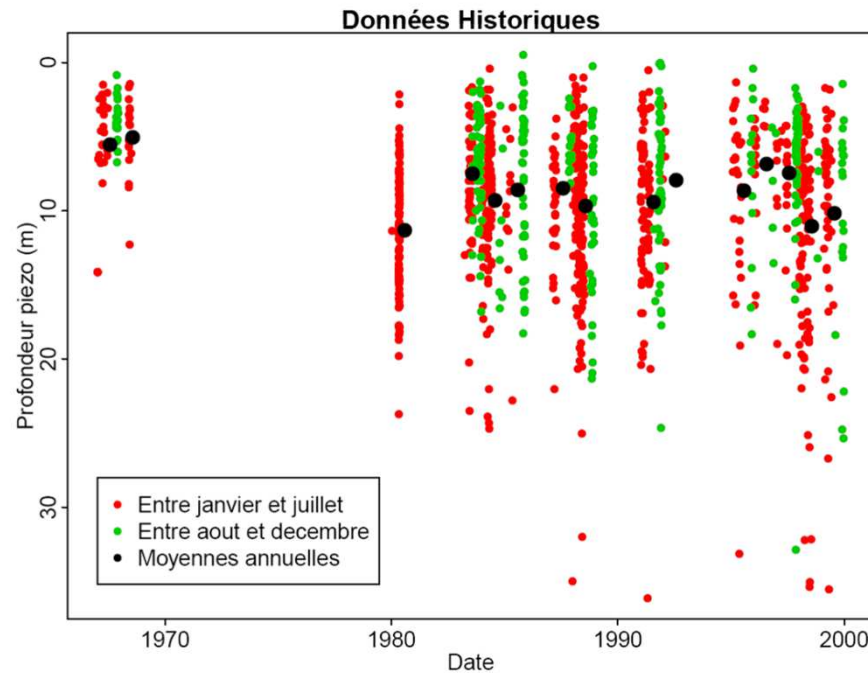
Variabilité des écoulements plus importante que celle de la pluie
Durant la décennie la plus sèche, diminution de moitié du coefficient d'écoulement pour une diminution de la pluie de 10%

Synthèse des données historiques



1188 niveaux piézométriques historiques extraits des dossiers de forage ou de fonçage des puits à grand diamètre

Reconstitution d'une chronique synthétique



Lacunes importantes rendant difficile la recherche de tendance interannuelle
Pas de baisse notable pendant la décennie la plus sèche 1980-1990

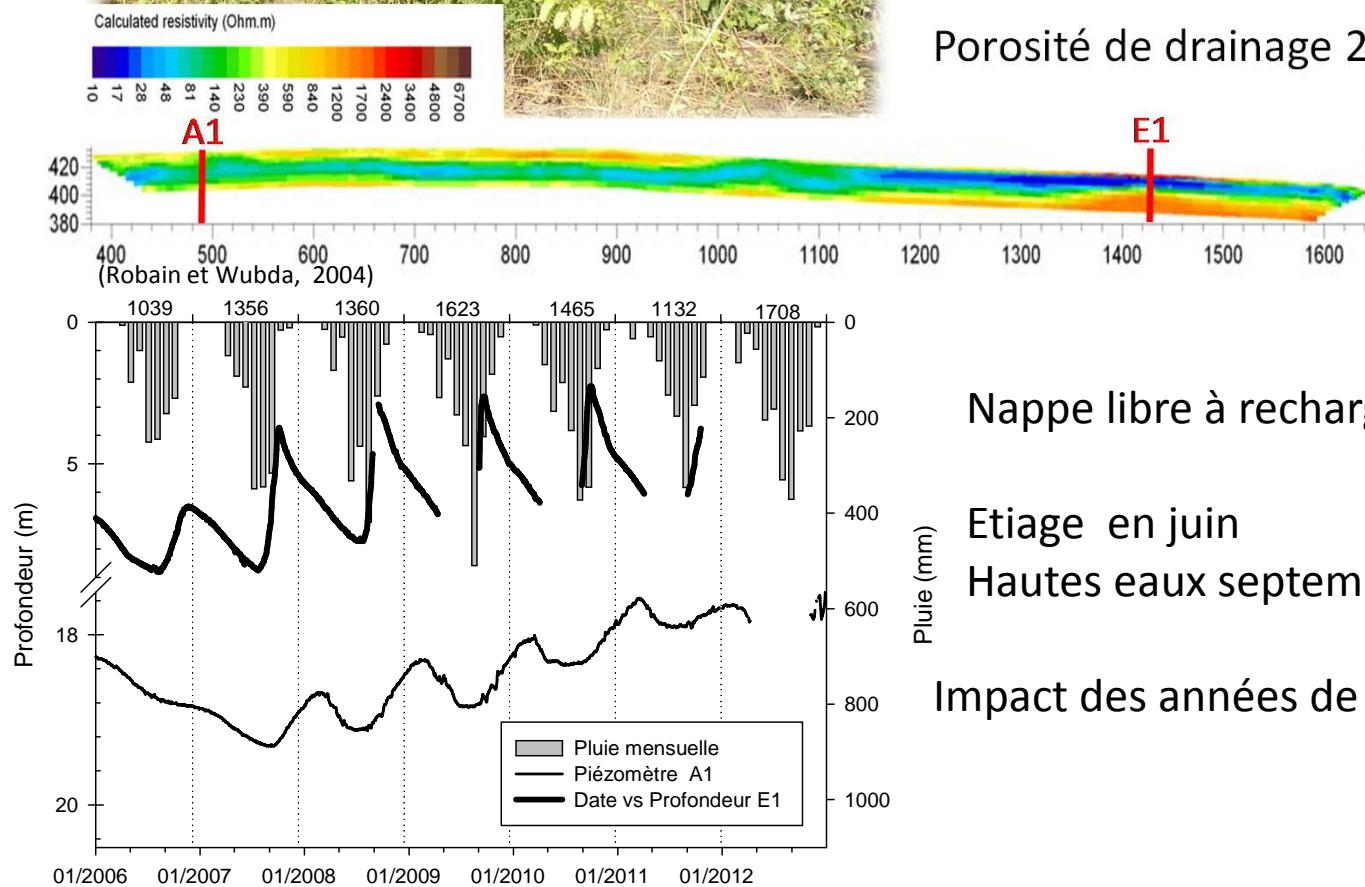
Site d'étude : Forêt claire protégée de Béléfoungou



Installation en 2005 et 2006 de 2 piézomètres

Socle fissuré à 20 m en E1 et à plus de 30 m en A1

Porosité de drainage 2.1 % (A1) et 3.5% (E1)



Nappe libre à recharge annuelle

Etiage en juin

Hautes eaux septembre en E1 et mars en A1

Impact des années de sécheresse marquée en A1

Fonctionnement du modèle de bilan (adapté de Ruiz et al., 2010)

Équations de conservation de l'eau:

R_i (jour) : Reserve en fin de journée dans couche i [mm]

$$R_1(\text{jour}+1) = R_1(\text{jour}) + P - T_1 - E_1 - Q_{12} - Q_s$$

$$R_2(\text{jour}+1) = R_2(\text{jour}) + Q_{12} - T_2 - Q_{23}$$

$$R_3(\text{jour}+1) = R_3(\text{jour}) + Q_{23} - Q_{\text{out}}$$

En fixant les épaisseurs de couche,
on peut raisonner en **humidité relative**:

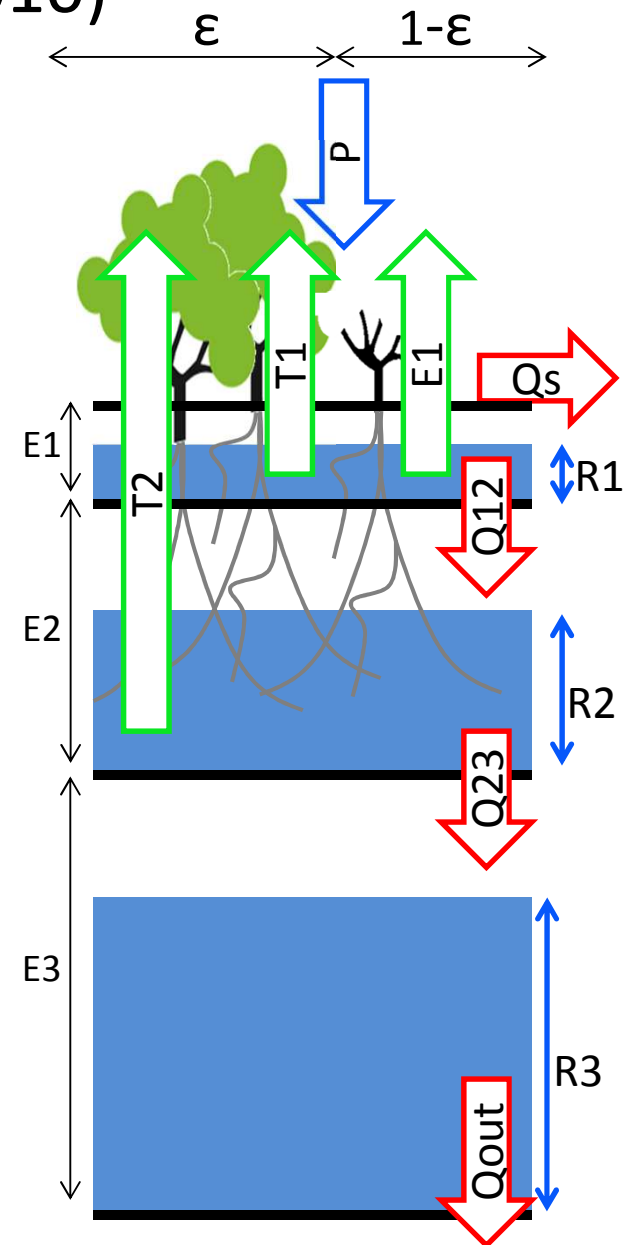
Pour toute couche i :

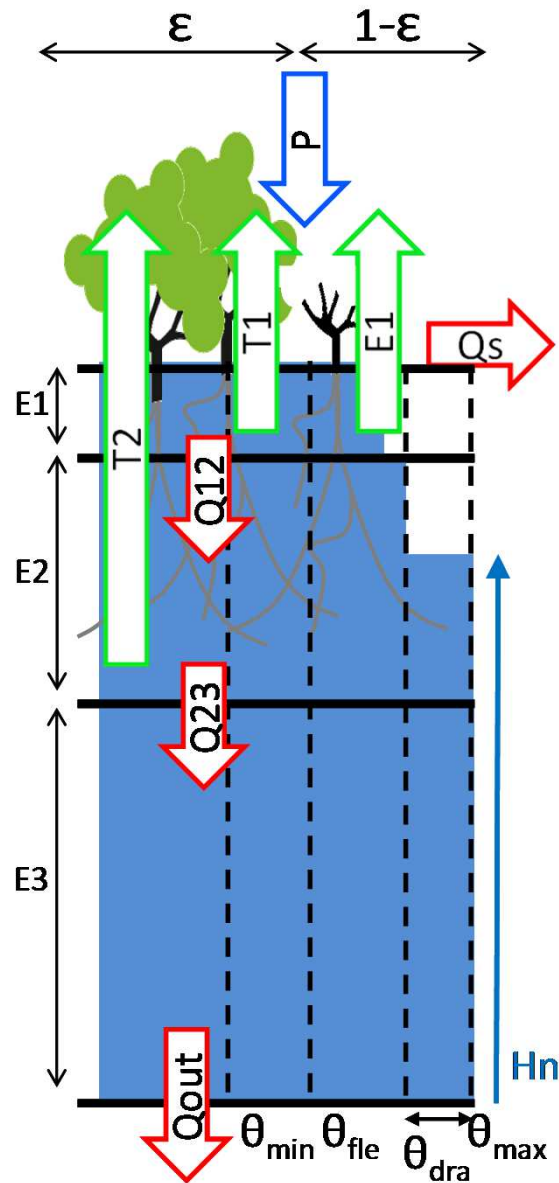
E_i : Epaisseur de la couche i

θ_i : Humidité relative volumique du sol [m^3/m^3]

$$\theta_i = R_i / E_i$$

θ_3 compris entre θ_{max} et $\theta - S_y$





Forcages

P journalier de 1950 à 2012

LAI, ETP climatologique

Paramètres

θ_{fle} , θ_{min} couches 1 et 2

θ_{max} , θ_{dra} (S_y) par couche

E1, E2, E3

Paramètres de vidange (2) par couche

Paramétrage important réduit à 7 paramètres à

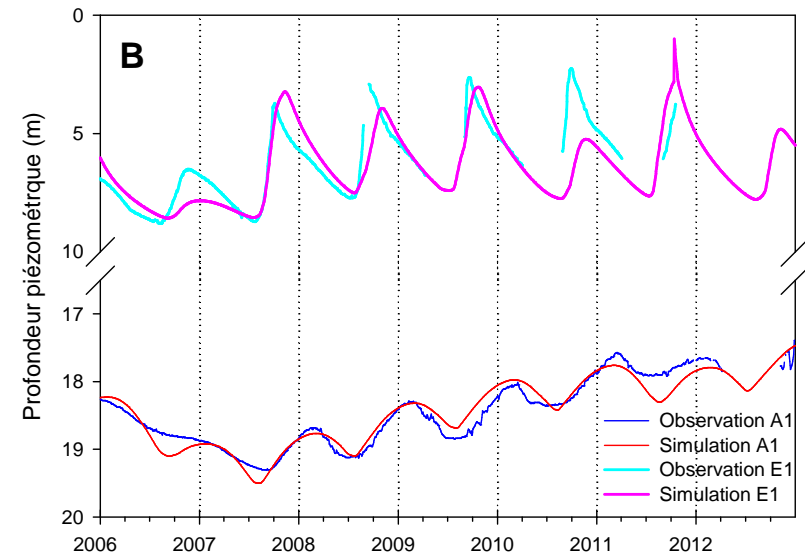
évaluer dans le cas d'étude préliminaire traité

	Piézomètre A1	Piézomètre E1
P3 (m)	40	20
$\theta_{1_{min}}, \theta_{2_{min}}$ (%)	5	5
$\theta_{1_{fle}}, \theta_{2_{fle}}$ (%)	10	10
$\theta_{1_{max}}, \theta_{2_{max}}, \theta_{3_{max}}$ (%)	40	40
$\theta_{1_{dra}}, \theta_{2_{dra}}, \theta_{3_{dra}}$ (%)	2.0	3.1
E1(m)	0.2 à 1	0.2 à 1
E2 (m)	2 à 10	2 à 10
K1 (=K2) (mm/j)	10^{-4} à 50	10^{-4} à 50
K3 (mm/j)	10^{-5} à 50	10^{-5} à 510
a1 (=a2) (-)	1 à 10	1 à 10
a3 (-)	1 à 10	1 à 10
Hcar (mm)	1 à 10^5	1 à 10^5

Résultats : calage

Démarrage du modèle 1952 et calage sur le tronçon observé (2006-2012) de la chronique

Reproduction correcte des dynamiques saisonnières et interannuelles

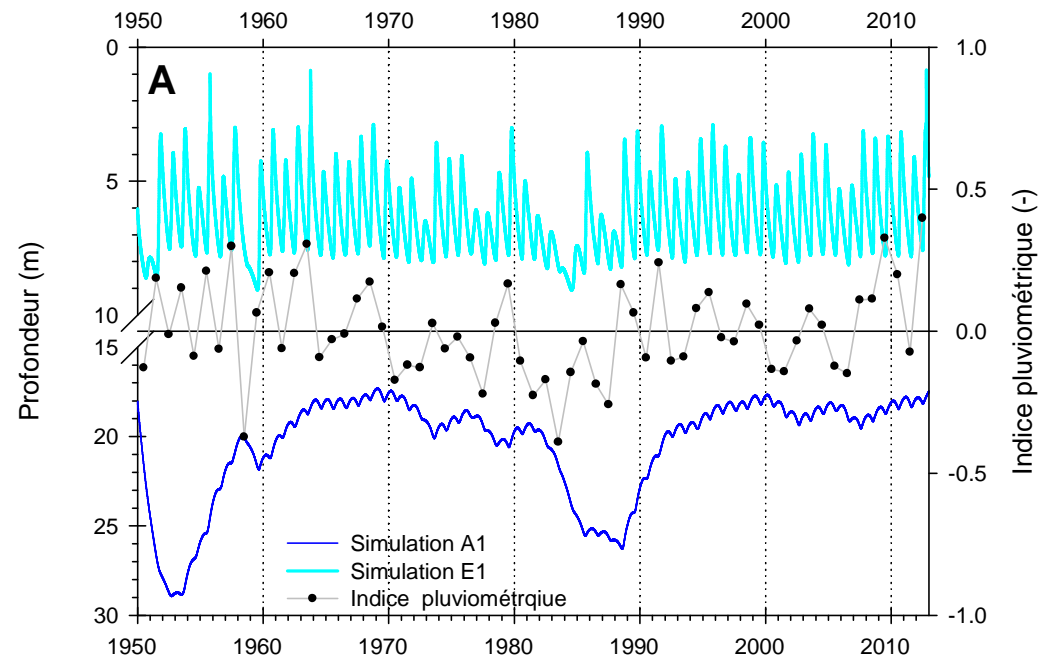


	ETR/Pluie (%)	Qs/Pluie	Qout/Pluie	r ² obs-sim	Ép. H1 (m)	Ép. H2 (m)
A1	69.5	17.5	12	0.90	0.80	8.2
E1	63	9.3	27.7	0.86	0.85	2.8

Compensation entre paramètres : Qout trop fort au dépens de ETR trop faible (75-80%)

Nécessité d'un calage multi-critère ETR, piézométrie

Résultats : simulation historique



A1 :

Effondrement du niveau piézométrique pendant la décennie 1980-90.
Retour aux conditions antérieures la décennie suivante

E1:

Pas de baisse importante des étiages sur la période.
Forte sensibilité des plus hautes eaux annuelles au signal pluie.
Comportement actuel (2006-2012) similaire à celui d'un réseau d'une vingtaine de puits villageois

Conclusions

Comprendre les impacts sur le cycle de l'eau terrestre de la variabilité climatique et des changements de couverts nécessite l'observation long terme des différents compartiments du cycle terrestre de l'eau.

En Afrique de l'Ouest, efforts passés sur le suivi des pluies et des écoulements pour l'agriculture et les aménagements hydrauliques.

Très faible nombre de chroniques piézométriques long terme, tout particulièrement dans les zones de socle

Nécessité de recourir à la modélisation pour fournir des scénarios d'évolution passée : La baisse des hautes eaux des nappes durant la période 1970-1990 pourrait expliquer la baisse des écoulements observée durant cette période.

Nécessité de susciter des suivis long termes des nappes



Merci