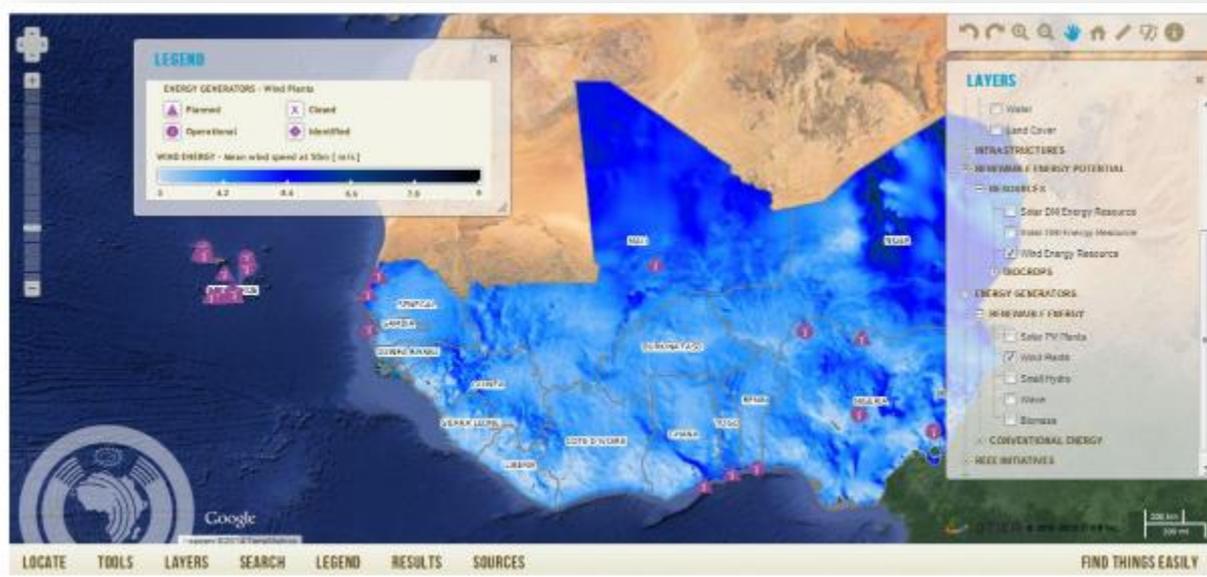


Cartographie des ressources hydriques via le GIS pour la région de la CEDEAO

Résumé du projet



Juillet 2016

Funded by



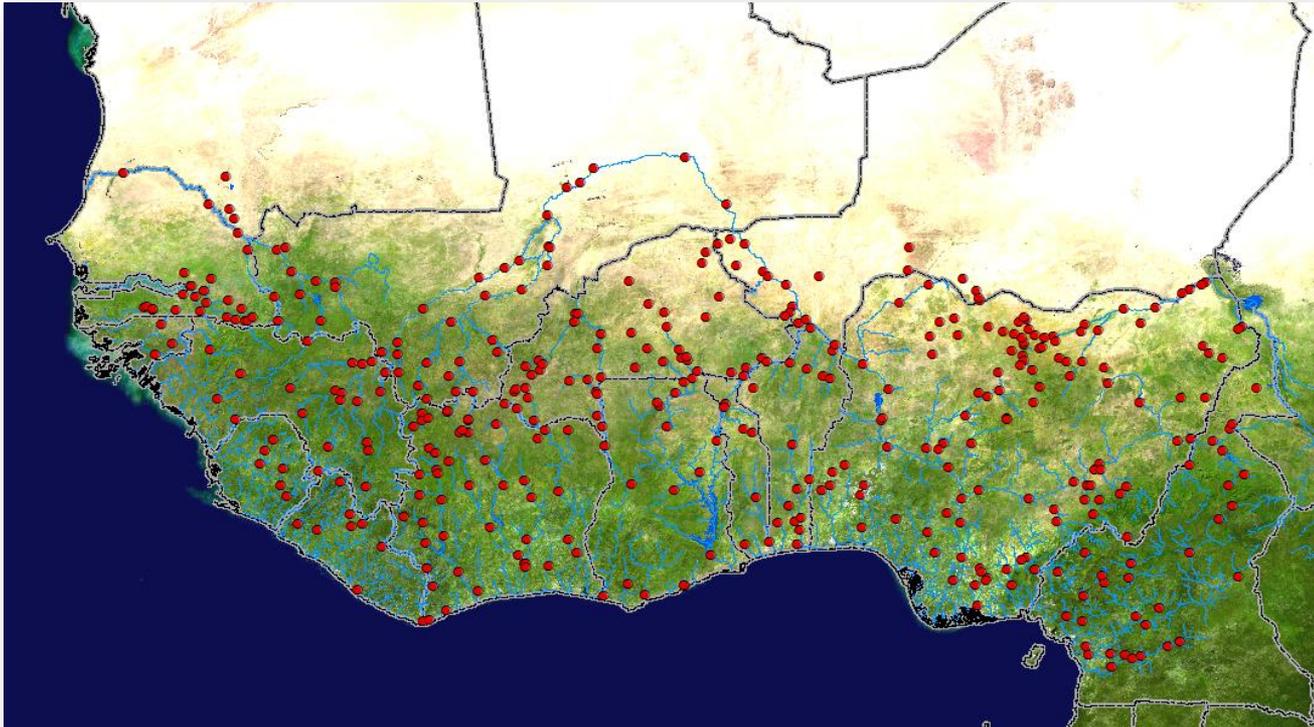
Introduction

Contexte et objectifs

- Contexte
 - Le manque d’approvisionnement fiable en électricité est une préoccupation grave qui se pose dans les 15 pays de la CEDEAO.
 - Si l’existe un grand potentiel pour le développement de l’hydroélectricité dans l’avenir, l’on note toutefois un manque de données exactes – surtout pour le développement de la petite hydroélectricité.
 - La présente étude soutient les initiatives énergétiques du “Centre de la CEDEAO pour l’énergie renouvelable et l’efficacité énergétique” (CEREEC).
- Objectifs généraux du projet
 - Évaluer le potentiel hydroélectrique de tous les fleuves dans la région de la CEDEAO.
 - Préparer diverses couches de données à intégrer à la plateforme en ligne du CEREEC dénommée ECOWREX, de sorte que l’étude aboutisse à des résultats aisément accessibles au grand public.
 - Identifier les régions/fleuves qui sont adapté(e)s pour le développement de l’hydroélectricité afin d’orienter l’initiative de mesure des débits des cours d’eau du CEREEC.
 - Contrairement aux autres études où l’accent est mis en général sur le potentiel hydroélectrique des grands fleuves, la présente étude s’intéresse en outre à la petite hydroélectricité sur les petits fleuves.

Introduction

410 jauges de débit disponibles pour cette étude

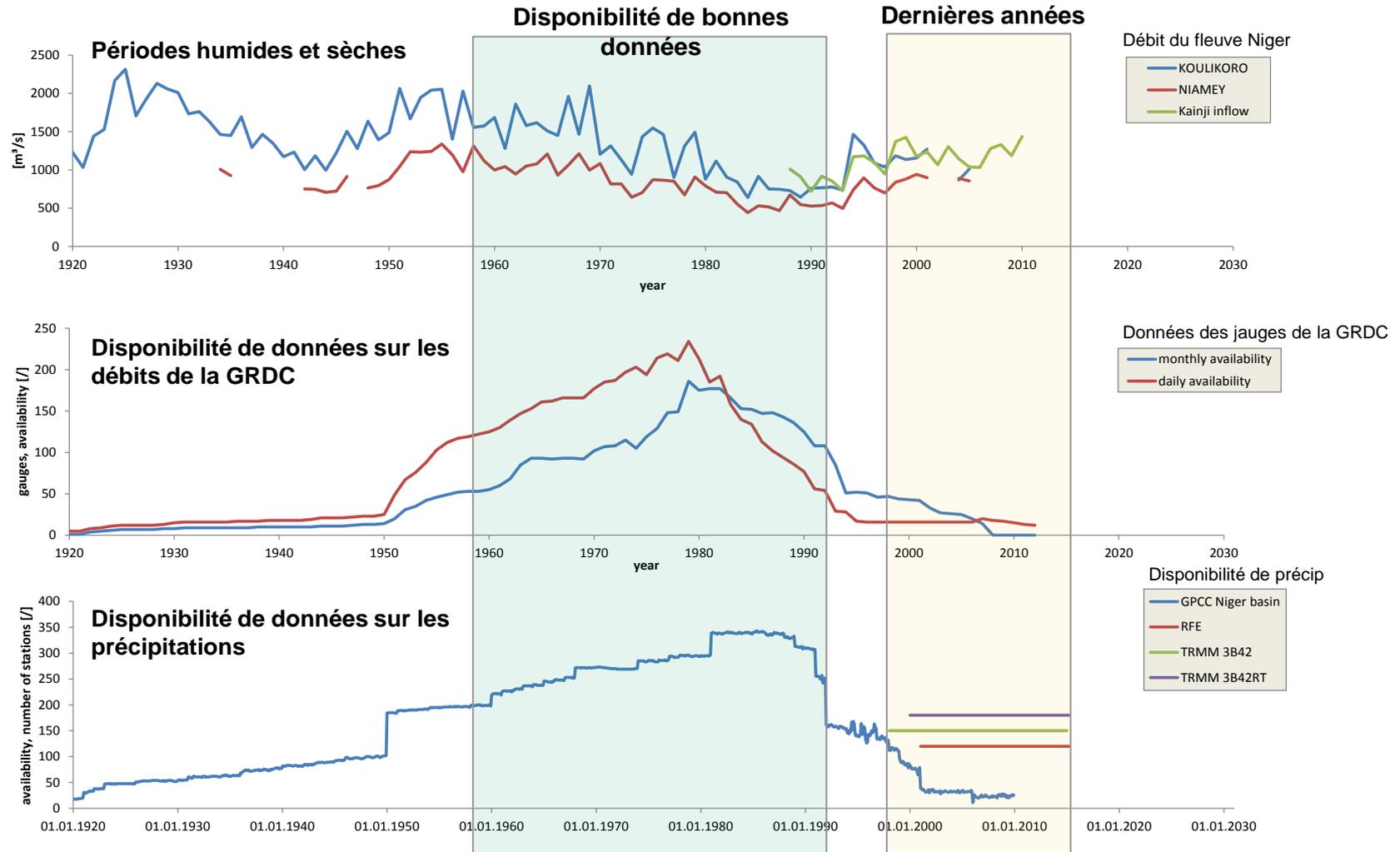


- Le débit détermine (avec la pente) le potentiel hydroélectrique d'un fleuve.
- Les jauges sont généralement situées dans les grands fleuves et les fleuves moyens.
- Il y a rarement des jauges dans les petits fleuves qui sont convenables pour la petite hydroélectricité.
- Les données des jauges couvrent différentes périodes d'observation.
- Une régionalisation des débits est requise

Cartographie par GIS & modélisation du bilan hydrique

Introduction

Sources & disponibilité des données



Résultats

- Couche des centrales hydroélectriques existantes
- Couche des zones climatiques
- Potentiel hydroélectrique
- Changement climatique
- Défis et enseignements tirés

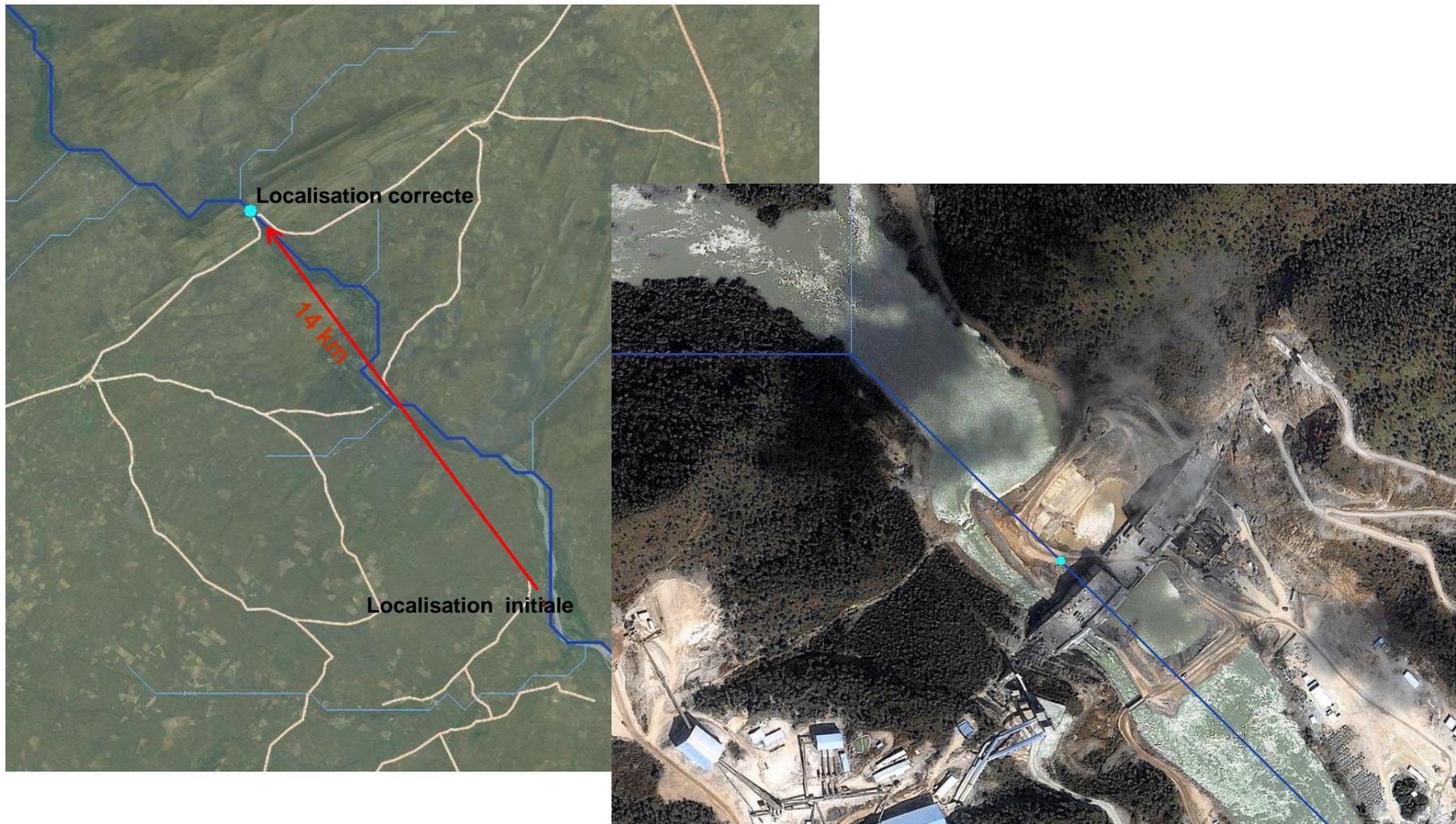
Couche des centrales hydroélectriques existantes

Aperçu

- Les informations au sujet des centrales hydroélectriques sont disponibles à partir de différentes sources variées de données, mais il se pose les problèmes suivants :
 - Sources de données incomplètes (centrales hydroélectriques manquantes)
 - Géocodage incorrect (mal placé jusqu'à 100km)
 - Informations contradictoires provenant de différentes sources de données (ex. capacité installée)
 - Différents noms pour la même centrale hydroélectrique (double comptage)
 - Nouvelles centrales hydroélectriques non incluses dans les sources de données existantes
- Objectif: Créer de nouvelles couches modernisées de centrales hydroélectriques existantes.
- Approche
 - Corriger le géocodage de l'emplacement des centrales hydroélectriques
 - Identifier l'emplacement correct au moyen d'images satellitaires
 - Prendre des photos instantanées de l'emplacement du réseau hydrographique
 - Synthèse des informations provenant de différentes sources variées (rapports, consultation en ligne)

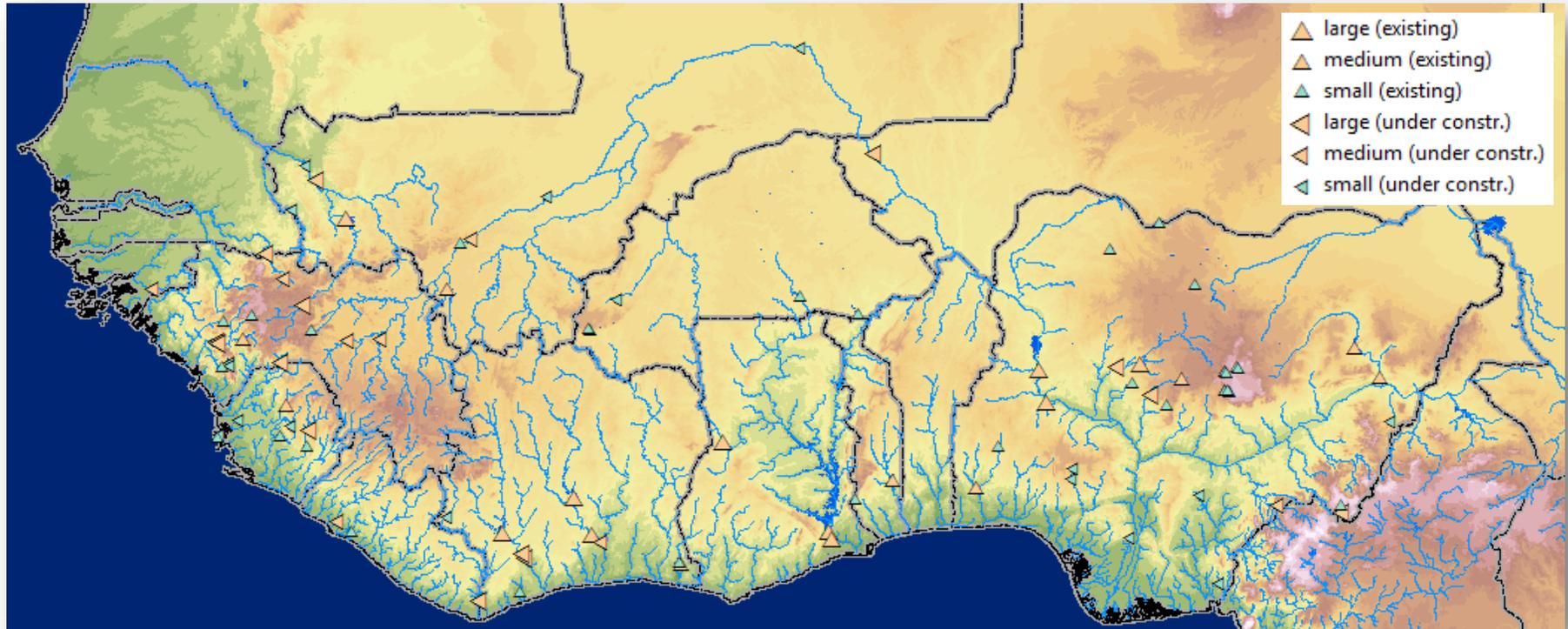
Couche des centrales hydroélectriques existantes

Exemple de géocodage : CHE de Bui au Ghana (construite récemment)



Couche des centrales hydroélectriques (CHE) existantes

Resultats



- 91 CHE:
 - 24 grandes CHE (> 100 MW)
 - 17 moyennes CHE (30-100 MW)
 - 50 petites CHE (< 30MW)
- 21 attributs (capacité installée, année de démarrage, zone de réservoir, etc.)

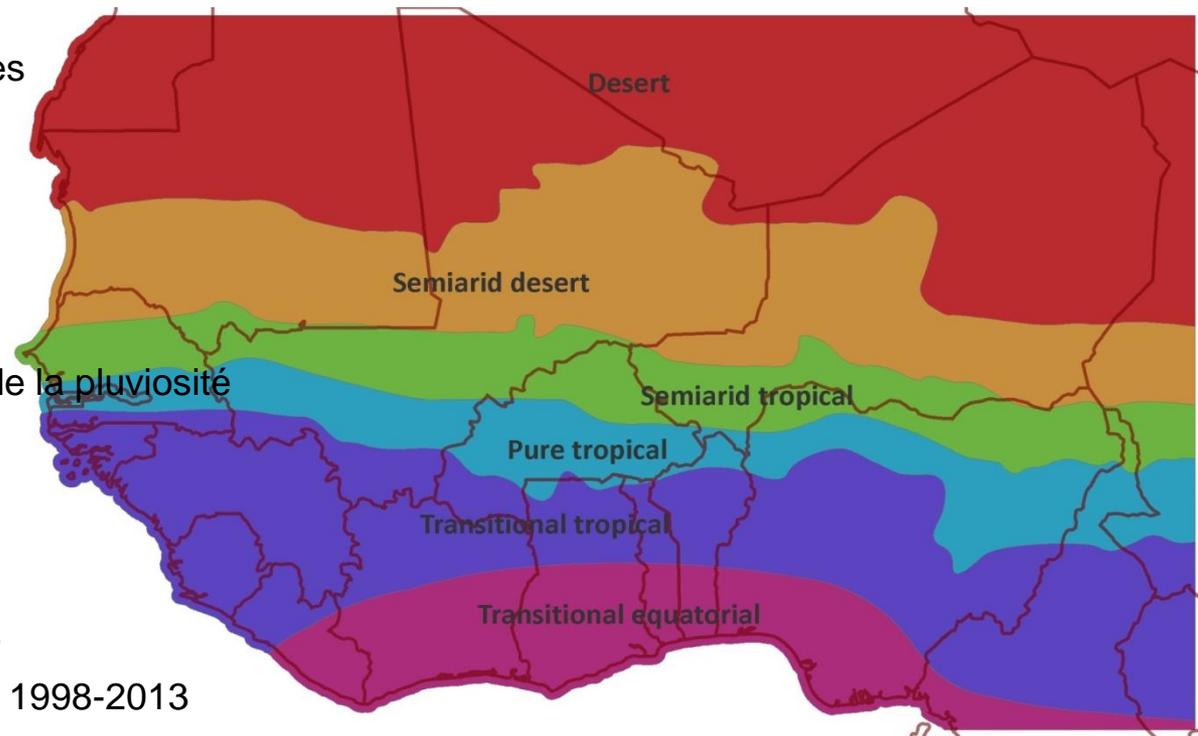
- Sources de données:

ECOWREX, Grand, Aquastat, H&D, JICA, SHP News, World Small CHE Development Rep., Int. Water Power & Dam Yearbook, SE4ALL, consultation en ligne, etc.

Couches des zones climatiques

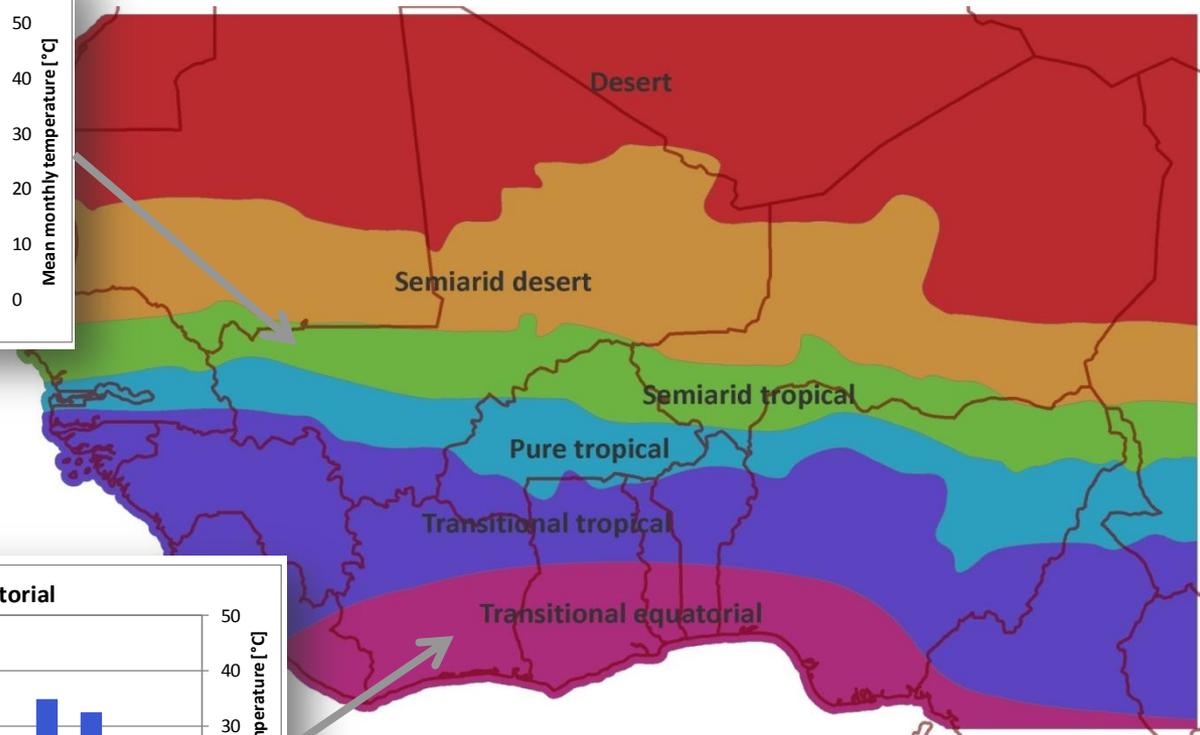
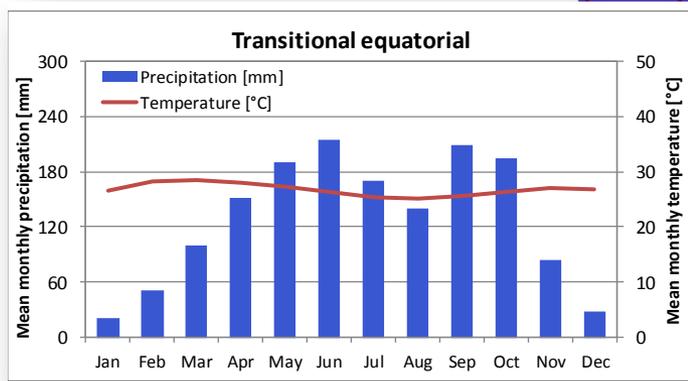
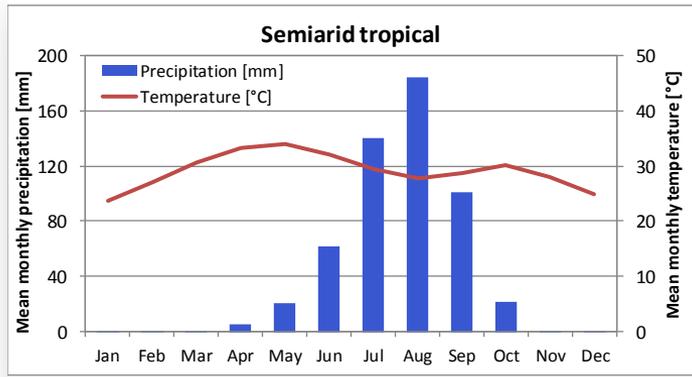
Aperçu

- Objectif
 - Donner un aperçu des diverses conditions climatiques
- Classification
 - L'Hôte et al. (1996)
 - Basé sur les caractéristiques de la pluviosité
- Sources de données
 - Pluviosité: TRMM 1998-2014
 - Température: CRU 1998-2013
 - Évaporation potentielle. : CRU 1998-2013
- Traitement par le SIG
 - généralisation
 - Polissage



Couche des zones climatiques

Pluviosité et température saisonnières



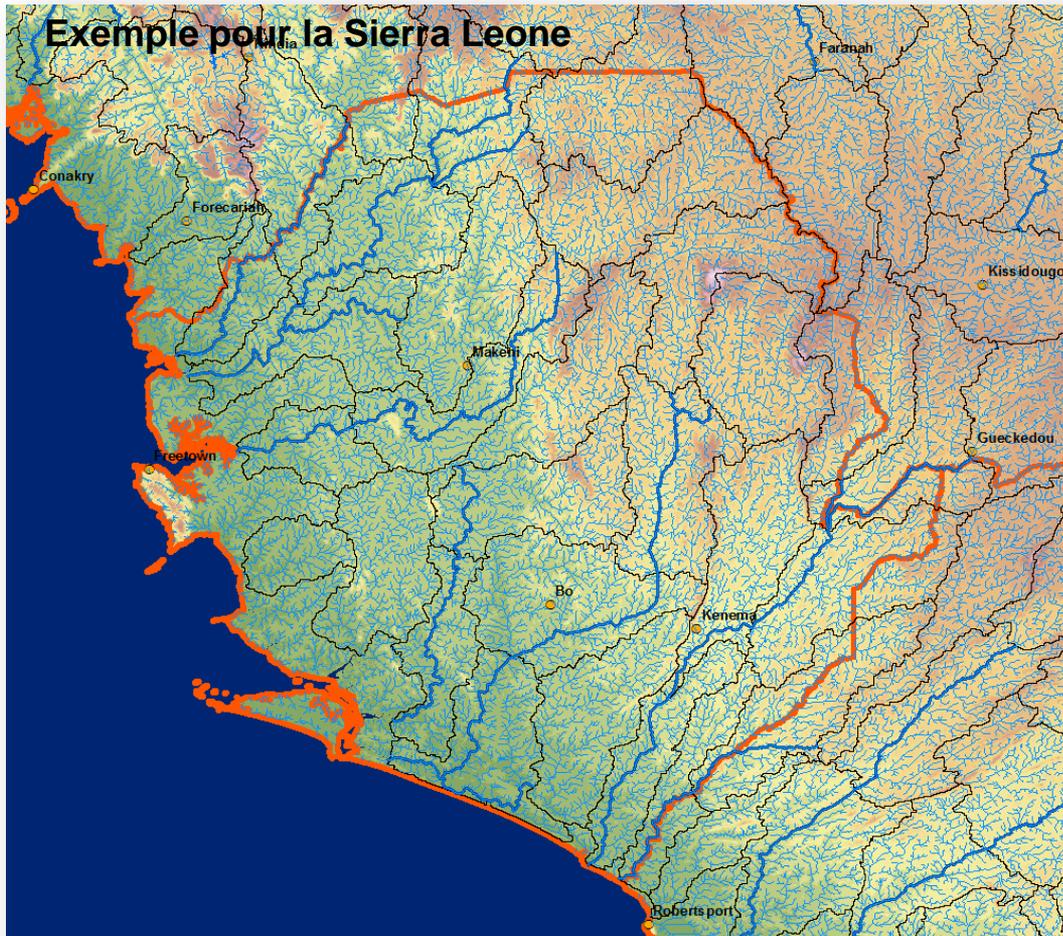
Potentiel hydroélectrique

Aperçu

- Objectif global:
Fournir des données de base permettant d'identifier les régions qui sont adaptées pour le développement de l'hydroélectricité.
- Méthode générale :
 - Étape 1: Créer une couche des réseaux fluviaux pour tous les fleuves en Afrique de l'Ouest
 - Étape 2: Dériver des coupes longitudinales des fleuves à partir de Modèles numériques d'élévation
 - Étape 3: Estimer les conditions de débit pour tous les tronçons fluviaux → **Défis clés**
 - Étape 4: Calculer le potentiel hydroélectrique à partir des pentes et du débit
- Classification
 - Évaluer les caractéristiques préférées de centrales hydroélectriques :
 - Tailles des centrales
 - Type de centrales
 - Type de machines
 - Calculer le total du potentiel hydroélectrique pour les sous-captages
 - Résumer le potentiel hydroélectrique des pays
 - Identifier les régions/fleuves adapté(e)s pour l'hydroélectricité dans chaque pays

Potentiel hydroélectrique

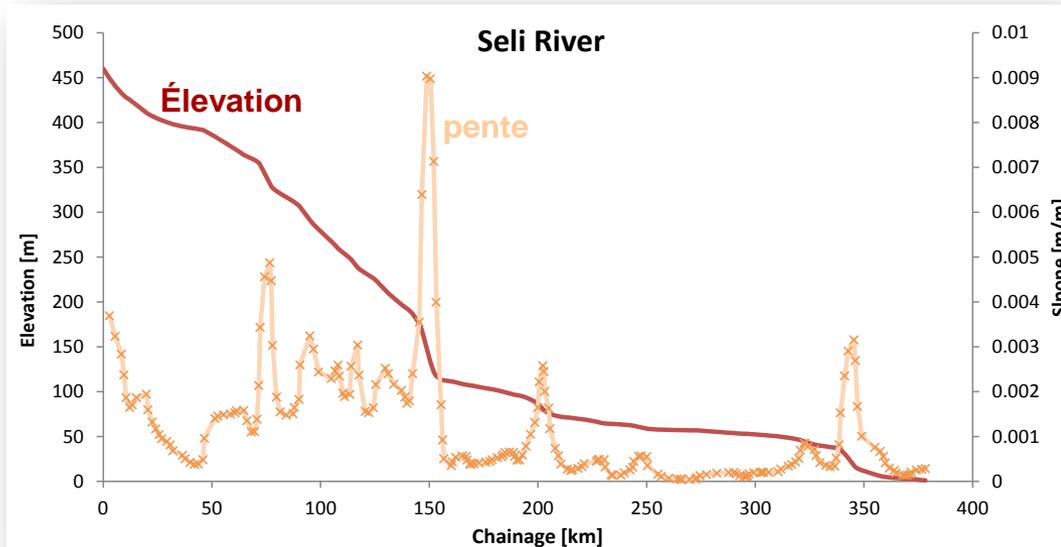
Étape 1: Créer un réseau hydrographique



- **Méthode:**
 - Direction des flux dans le système Hydrosheds
 - Traitement par le SIG (> 2 km² seuil pour la délimitation du tronçon)
 - Éliminer les tronçons non assorti de débit (dans les régions arides)
- 650,000 tronçons fluviaux en Afrique de l'Ouest
- Délimiter les sous-captages
 - 1350 sous-captages
 - Intérieur : > 3000 km²
 - Côtier : > 1000 km²
 - Ajustements manuels aux réservoirs

Potentiel hydroélectrique

Étape 2: coupes longitudinales des fleuves à partir de Modèles numériques d'élévation

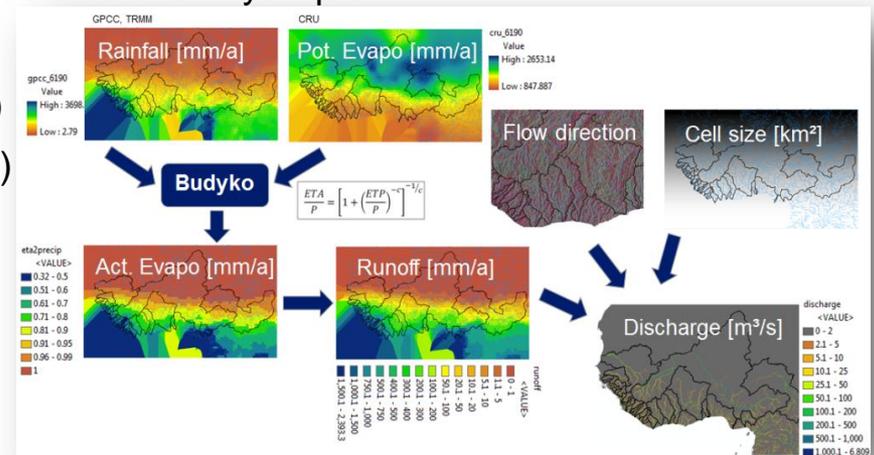


- Méthode:
 - Extraire les hauteurs de début/fin des tronçons à partir du Modèle numérique d'élévation détaillé (MNE) en utilisant les statistiques de voisinage.
 - Comparer résultats avec 3 différents MNE:
 - ASTER (30 x 30 m)
 - SRTM / données Hydrosheds non conditionnées (90 x 90 m) **utilisé**
 - données Hydrosheds conditionnées (90 x 90 m)
 - Appliquer un algorithme de lissage pour assurer une pente continue dans la direction du flux :
 - Remplir les cuvettes (vers l'amont)
 - Creuser à travers les barrières (vers l'aval)
 - Examiner le niveau dans les réservoirs existants
- Résultat: Élévation constante début/fin pour 650 000 tronçons fluviaux.

Potentiel hydroélectrique

Étape 3: Estimer les conditions de débit pour tous les tronçons fluviaux

- Il s'agit là d'un défi de taille !
- Méthode :
 - Modélisation du bilan hydrique distribué, annuel pour estimer le débit moyen annuel
 - Prendre en compte les pertes (plaines inondables, grands systèmes d'irrigation)
 - Préparer des données d'entrée pour le modèle de bilan hydrique
 - Précipitation (GPCC, TRMM)
 - Évapotranspiration potentielle (CRU)
 - Pertes (irrigation, plaines inondables)



- 410 jauges utilisées pour calibrer/vérifier les résultats.
- Les modèles de débit mensuels moyens sont dérivés des statistiques de la jauge.

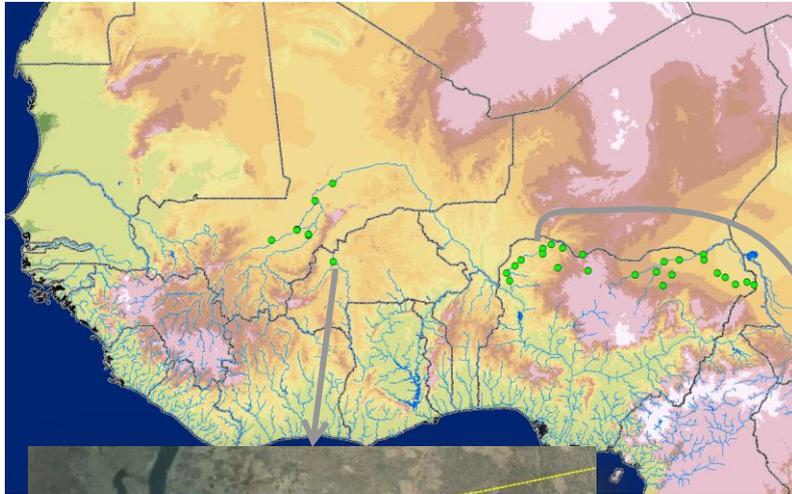
Étape Ad 3: estimation de débit

Irrigation et pertes de plaines inondables

Simulation invraisemblables des débits pour plusieurs fleuves, si les pertes ne sont pas prises en compte :

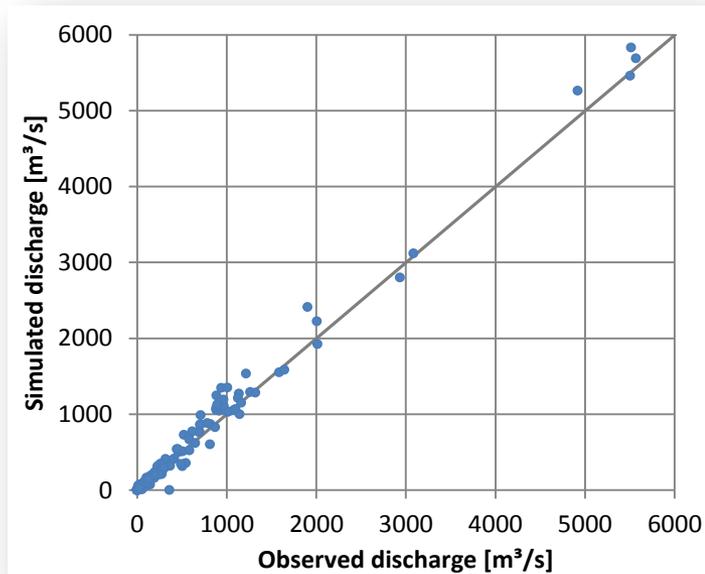
- Niger
- Sokoto
- Yobe
- Black Volta
- etc.

- Pertes prises en compte à 32 points



Étape Ad 3 : estimation de débit

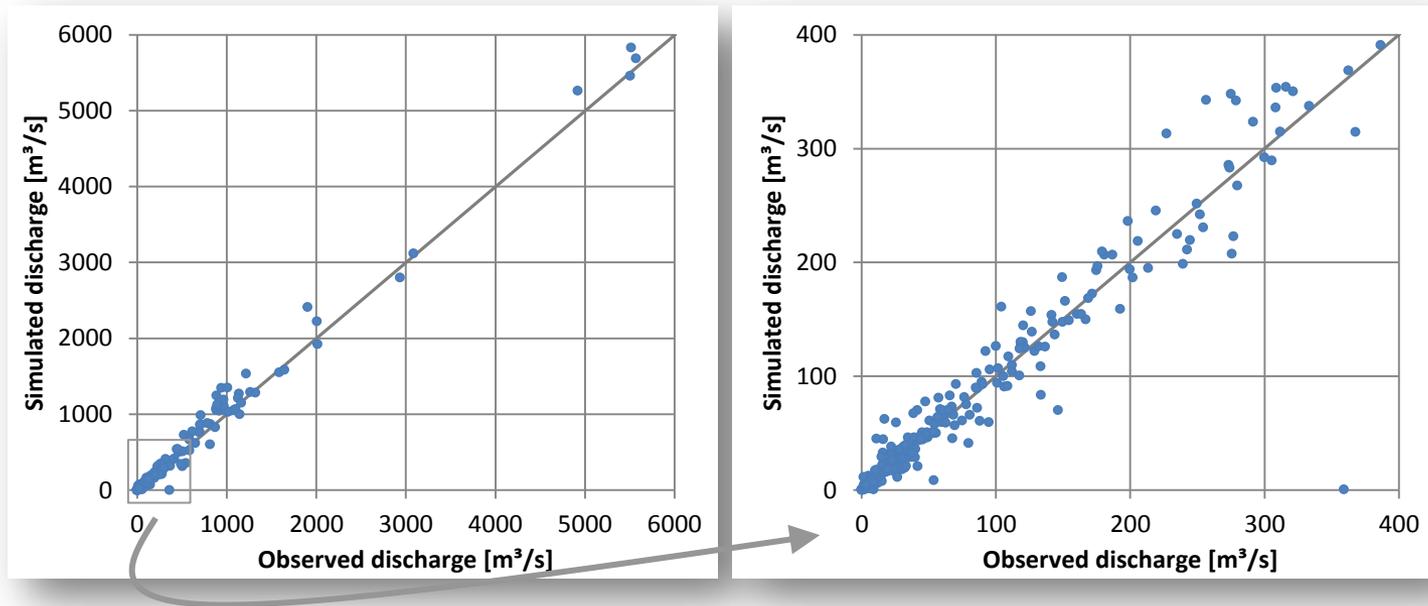
Comparaison du débit annuel moyen simulé par opposition à celui observé



GPCC data, 1950-2010
401 jauges avec Qobs disponibles

Étape Ad 3: estimation de débit

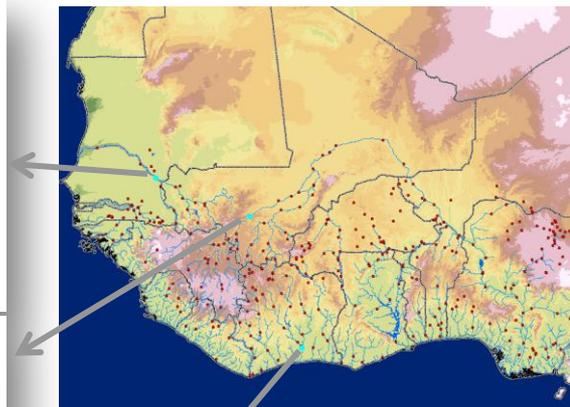
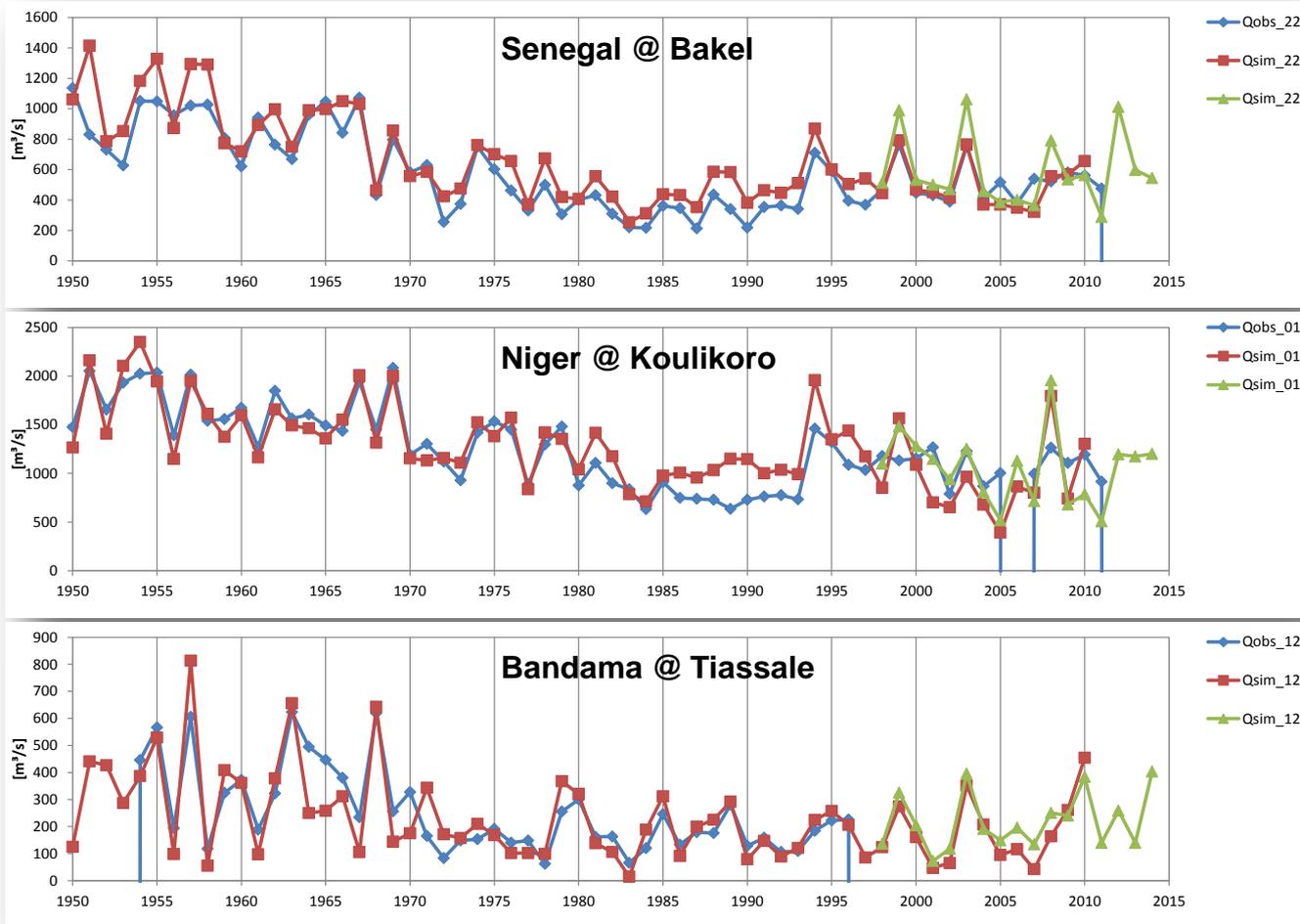
Comparaison du débit annuel moyen simulé par opposition à celui observé



GPCC data, 1950-2010
401 jauges avec Qobs disponibles

Étape Ad 3: estimation de débit

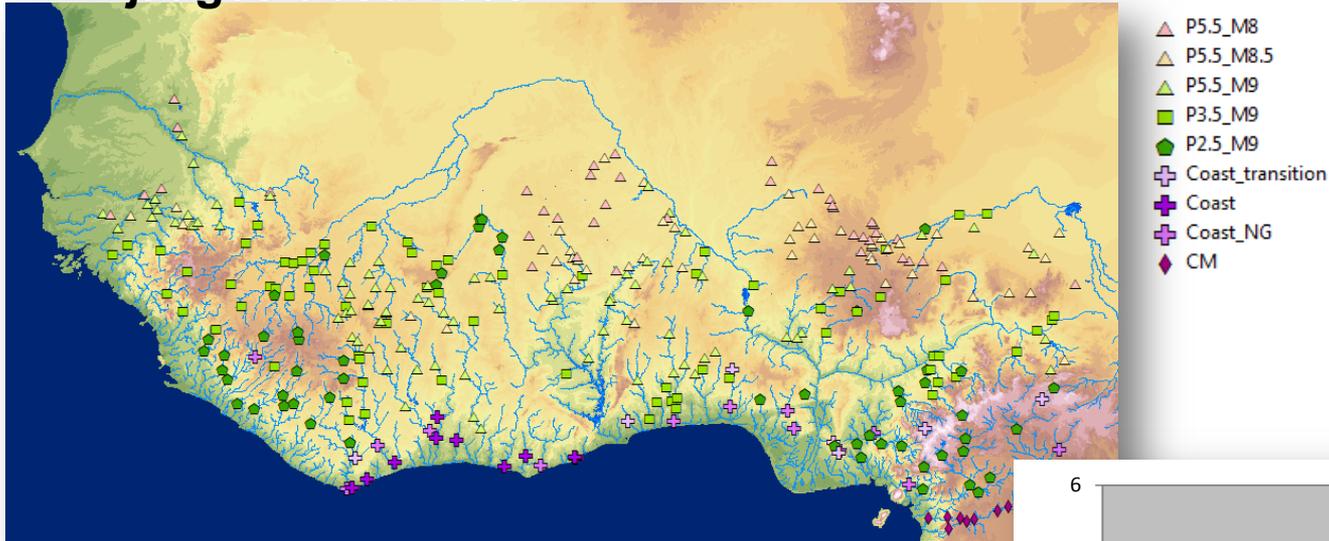
Comparaison des séries chronologiques du débit annuel simulé par opposition à celui observé



Q Observé
Q Simulé (GPCC)
Q Simulé (TRMM)

Étape Ad 3: estimation de débit

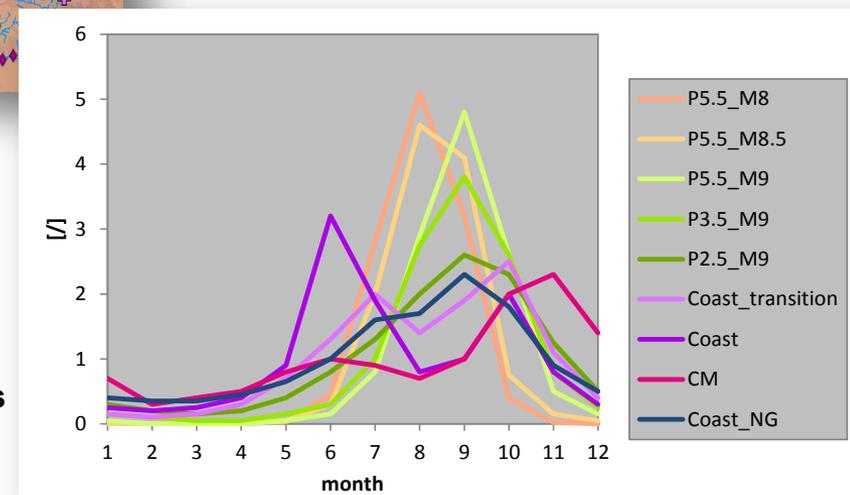
Modèles de débit mensuels moyens assignés à partir des données de jauges observées



Neuf régimes de débits saisonniers types ont été identifiés.

Le routage le long des grands fleuves a dû être pris en compte (superposition de différents régimes).

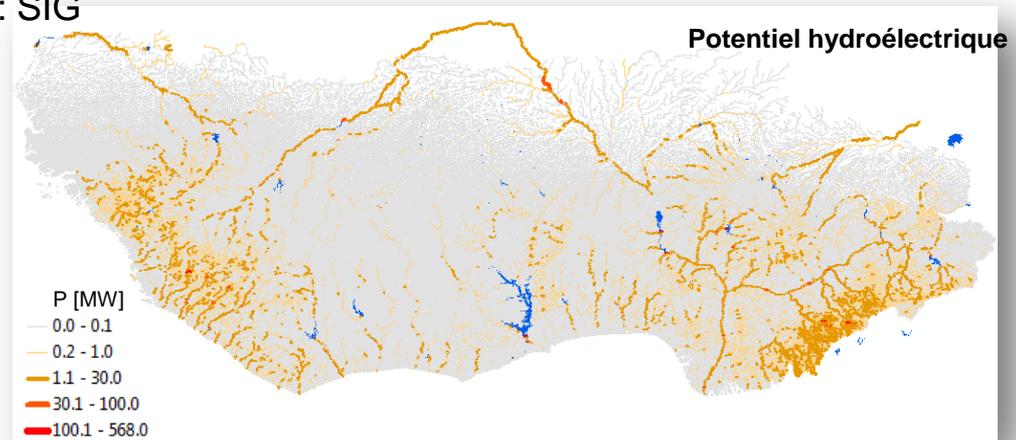
L'impact des plaines inondables et des réservoirs a dû être pris en compte (cycle saisonnier d'humidification).



Potentiel hydroélectrique

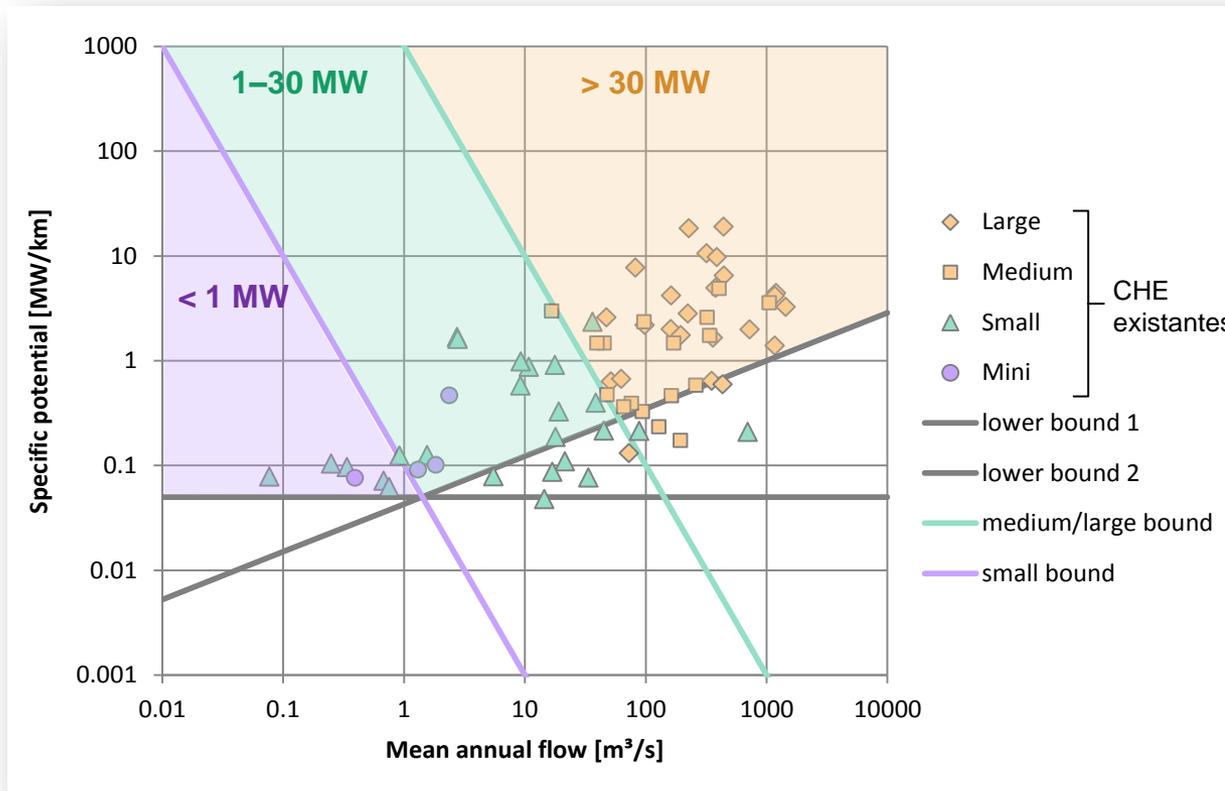
Étape 4: Calculer le potentiel hydroélectrique

- Potentiel hydroélectrique (linéaire) : $P_i = 8.5 * Q_i * dz_i$ [kW]
- Potentiel hydroélectrique spécifique : $p_i = P_i / L_i$ [kW/km]
- Entrées requises :
 - réseau hydrographique assorti de tronçons distincts i .
 - débit Q [m³/s] à chaque tronçon i : tiré de l'analyse du bilan hydrique
 - pente dz [m/m] of chaque tronçon: tiré du modèle d'élévation numérique
 - longueur L [km] de chaque tronçon: SIG



Potentiel hydroélectrique

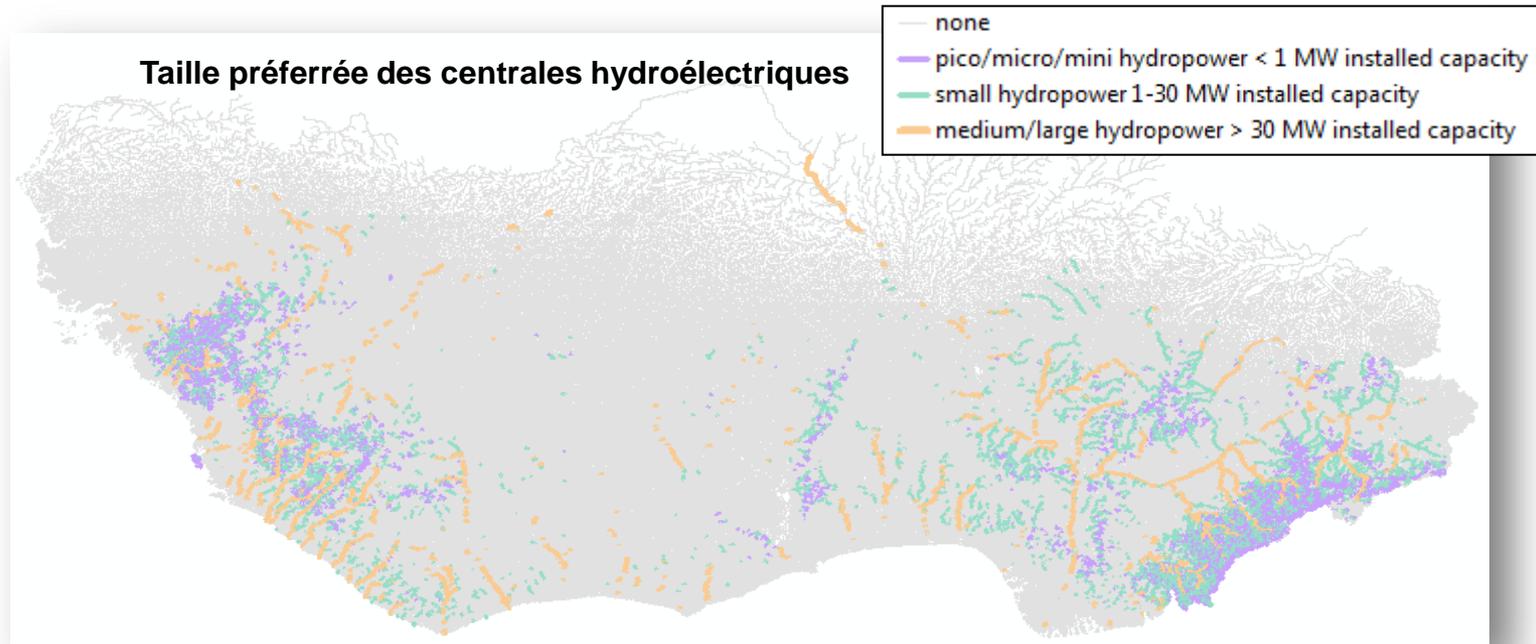
Classification de la taille des centrales



- Système de classification basé sur :
 - des considérations générales (longueur de voie en relation avec l'hydroélectricité, charge de pression requise, etc.)
 - Centrales hydroélectriques existantes (tel que construit) en Afrique de l'Ouest
- Les systèmes polyvalents peuvent ne pas cadrer avec le système de classification :
 - Certains réservoirs existants ont été construits principalement pour l'irrigation, mais l'hydroélectricité a été mise en œuvre
 - Ces systèmes polyvalents nécessiteraient une évaluation à part (pas seulement ciblant le potentiel hydroélectrique)

Potentiel hydroélectrique

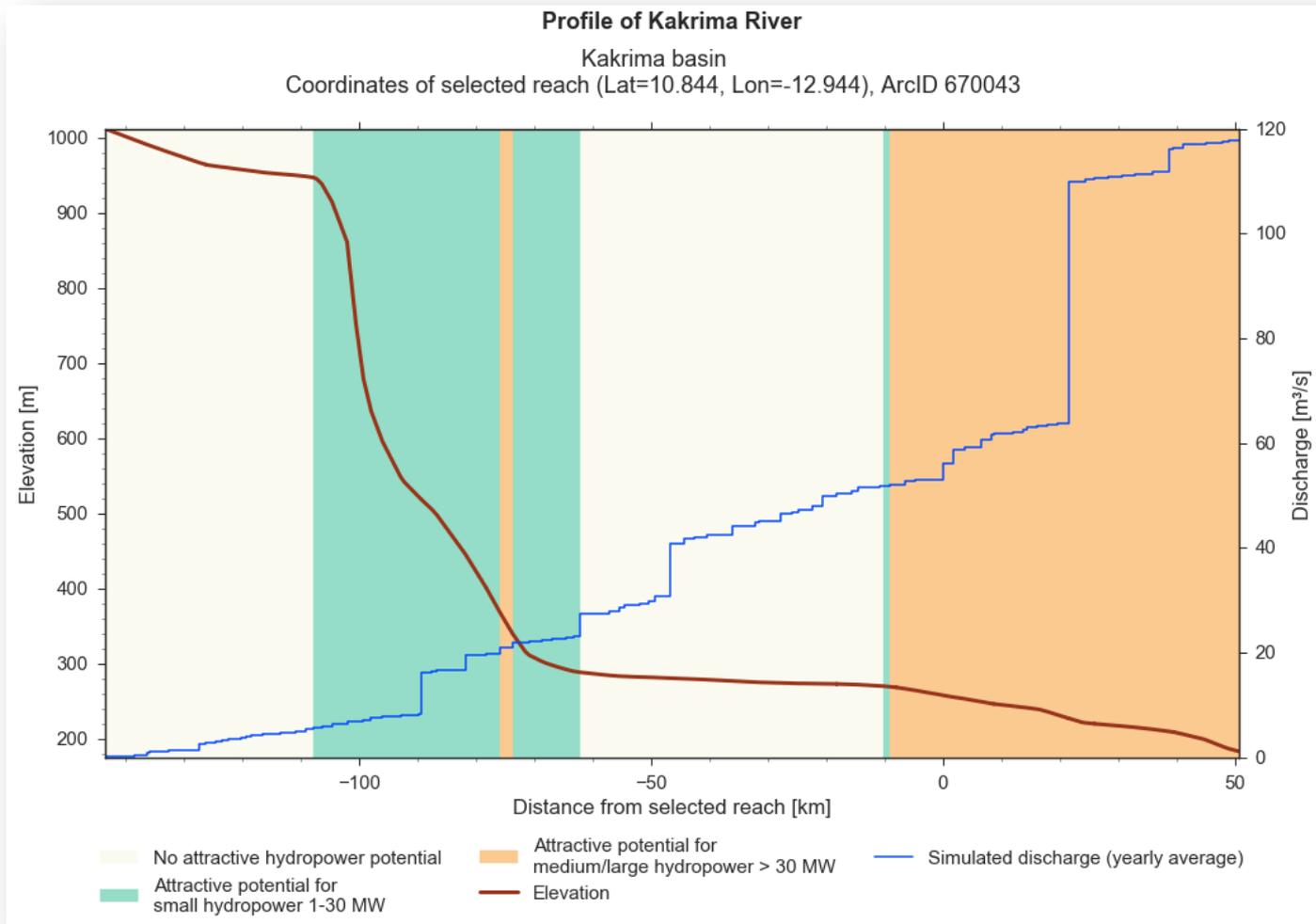
Système de classification pour la taille des centrales



Si un fleuve a un potentiel hydroélectrique « adapté », alors il convient de le présélectionner parmi les sites potentiels d'hydroélectricité en tenant compte des contraintes environnementales, sociales, techniques et économiques.

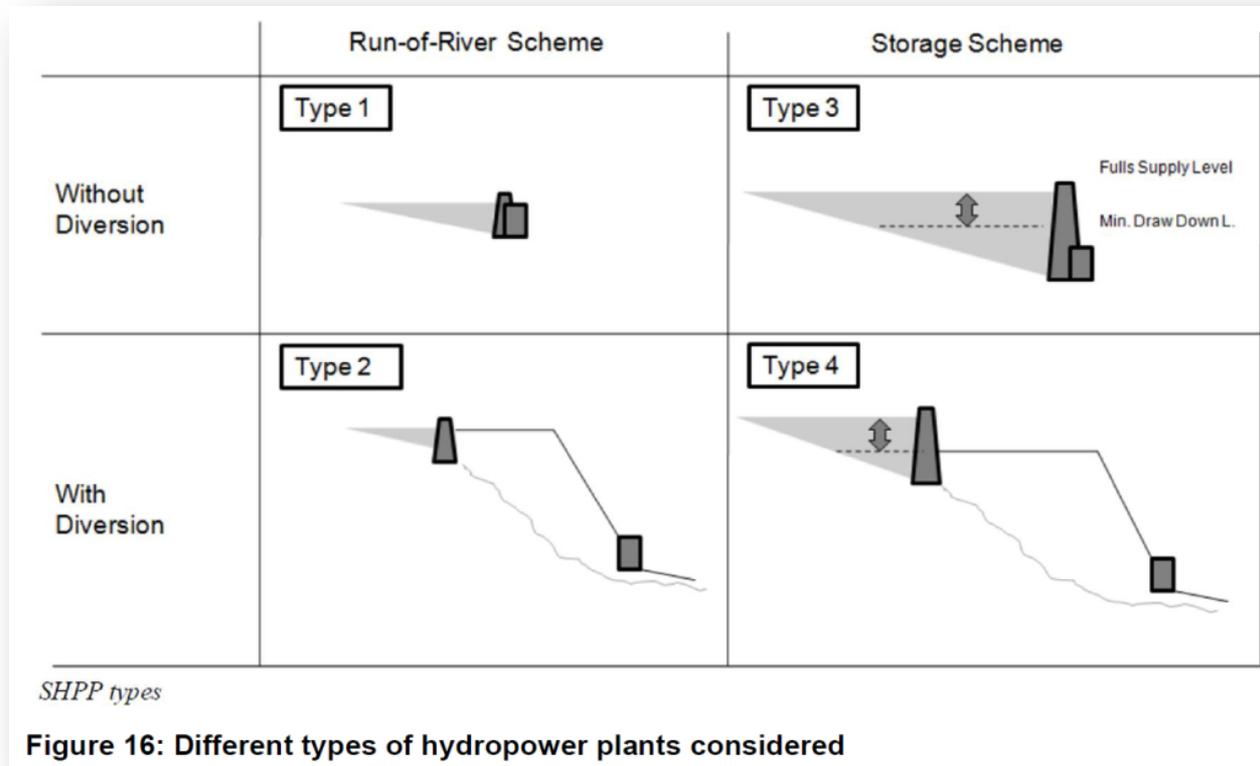
Potentiel hydroélectrique

Profils longitudinaux des fleuves



Potentiel hydroélectrique

Classification des type de centrales



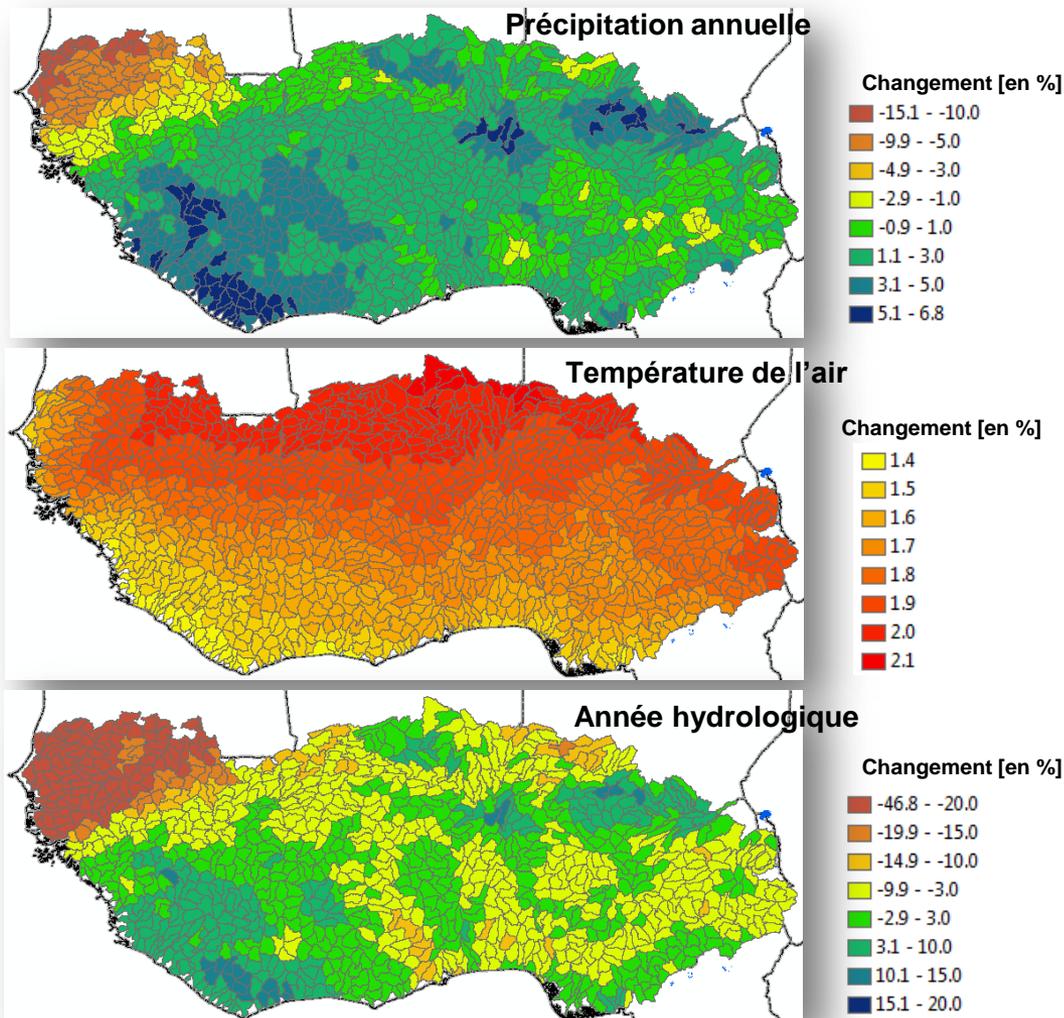
Changement climatique

Aperçu

- Questions clés:
 - Comment le débit (potentiel hydroélectrique) changera-t-il dans l'avenir?
 - Y aura-t-il des incidences négatives sur l'hydroélectricité en Afrique de l'Ouest?
- CORDEX-Africa
 - Expérience régionale coordonnées des études des phénomènes sous-échelle pour l'Afrique
 - Projections les plus détaillées du changement climatique actuellement disponibles pour l'Afrique
 - 15 combinaisons de Modèles climatiques régionaux (MCR) et de Modèles climatiques mondiaux (MCM)
 - Deux scénarios d'émission (Scénarios RCP - évolution représentative de la concentration en gaz à effet de serre):
 - RCP4.5: réchauffement modéré
 - RCP8.5: réchauffement important
- Traitement des données des MCR
 - 1350 sous-zones en Afrique de l'Ouest
 - Variables prises en compte
 - Précipitation
 - Température de l'air
 - Forçage du modèle de bilan hydrique avec des signaux de changement climatique tirés des MCR

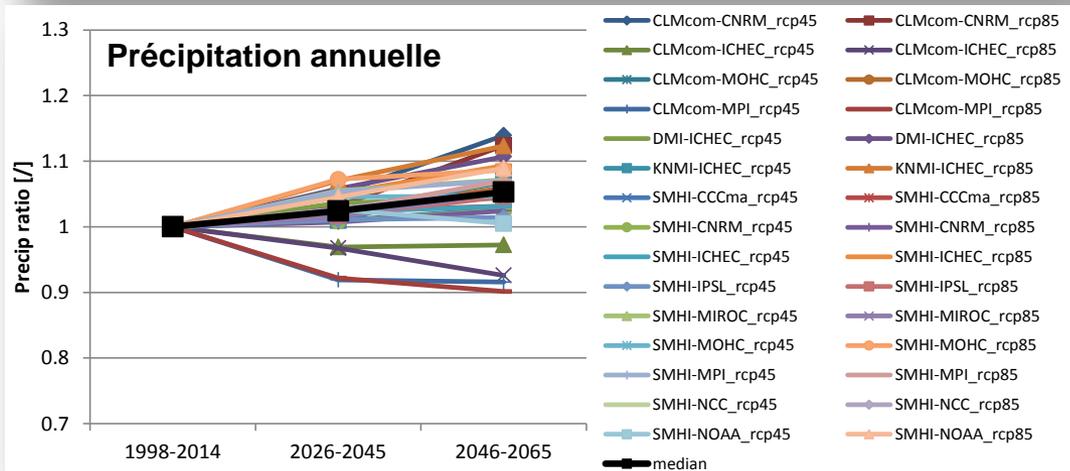
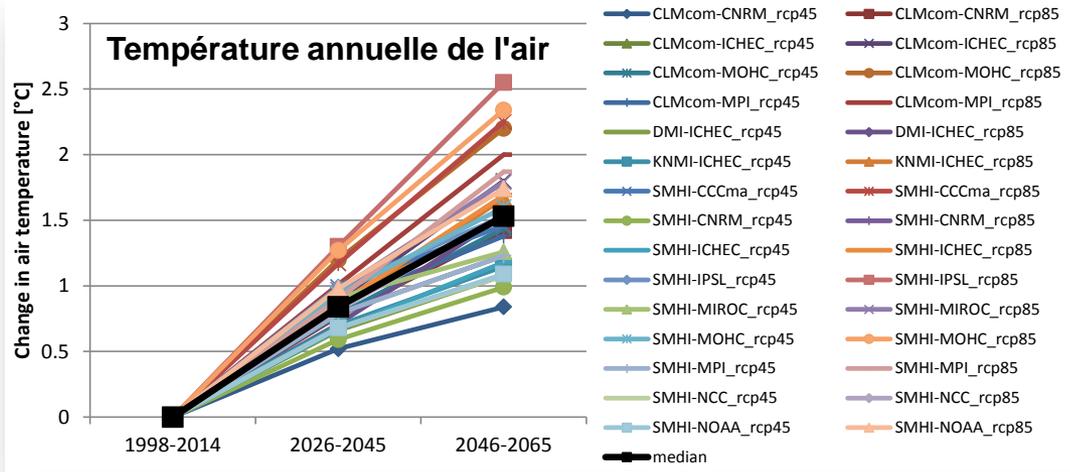
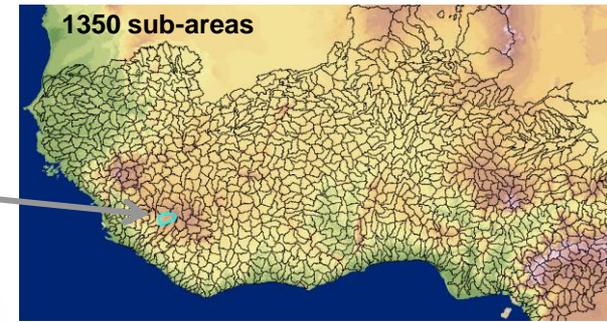
Projection du changement climatique pour 2046-2065 par rapport à 1998-2014

Projection médiane sur 30 séquences de modèles climatiques

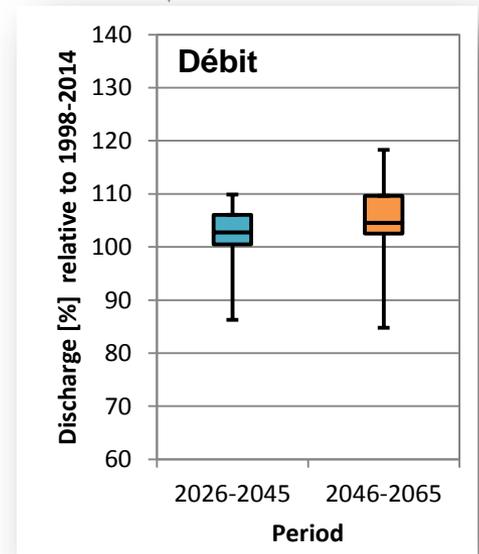


Changement climatique

Exemple du Fleuve Makona (Guinée)



Modèle de bilan hydrique



Résumé

Résultats

- La présente étude donne une évaluation régionale du potentiel hydroélectrique de tous les fleuves en Afrique de l'Ouest, en utilisant une méthodologie cohérente.
- Les régions attrayantes sont identifiables avec précision en termes de :
 - Pico/micro/mini CHE < 1 MW
 - Petite CHE 1-30 MW
 - Moyenne/grande CHE > 30 MW
- Changement climatique
 - Un réchauffement considérable est attendu dans l'avenir, conduisant à des pertes plus fortes par évaporation
 - Les changes des précipitations futures affichent les différences existant entre les régions (hausses/baisses)
 - Changes attendus du débit futur:
 - Hausse par exemple en Sierra Leone, au Liberia
 - Baisse par exemple dans le bassin inférieur du Sénégal
 - Pas de changement significatif par exemple dans le bassin du fleuve Volta
 - Le changement climatique devrait être pris en compte dans le développement d'une production hydroélectrique à la pointe de la technologie.

Le changement climatique n'est pas un scénario de la pire éventualité pour l'hydroélectricité en Afrique de l'Ouest.

Défis et enseignements tirés

- Un géocodage correct prend beaucoup de temps en raison de l'absence d'information exacte.
 - 410 jauges de débit
 - 91 centrales hydroélectriques existantes
- A plusieurs jauges, les données sur le débit observé semblent être affectées par de graves erreurs de justesse, notamment après 1990.
- Il y a de grande divergences entre les ensembles de données hydrométéorologiques
 - Précipitation: GPCC, TRMM, RFE
 - Évapotranspiration potentielle : CRU, E2O, Climwat
- Le calibrage du modèle de bilan hydrique peut s'avérer quasiment compliqué. À quelles informations se fier?
 - Débit observé par erreur de justesse? jauge mal placé?
 - Précipitations et données d'évaporation comportant des erreur de justesse?
 - Structure adéquate du modèle?
- Comme dans bien d'autres régions du monde, la disponibilité des données est meilleure pour la période allant de 1961 à 1990. Toutefois, cette période est actuellement trop éloignée pour servir de période de référence pour le potentiel hydroélectrique "actuel", surtout lors de l'examen des périodes de sécheresse dans les années 80.

Perspectives

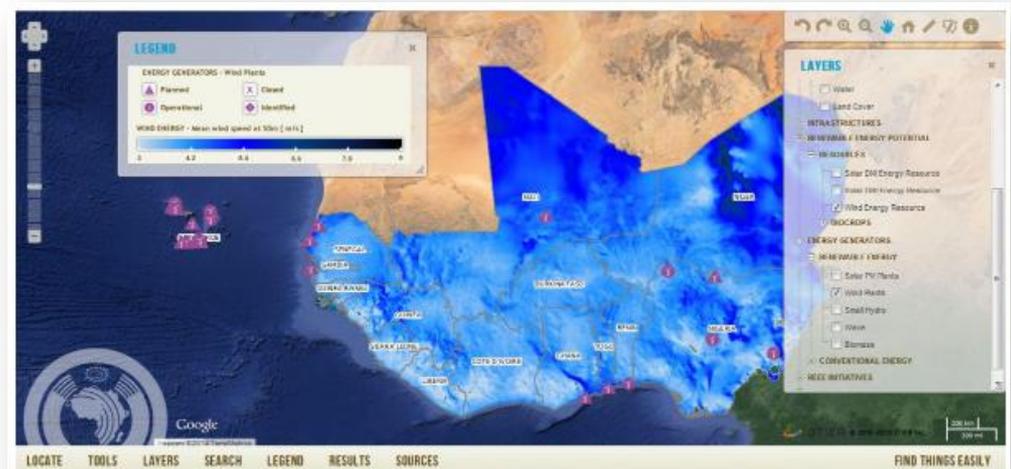
Intégration de nouvelles couches dans le système ECOWREX

- Couche par zone climatique
- Couches des centrales hydroélectriques existantes
- Couches du potentiel hydroélectrique
 - couche des réseaux fluviaux
 - Couche des sous-régions

- Rapports pays

- Information sur le changement Climatique dans :

- la couche par zone climatique
- la couche des réseaux fluviaux
- la couche des sous-régions
- les rapports pays



Perspectives

Activités de sensibilisation

- Sensibilisation
 - Présentations lors des conférences
Ex. « Stockage de l'eau et développement de l'hydroélectricité en Afrique », Maroc, mars 2017
 - Publications dans des revues
Ex. « The International Journal on Hydropower & Dams »
 - Informer activement les diverses institutions
Ex. « Association Internationale pour l'hydroélectricité »
- Formation
 - Formation pratique
 - Comment utiliser le système ECOWREX pour l'évaluation de l'hydroélectricité
 - Avoir une meilleure compréhension des processus hydrologiques pertinents
 - Apprendre comment interpréter les projections relatives au changement climatique

Fin

Questions?



Funded by

