



INTERNATIONAL CONFERENCE

GROUNDWATER, KEY TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

PARIS - May 18 -20, 2022



ORGANIZED BY IAH-CFH, UNESCO-IHP, THE FRENCH WATER PARTNERSHIP, UNDER THE PATRONAGE OF THE FRENCH NATIONAL COMMISSION FOR UNESCO AND WITH THE SUPPORT OF THE MINISTRY FOR ENVIRONMENT, SEINE-NORMANDY WATER AGENCY, AND SORBONNE UNIVERSITY

AUGMENTER LE POTENTIEL DES EAUX SOUTERRAINNES A REpondre AUX BESOINS DES POPULATIONS : LA RECHARGE ARTIFICIELLE DE NAPPE EN ZONE DE SOCLE EST-ELLE UNE SOLUTION POUR LE BURKINA FASO ?

Présenté par :

Palingba Aimé Marie DOULKOM (20131400)

Laboratoire Eaux Hydro-Systèmes et Agriculture (LEHSA) 2iE

Encadreurs :

Pr Mahamadou KOITA, Institut 2iE

Pr Jean-Michel VOUILLAMOZ, IRD/UJF Grenoble-1

Pr Angelbert Chabi BIAOU, Institut 2iE



09.04.25

Plan



• **INTRODUCTION**



• **OBJECTIFS**



• **METHODOLOGIE**



• **CONCLUSION**



■ ■ ■ ■ INTRODUCTION

1-1 Contexte

1950
Variabilités
climatiques



- Vagues de chaleur
- Fortes précipitations
- Inondations
- Sécheresse

- ❖ Eaux souterraines : environ 30%
eaux douces
- ❖ Eaux de surface : moins de 0,3%
(Shiklomanov, 1993)

- ❑ **Prélèvements** : (consommation,
agriculture, industrie)
- ❑ **Conditions climatiques** : évaporation,
taux de renouvellement



1-1 Contexte



Ibid, 2021

Manque d'un service adéquat d'eau potable

Population mondiale : 785 millions soit 15%

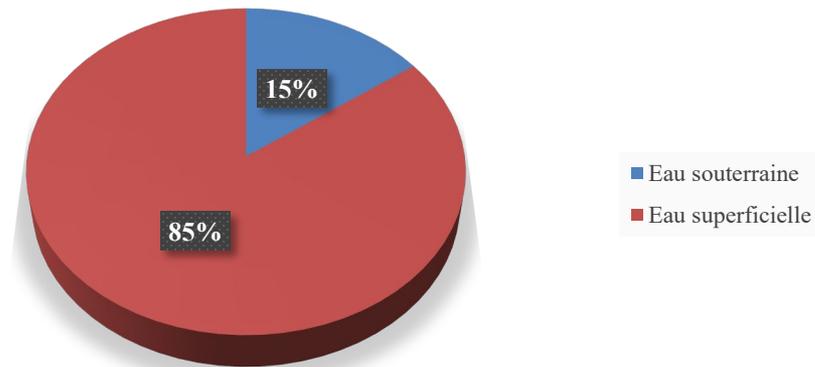
80% zone rurale

Afrique 39%

Augmentation de la demande de 30%

Agriculture : 70% des prélèvements d'eau mondiaux

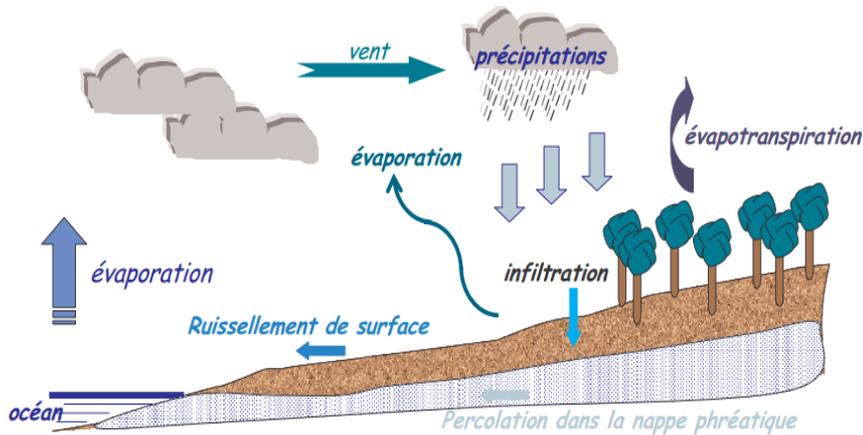
Répartition Eau souterraine/Eau superficielle en Afrique



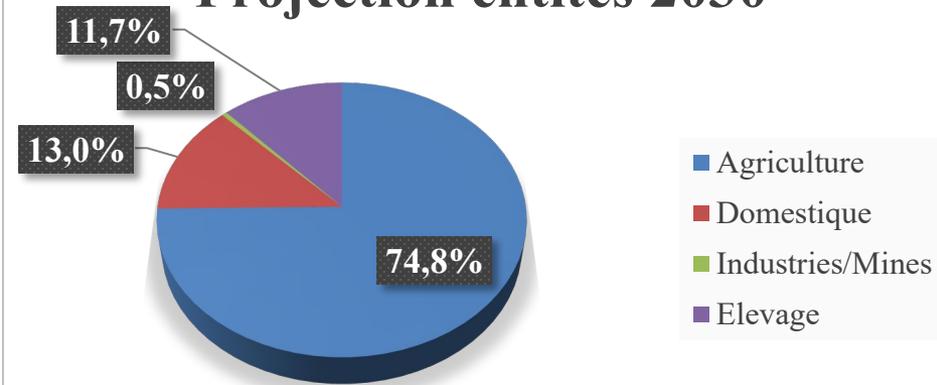
Eau potable : 75%

UN-Water, 2018

1-2 Problématique



Projection entités 2030



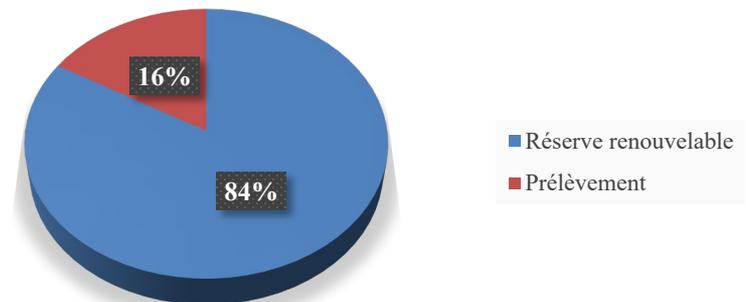
Afrique : Pertes de 80 % des précipitations par évapotranspiration

Burkina Faso : ETP Evapotranspiration potentielle : 3 000 mm par an

40% des eaux de surface

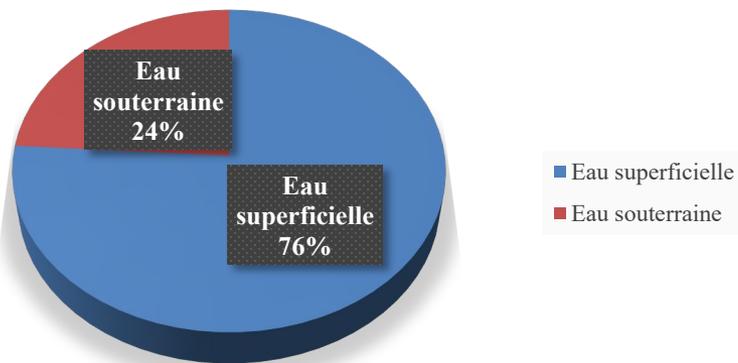
Hausse des besoins : 73%

Proportion de prélèvement annuel

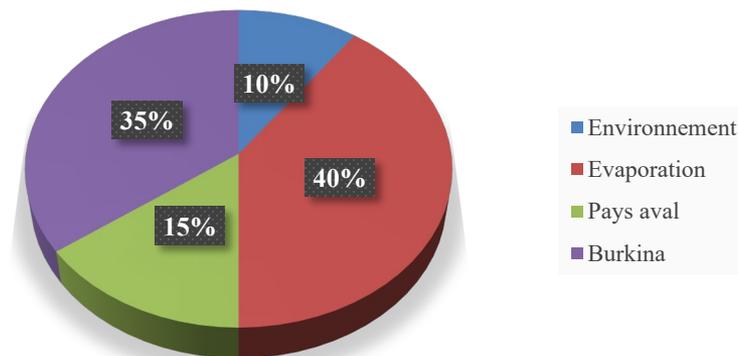


1-2 Problématique

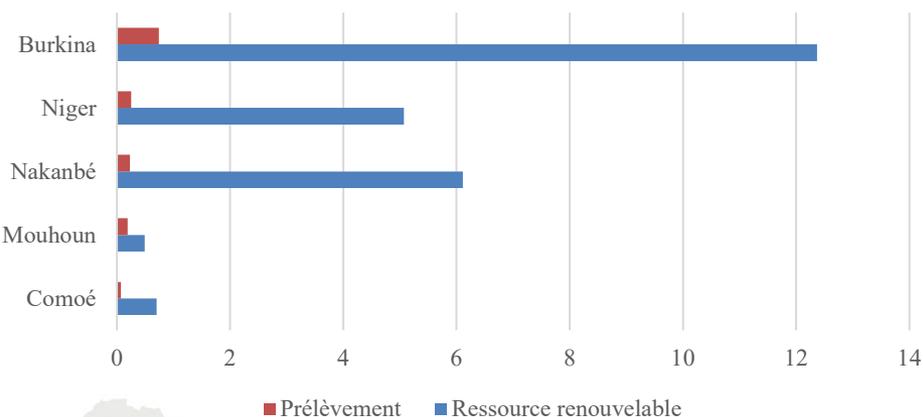
Prélèvement par ressource



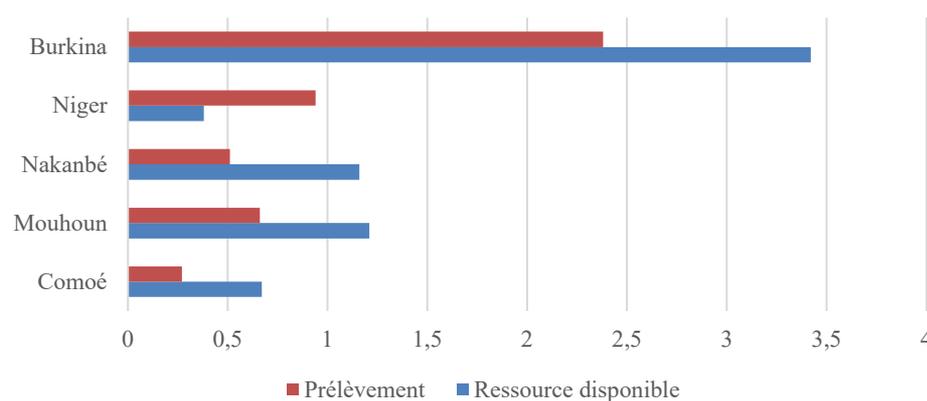
Pressions Eaux superficielles



Adéquation prélèvement/Eau souterraine (10⁹m³)



Adéquation prélèvement/Eau superficielle (10⁹m³)



1-2 Problématique

Milieu de socle
(Burkina Faso)

Diminution infiltration

Augmentation
Evapotranspiration

Augmentation des
écoulements

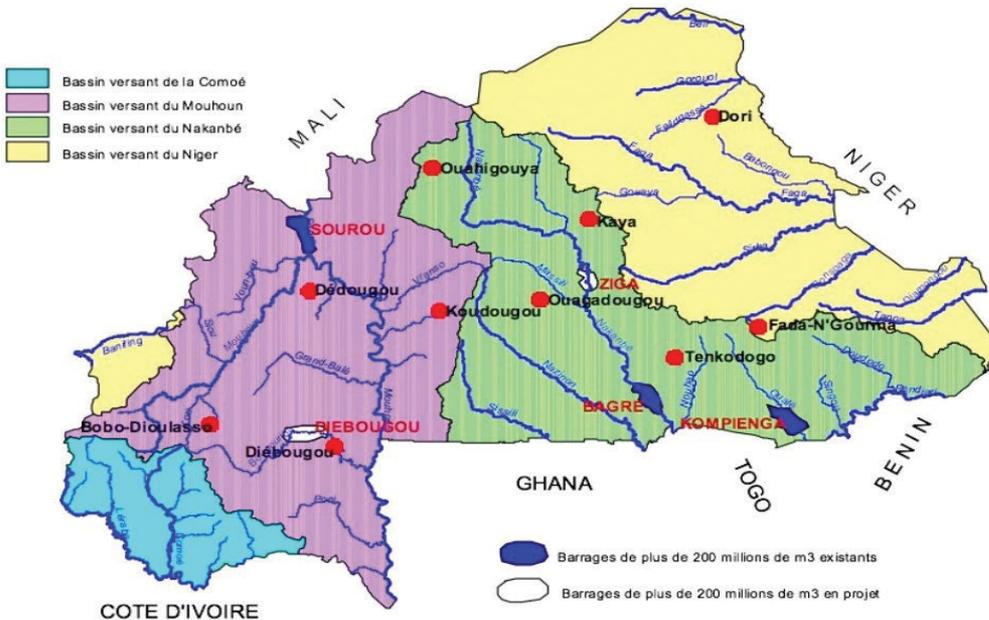
Dégradation de la qualité
des eaux

Tarissement
des forages

Chute des
débits de
forage

Baisse du
niveau
piézométrique
(40% dans la
zone
soudano-
sahélienne)

1-2 Problématique

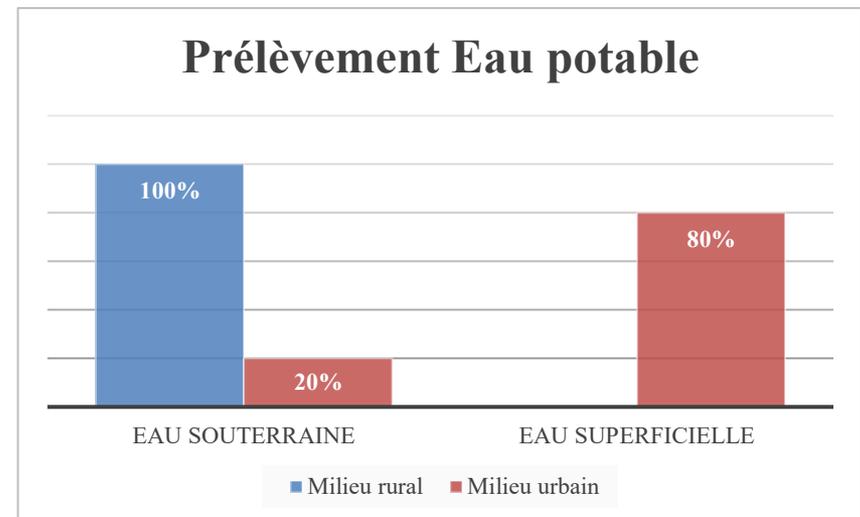


Ministère de l'Environnement et de l'Eau, 1998

World Risk Index (WRI) : 9.62

- **Infiltration annuelle :**
13.5% soit 6.2 Mm³
- **Densité : 50 habitants /km²**

Rapport PNGIRE, 2020



(Banque mondiale, 2017)

1-2 Problématique

DIMENSIONS SOUS-JACENTES DE LA GIRE



Environnement favorable
Politiques, projets et lois encadrant la GIRE.



Institutions et participation
Capacité, participation et coordination à tous les niveaux.



Instruments de gestion
Instruments pour contrôler et gérer les ressources en eau et les écosystèmes.



Financement
Budgets et recettes collectées pour la GIRE et les infrastructures.

(GWP, 2017)

Comment satisfaire durablement les besoins en eau, en quantité et en qualité, pour une population croissante et une économie en développement, dans un contexte environnemental peu propice à la reconstitution et à la mobilisation de la ressource ?



6 EAU PROPRE ET ASSAINISSEMENT
Comprendre les interactions

Objectif opérationnel 6 du PNGIRE 2016-2030

Améliorer les connaissances sur les ressources en eau et les domaines connexes en vue de mieux planifier et de contribuer à l'atteinte de l'ODD6 dans le pays.

1-3 Zone d'étude

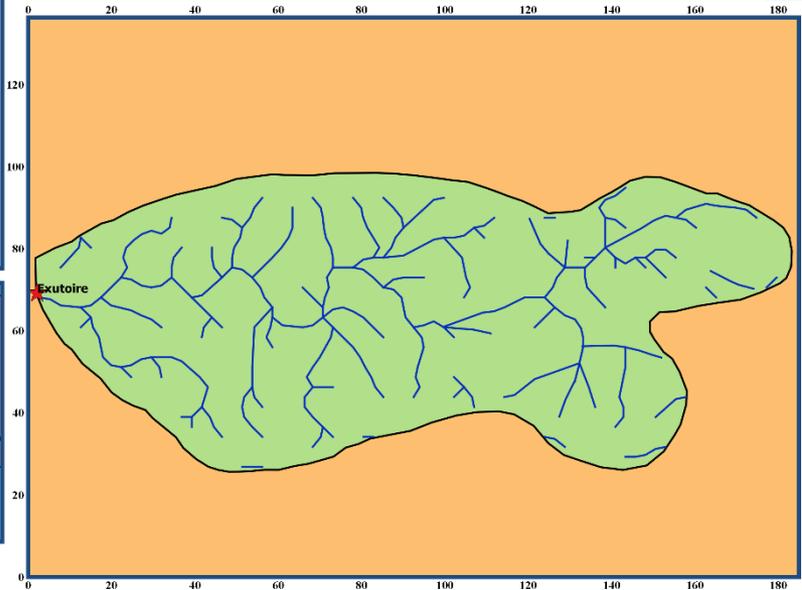
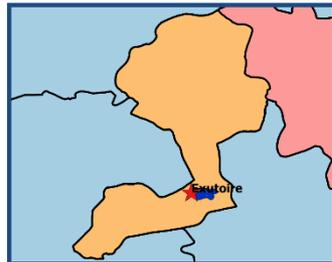
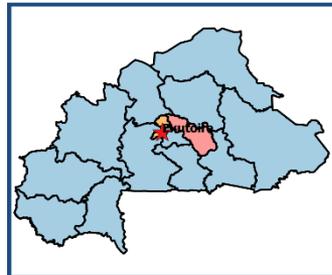
Carte de localisation du Bassin versant de Sanon



- ❖ **Climat** : Soudano-sahélien
- ❖ **Pluie** : 600mm à 900mm
- ❖ **Température** : 15°C à 44°C
- ❖ **Saison hivernale** : 3 à 4 mois
- ❖ **Saison sèche** : 8 à 9 mois

Choix du site

1. Données
2. Relief
3. Sensibilité



Légende

- Sanon_Bassin_versant
- Province Kourwéogo
- Région Plateau Central
- Régions Burkina Faso

- ❖ **Superficie** : 14 km²
- ❖ **Périmètre** : 17 km
- ❖ **Population** : 5291 habitants

■ ■ ■ ■ OBJECTIFS

2-1- Etudes préalables

Pays	Milieu	Auteurs	Objectifs
Burkina Faso	Socle fracturé	Detay et al., 1990 ; Bernard et al., 1991 Savadogo et al., 1997 ; Koussoubé et al., 2003 ; OUANDAOGO, 2008 ; SORO, 2017	Caractérisation et compréhension du fonctionnement des aquifères
Algérie, Afrique du Sud, Nigéria, Ghana		Asteria et al., 2020	Réutilisation des eaux usées Evaluation de la recharge Identification de site de recharge par des méthodes géophysiques
France	Milieu sédimentaire	Casanova et al., 2013	Etat de l'art des dispositifs de recharge artificielle
Inde	Socle fracturé	Arya et al., 2020 Gagandeep et al., 2017 Senthilkumar et al., 2019 Nicolas et al., 2019	Indentification des sites de recharge par des méthodes Géo informatiques et géophysiques Evaluation de la recharge Evaluation de l'efficacité des structures de recharge

2-2- Hypothèses

La recharge artificielle est une stratégie innovante d'augmentation du potentiel souterrain et de gestion durable des ressources en eau de socle

La simulation numérique permet de déterminer les conditions optimales de mise en place d'une structure de recharge

Le modèle numérique du fonctionnement hydrogéologique du bassin de Sanon détermine les zones d'expérimentation

La mise en place du système de recharge et le suivi des paramètres hydro météorologiques permet l'évaluation du modèle numérique

La modélisation du système de recharge permet le jugement de son impact sur la ressource en eau souterraine

2-3- Objectifs

Objectif général

Concevoir une approche intégrée et innovante de gestion durable des ressources en eau souterraine basée sur la recharge artificielle.

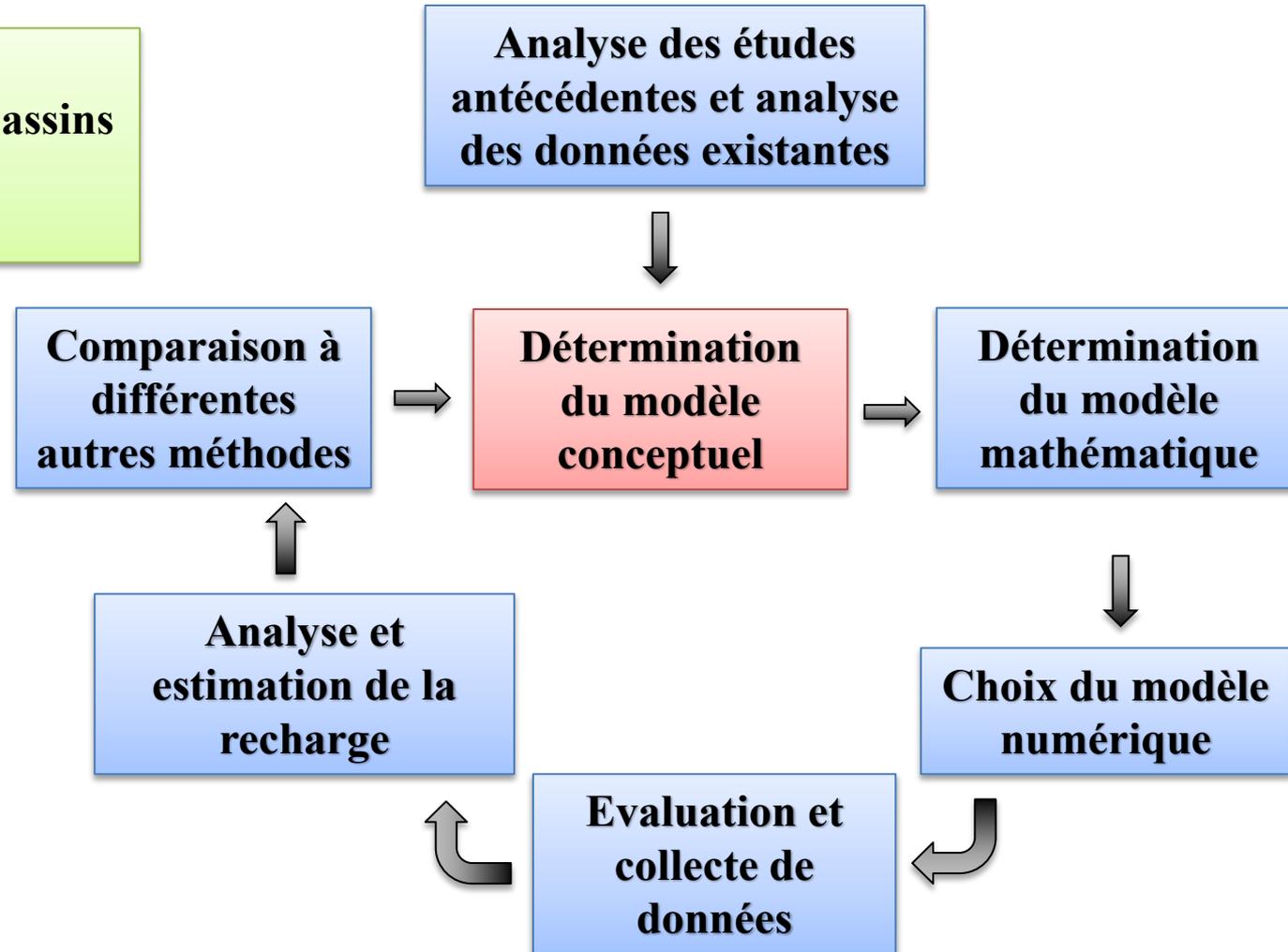
Objectifs spécifiques

- 1- Définir les conditions optimales de mise en place de structure de recharge à travers une étude numérique.**
- 2- Proposer un modèle numérique du fonctionnement hydrogéologique du bassin versant.**
- 3- Faire une expérimentation in situ et le suivi hydrométéorologique des bassins d'infiltration.**
- 4- Appréhender l'impact de la recharge sur la ressource en eau souterraine.**

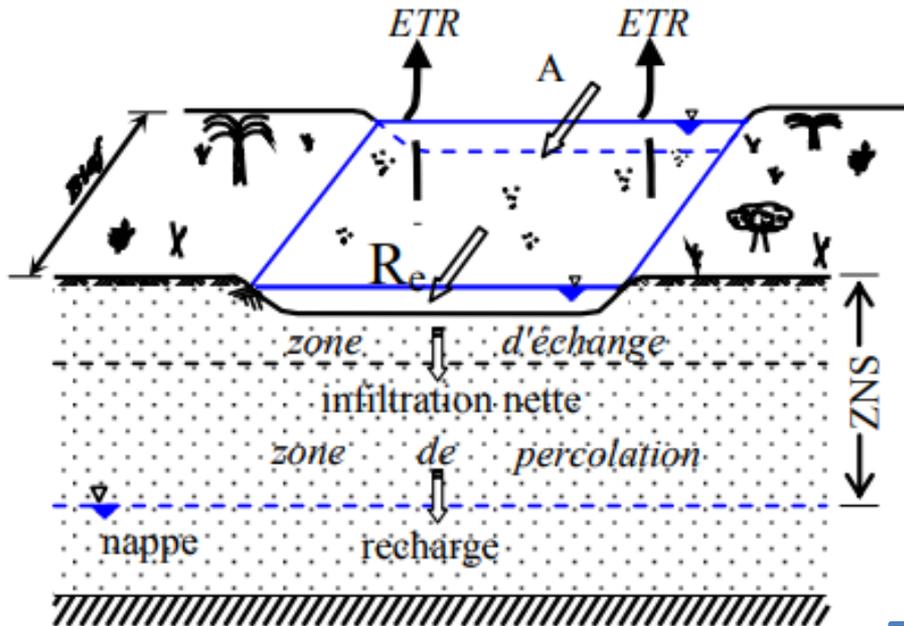
■ ■ ■ ■ METHODOLOGIE

3-1 Modélisation numérique

- 1. Conditions optimales
- 2. Caractéristiques des bassins d'infiltration (forme, dimension, nombre)



3-1 Modélisation numérique



Source : eaux de pluie
Modéliser son infiltration à partir des propriétés variées de la zone non saturée

Equation de diffusivité

FEFLOW

Milieu discontinu : discrétisation en éléments finis

Charge constante
Charge variable
Variation des caractéristiques des bassins
Répartition spatiale des bassins
Détermination du temps de réaction de la nappe
Evaluation de la recharge

3-2 Modèle numérique du bassin

Méthode GIS
Méthode AHP

Identifier les zones propices à l'implantation des bassins

Proposer un modèle numérique de fonctionnement du bassin versant de Sanon

Collecter des données complémentaires sur les propriétés du bassin

Appliquer le résultat de l'étude numérique au bassin

Géophysiques
Piézométrie
Paramètres hydrodynamiques

- Fonctionnement des bassins
- Propriétés du bassin pour la qualité de l'eau
- Installation des bassins
- Installation des équipements et des ouvrages de suivi hydro météorologiques (piézomètres, pluviomètres, bac Colorado, sondes, traçage)

3-1 Modélisation

INPUTS

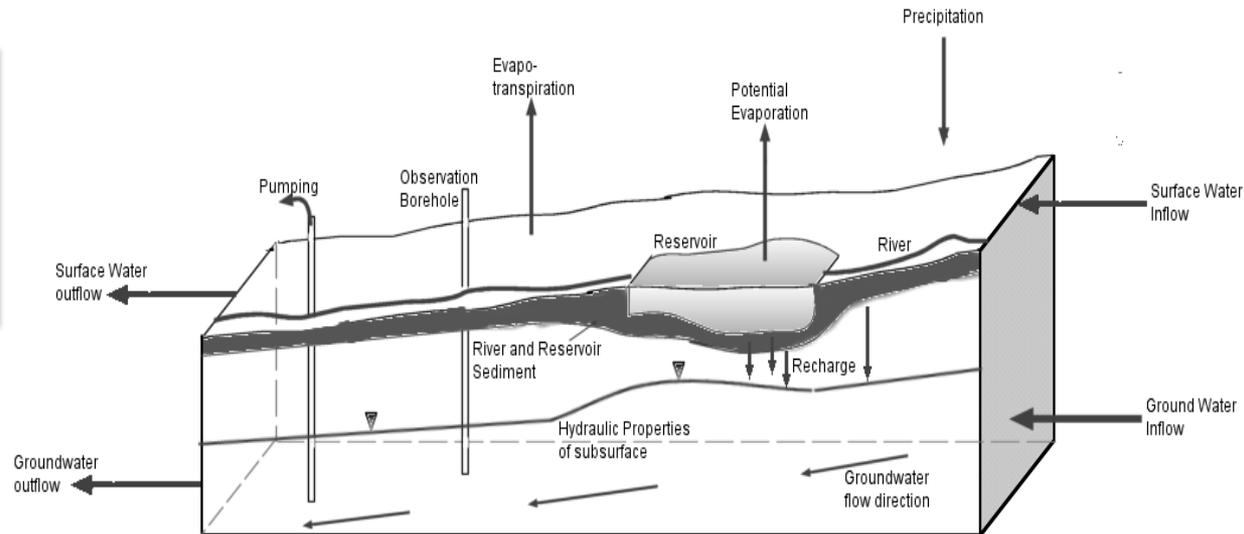
Pluviométrie et ETP
 Structure et géométrie de l'aquifère
 Pédologie
 Topographie
 Paramètres hydrodynamiques
 Piézométrie
 Hydrométrie

Precipitation + Surface (and groundwater) inflow = Evaporation + Recharge + Surface outflow (overflow, leakage, abstraction) +/- Change of volume of water in the reservoir (1)

Groundwater Recharge = Change of volume of water in the reservoir - Evaporation (2)

Modèle hydrogéologique FEFLOW ou modèle intégré HGS

Impact Efficacité



■ ■ ■ ■ CONCLUSION

5-1- Résultats attendus

1. Conditions de mise en œuvre optimale d'une structure de recharge artificielle dans le contexte de socle soudano sahélien

2. Impacts de la recharge artificielle dans le contexte soudano sahélien

3. Recherche référence pour la mise à échelle des infrastructures de recharge dans des textes similaires

4. Atout majeur de gestion durable des ressources en eau en zone de socle d'Afrique de l'Ouest.

Merci de votre aimable attention!