Programme de Side-Event sur OMAC-BENIN

Sous le co-parrainage du Vice-recteur de la Recherche scientifique de l'UP et du Directeur Général de ADELAC

Jours 21-22 octobre 2026

Ecohydrologie: enjeux et défis

Crise de l'eau & Eaux usées dans les Territoires

1er site côtier UNESCO en Afrique

Didier Orange

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

HydroSciences Montpellier

Déployer la recherche
Partager la science
Transformer l'avenir

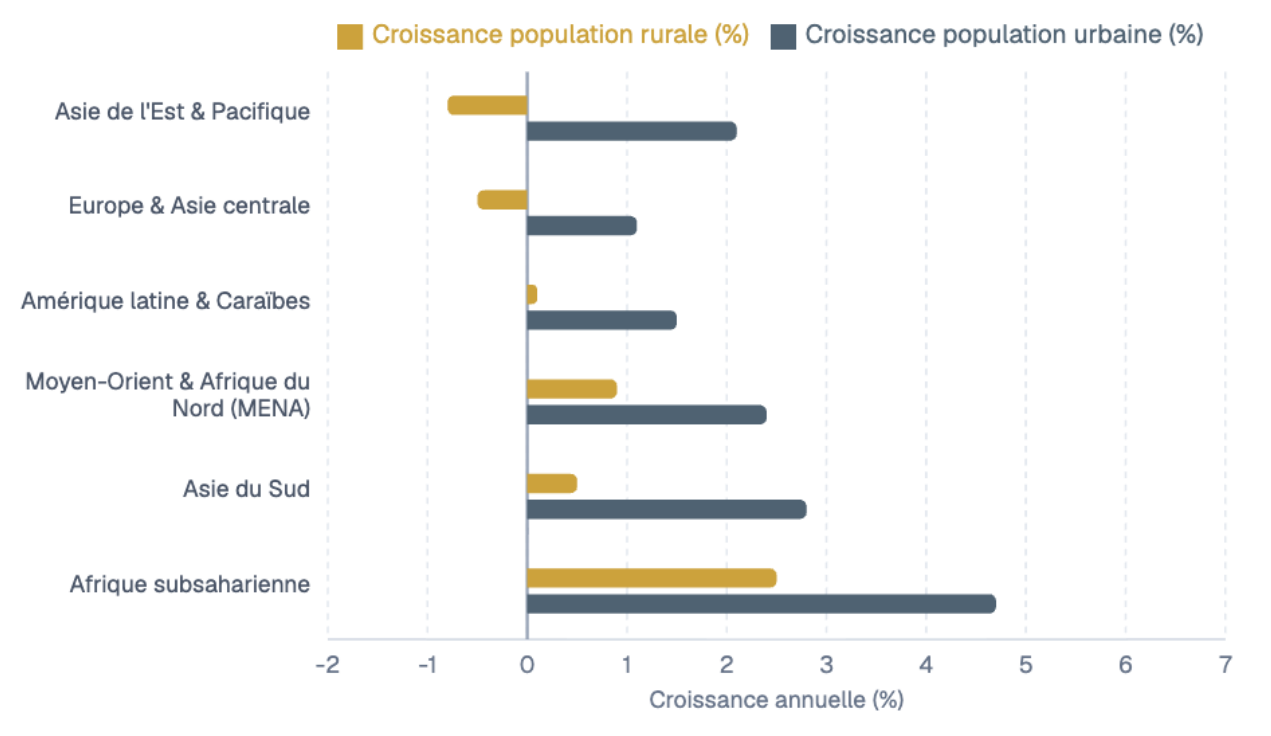
JEAI BIO3E

CERTE

Laboratoire Eaux Usées et Environnement

INSTM 1924 - 2024

Eaux sous pression démographique !



Croissance annuelle de la population urbaine et rurale (%)

Régions en développement · Source : Banque mondiale (données ~2022*)

80 %

des eaux usées mondiales rejetées sans traitement

4 Mds

de personnes touchées par la pénurie d'eau au moins 1 mois/an

2050

la demande en eau agricole augmentera de 50 % dans les régions arides

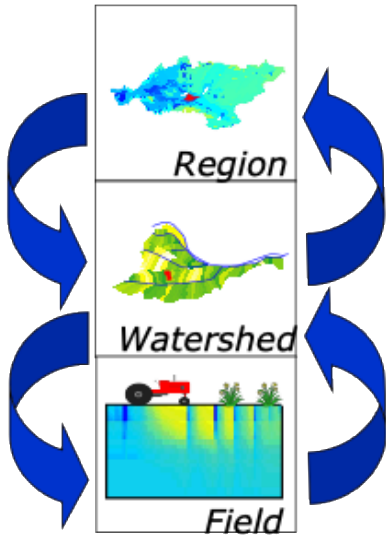
Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

L’enjeu des sciences écohydrologiques

L'écohydrologie est la science qui étudie les interactions entre le cycle de l'eau et les écosystèmes : **eau**, **végétation, sols, biodiversité, sociétés humaines**.

Ses enjeux sont majeurs : **comprendre comment l'eau structure le vivant, et comment le vivant régule l'eau**, **pour mieux gérer des ressources** sous pression croissante.

- EH démontre que : **on ne peut pas gérer l'eau sans gérer le vivant**, et vice-versa.



- **Les risques écosystèmiques sont multiples, locaux et globaux :**
  - **Dégradation** des zones humides,
  - **Pollution** des eaux de surface et souterraines,
  - **Effondrement** des services écosystémiques (filtration, régulation des crues, biodiversité),
  - **Vulnérabilité** accrue des populations face aux extrêmes climatiques.

Ne pas franchir les seuils de non-retour

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

Les zones humides disparaissent trois fois plus vite que les forêts



Ephippiorhynchus senegalensis -Kruger National Park, Limpopo, South Africa-8.jpg , Hyper7pro, CCA, 2011

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

Jabiru d'Afrique

L’enjeu des sciences écohydrologiques

Les politiques de gestion de l'eau restent aveugles à la moitié de la réalité.

changer le paradigme de la gestion de l'eau



Produire des modèles prédictifs intégrés capables de dire :

- si je modifie ce régime hydrologique, que devient cet écosystème ?
- et si cet écosystème se dégrade, que devient ce régime hydrologique ?

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

① L'écohydrologie : un changement de paradigme

*De la gestion des eaux à la **co-gestion des socio-écosystèmes***

💧 Hydrologie classique

- Mesure les flux physiques et chimiques de l'eau
- Modèles quantitatifs rigoureux
- Science du tuyau et du bassin, aveugle aux vivants et usages

→ **Modèles techniquement exacts**
mais écologiquement et socialement creux

🌿 Écohydrologie

- **Eaux + Sols + Vivants + Sociétés = des systèmes**
- **Questions causales sur les interactions**
- **Science du territoire et des seuils, intègrant les usages et les rejets**

→ **Modèles prédictifs attractifs**
mais peu robustes, trop conceptuels, peu actionnables

⚠️ ***Risques forts** : trop vouloir intégrer → dispersion conceptuelle · empirisme fragile · instrumentalisation politique*

⚠️ ***Risques forts** : · disparition des réseaux d'observation longue durée · être contournée par la télédétection et l'IA*

« On ne peut pas gérer l'eau sans gérer le vivant — et vice versa » (Zalewski, UNESCO, 2000)

② Le territoire : atout ET contrainte

Le territoire n'est pas un obstacle à la science, il est sa condition de possibilités

✅ Le territoire comme ATOUT

- **Ancrage empirique** : sortir de l'abstraction
- **Pertinence directe** pour les décisions locales
- **Force l'interdisciplinarité** dans la pratique
- **Génère des données** longue durée contextualisées

⚠️ Le territoire comme CONTRAINTE

- **Chaque territoire est unique** → risque de monographies
- **Difficulté à généraliser** les résultats
- **Complexité politique et sociale** intrinsèque
- **Science sans lois universelles ?**

💡 La réponse : le territoire COMPARATIF

Le territoire devient un laboratoire naturel
quand on le met en réseau

- EH-PHI/UNESCO : OMAC (Bénin) ↔ OMELI (Tunisie)
- FRIEND-PHI/UNESCO : données comparatives entre bassins du monde entier
- AISH : communauté scientifique mondiale

<u>Défi</u> : extraire des PRINCIPES transférables depuis des terrains singuliers ?

③ Poser les bonnes questions écohydrologiques

Règle d'or : une bonne question EH ne peut être résolue ni par l'hydrologie seule, ni par l'écologie seule

Comment trouver ces questions ?

🔍 Dysfonction observable

Pourquoi les mangroves disparaissent ici mais pas là ?

📉 Service perdu

Cet hydrosystème filtre-t-il encore l'eau ? À quel seuil a-t-il cessé ?

🔄 Changement

Avant / après le dragage, la sécheresse, le barrage …

Les grandes questions holistiques de l'écohydrologie :

Débit écologique minimal	*Hydro + biologie = la question mère*
Valeur hydrologique des ZH	*Traduire le vivant en services quantifiables*
Capacité de charge écosystémique	*Seuils, résilience, non-retour*
Gestion des eaux usées / REUSE	★ *La plus socialement lisible ici*

fort potentiel d'application

REUSE : transformer les eaux usées en ressource pour reconfigurer les flux d'eau, les écosystèmes ET la gouvernance sur un territoire

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

Les SfN: une réponse multi-enjeux

*« Actions visant à **protéger, gérer** de manière durable et **restaurer** des écosystèmes naturels ou modifiés, pour relever les défis sociétaux de manière efficace et adaptative, tout en **assurant le bien-être humain** et en produisant des **co-bénéfices pour la biodiversité**. » UICN, 2016*

Combiner ingénierie et processus naturels pour créer de nouveaux écosystèmes fonctionnels

Défi sociétal
pénurie d'eau, pollution, biodiversité…

→

Processus naturels
filtre, sol, plante, microbiome…

→

Solution durable
épuration, eau, biodiversité, carbone…

🌐 Les co-bénéfices des SfN : une réponse multi-enjeux

Eau
Épuration, régulation, recharge des nappes

Biodiversité
Habitats, corridors écologiques

Climat
Séquestration carbone, rafraîchissement

Sols
Fertilité, structure, microbiome

Sociétal
Bien-être, emploi, résilience locale

Opportunités et problématique de la REUT

🌾 Ressource hydrique

- Substitut à l'eau d'irrigation conventionnelle
- Disponibilité tout au long de l'année
- Réduction de la pression sur les nappes

🧪 Apport en nutriments

- N, P, K présents dans les eaux traitées
- Réduction des intrants fertilisants chimiques
- Amélioration de la structure du sol

🏛️ Cadre réglementaire

- Norme tunisienne NT 106.03
- Homologation des parcelles irriguées
- Accompagnement institutionnel nécessaire

⚠️ Conditions sanitaires

- Traitement suffisant (normes OMS / FAO)
- Monitoring de la qualité microbiologique
- Cultures adaptées (non-maraîchage direct)

Etre pluri-institutionnel et pluri-sectoriel

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

CONCLUSION: ENJEUX, ATOUTS et CONTRAINTES

Perspectives pour l'OMAC-Bénin : EH-PHI, DEMOSITE NETWORK, FRIEND-PHI, AISH,… ***& Réseaux sociétaux***

🔬 COMPRENDRE

- Observatoires longue durée (OMAC, OMELI)
- Questions causales, données croisées
- UNESCO FRIEND-PHI : partager les données des bassins

→ **Sans continuité causale, pas d'écohydrologie**

🌐 CONNECTER

- AISH : communauté scientifique mondiale
- Réseau comparatif OMAC ↔ OMELI
- Valoriser la recherche béninoise à l'international

→ **Du terrain au principe transférable**

⏳ DURER

- Financement pérenne des observatoires
- Formation des chercheurs locaux
- Gouvernance des données

→ **L'écohydrologie exige le temps long**

Dépasser la vision technique pour construire une vision durable ***systémique*** *et* ***holistique***

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE

Agenda-2030.fr



Les eaux usées ont une valeur nutritive



Parc Floral de Hanoi, D. Orange, 2008

Une contrainte : Economiser l'eau et Dépolluer l'eau



Station Spatiale Internationale (ISS)
NASA, 2011

« Le café d'aujourd'hui est le café de demain ».

Merci pour votre écoute…

Institut de Recherche pour le Développement FRANCE