



**Atelier WEFE-SENEGAL : « Données, Outils et
Méthodes sur le bassin du Fleuve Sénégal »**

***Données-Outils-Méthodes disponibles au Centre
Régional AGRHYMET***

Bernard Minoungou
Centre Régional AGRHYMET
Email: bernard.minoungou@cilss.int

23-25 OCTOBRE 2018



Plan de la présentation

- **Présentation du Centre Régional AGRHYMET**
- **Données disponibles**
- **Outils et méthodes disponibles**
- **Contribution à la mise en oeuvre du projet WEFE-Sénégal**



AGRHYMET: AGRonomie, HYdrologie et METéorologie

Une institution du CILSS créée en 1974:

- ❑ Production d'information opérationnelle pour la prise de décision dans les domaines de l'agrométéorologie, de l'hydrologie, de la météorologie et de la sécurité alimentaire.
- ❑ Formations continues et diplômantes

13 pays membres



Benin	Mali
Burkina Faso	Mauritanie
Cap Vert	Niger
Côte d'Ivoire	Senegal
Gambie	Tchad
Guinée	Togo
Guinée-Bissau	

Ghana	Nigeria
Sierra Leone	Liberia

Mission

S'investir dans la recherche de la sécurité alimentaire, la maîtrise de l'eau et la lutte contre la désertification pour un nouvel équilibre écologique au Sahel



Le Centre Régional AGRHYMET

Principales activités

- Collecte, traitement et diffusion de l'information
- Développement d'outils d'aide à la décision pour le développement des populations du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest
- Formations des acteurs en climatologie, protection des végétaux, agro-météorologie, hydrologie, informatique, géomatique, etc.

Domaines d'intervention

- Sécurité alimentaire (cadre harmonisé de suivi de la vulnérabilité et de l'insécurité alimentaire)
- Maîtrise de l'eau
- Lutte contre la désertification et les changements climatiques
- Accès aux marchés



Synergie avec les services nationaux des états et structures régionales

- ❑ Le CRA dispose des répondants dans tous les pays du CILSS/CEDEAO: **Composantes Nationales AGRHYMET**

Les CNA incluent :

- des services de l'Etat (agriculture, météorologie, eaux et forêts, élevage, protection des végétaux, hydraulique, environnement);
- des systèmes d'alerte précoce;
- certaines ONGs.

Ces services sont regroupés en Groupe de Travail Pluridisciplinaire (GTP).

- ❑ Relations avec tous les organismes des bassins (ABN, ABV, OMVG, OMVS, CBLT) et des gestionnaires des barrages.



Données hydroclimatiques disponibles au Centre Régional AGRHYMET

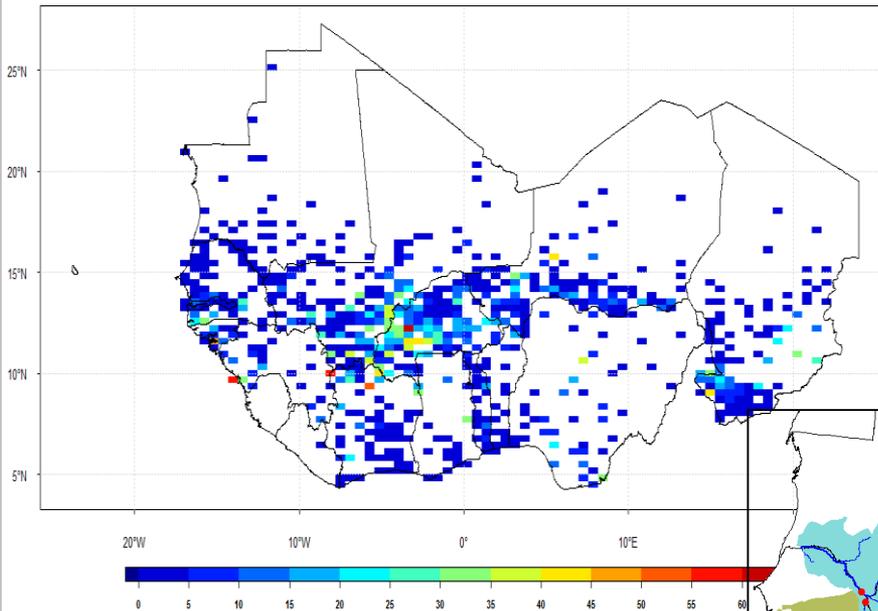
www.agrhymet.ne



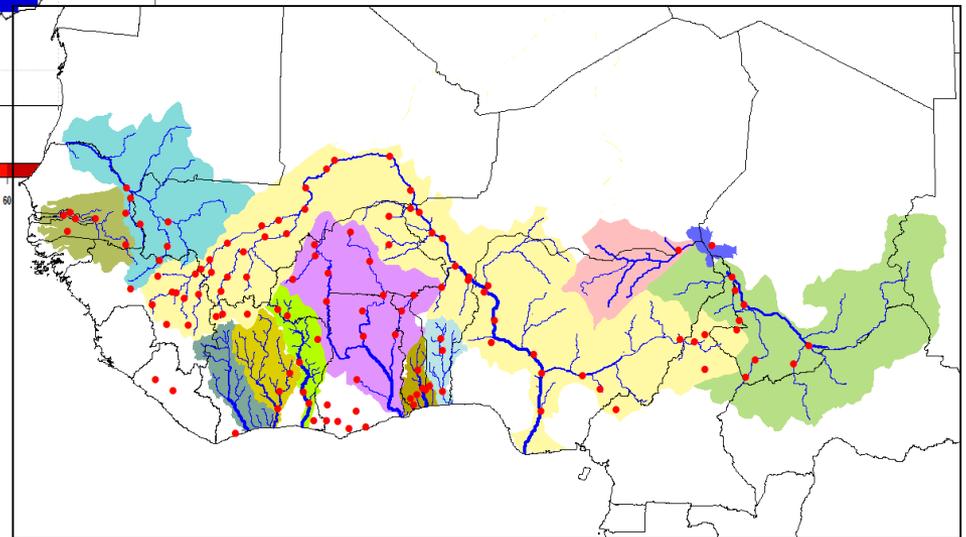
Données hydroclimatiques

**CLIDATA pour la gestion
des données climatiques**

1200 stations climatologiques



**HYDROMET pour la
gestion des données
hydrologiques de plus
de 250 stations
hydrométriques**



**NB: Données uniquement utilisées dans le
cadre du suivi et de la recherche**



Données satellitaires

Name	Time Step	Period of availability	Website
TAMSAT V3 Data	Daily	1983-Present	https://www.tamsat.org.uk/public_data/TAMSAT3
CHIRPS Data	Daily	1981-Present	ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0/africa_daily/
RFE Fews Net	Daily	2001-Present	http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/fews/fewsdata/africa/rfe2/geotiff/
ARC2	Daily	1983-Present	ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/fews/fewsdata/africa/arc2



Données de ré-analyse et projections climatiques

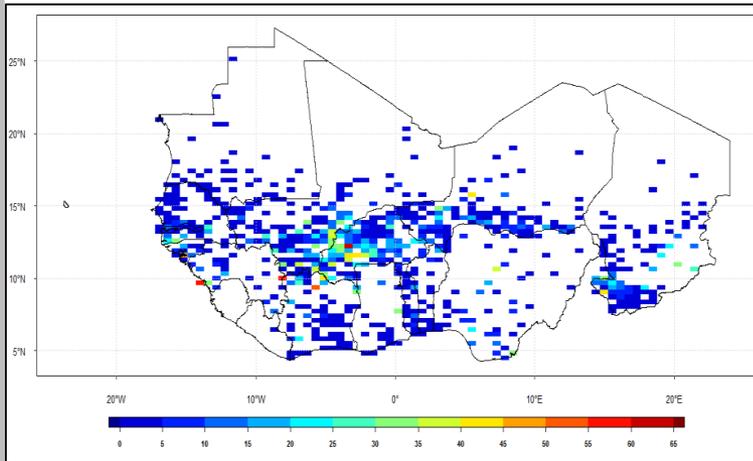
Nom d'ensemble	Scénario climatique	CMIP5 modèles climatique global (GCM)	CORDEX modèle climatique régional (RCM)
AFR-44	RCP 4.5	EC-Earth	HIRHAM5
AFR-44	RCP 8.5	EC-Earth	HIRHAM5

Variable climatique	Période historique	Période de projection
Précipitation	1986-2005	2015-2100
Température maximale	1986-2005	2015-2100
Température minimale	1986-2005	2015-2100
Radiation solaire	1986-2005	2015-2100
Vent	1986-2005	2015-2100
Humidité relative	1986-2005	2015-2100



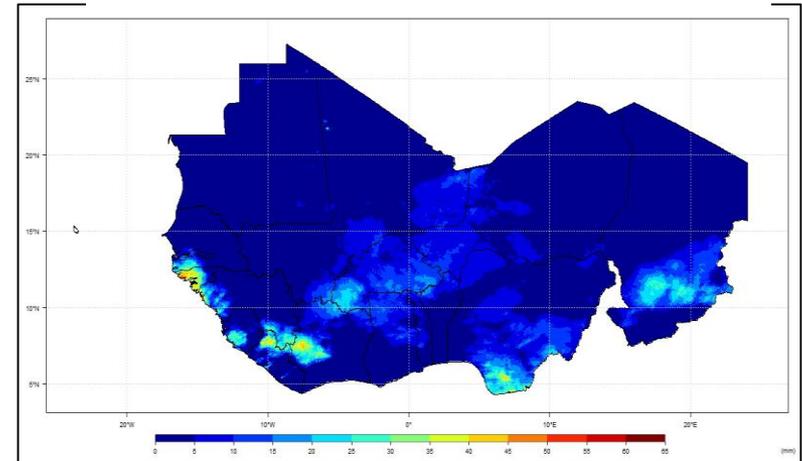
**Comment améliorer l'accessibilité,
la disponibilité, la qualité et
l'utilisation des données
climatiques?**

Données des stations



- ❖ Les données des réseaux d'observation de terrain donnent des valeurs précises et fiables, mais seulement à l'échelle ponctuelle;
- ❖ Ces données ne sont pas disponibles partout

Données satellitaires



- ❖ L'estimation des précipitations par satellite fournit une bonne couverture spatiale;
- ❖ L'incertitude associée à la quantité de précipitations est généralement élevée

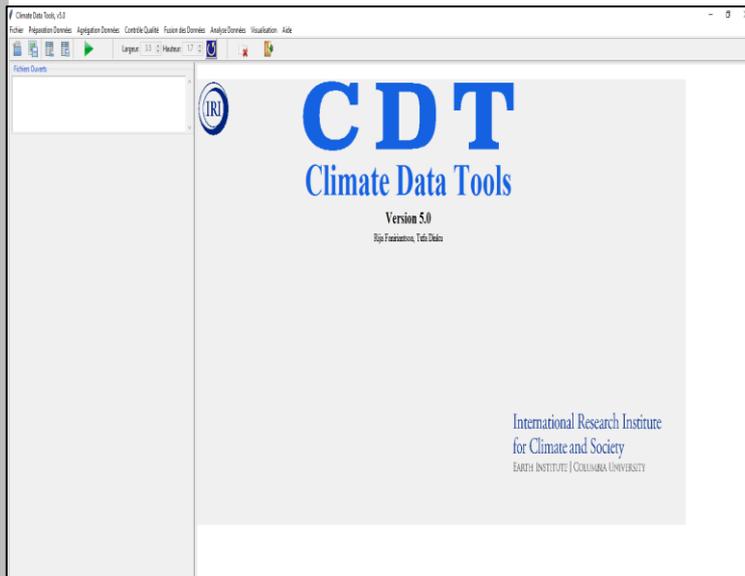
En combinant ces deux sources de données, on obtient des données de bonne qualité avec une bonne couverture spatiale sur l'ensemble de la zone d'étude



Outil CDT: Climate Data Tools

Permet de combiner les données satellitaires à celles des réseaux d'observation au sol

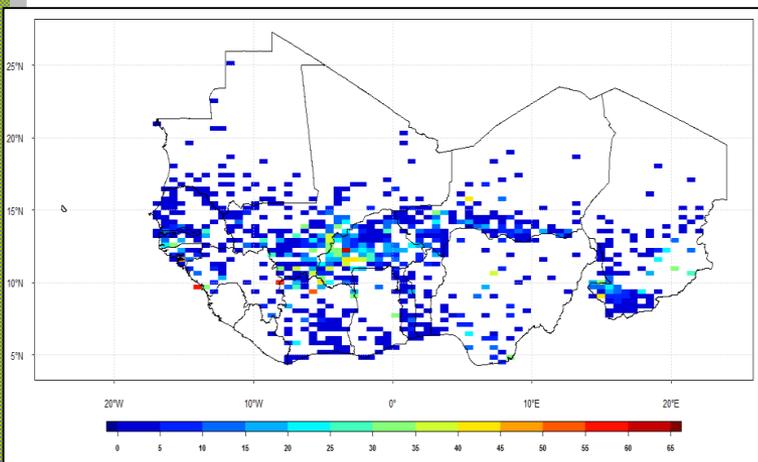
- Outil développé par l'IRI sous R;
- Interface graphique pour faciliter l'exécution des commandes;
- Nécessite un certain nombre d'utilitaires pour fonctionner correctement;
- Des fonctionnalités supplémentaires
- Déployé dans plusieurs pays
- Conçus pour traiter les données de précipitation et de température



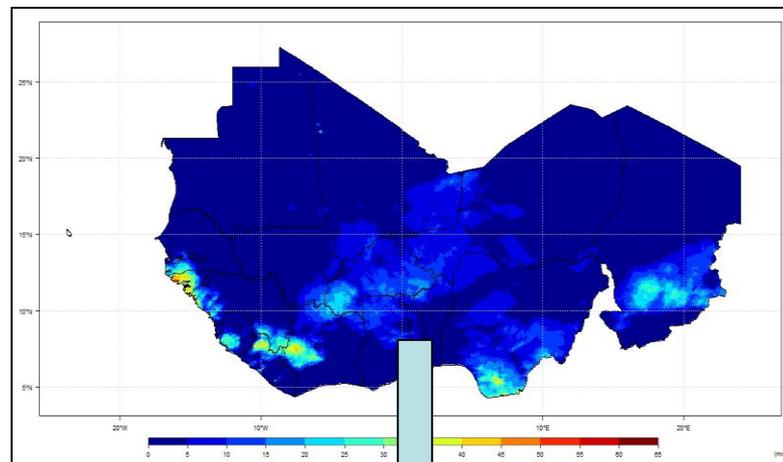


Données climatiques combinées pour améliorer l'accessibilité, la disponibilité et la qualité

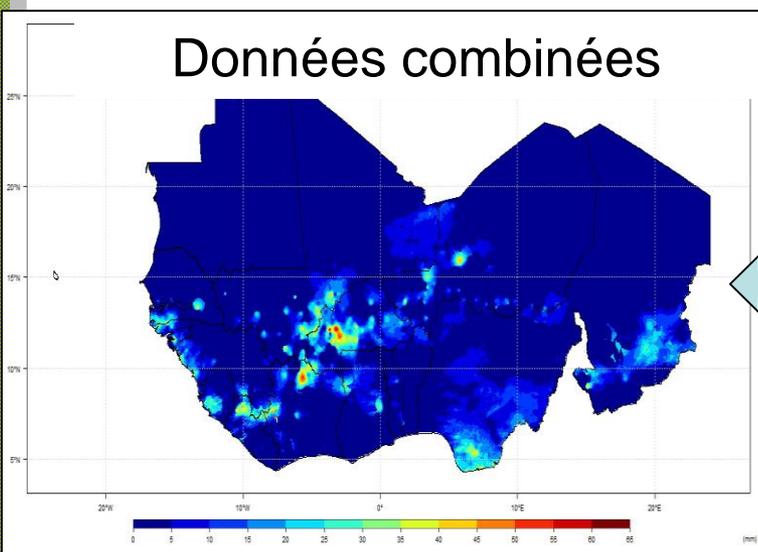
Données de stations



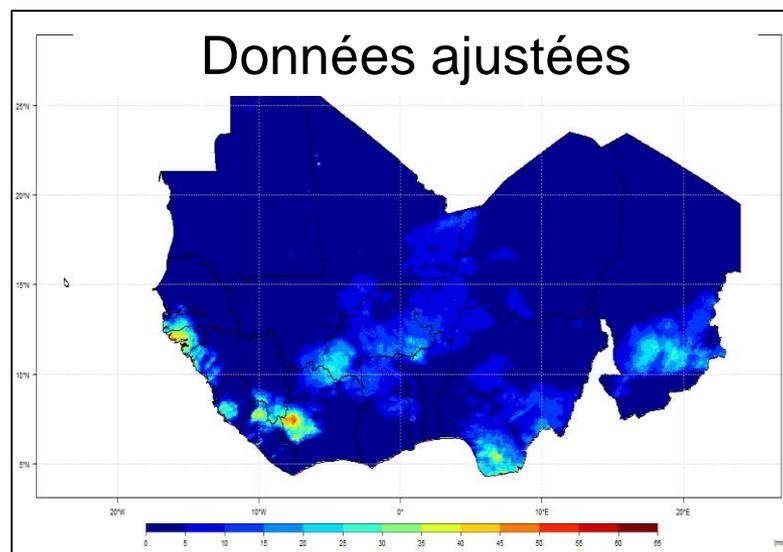
Données satellitaires



Données combinées



Données ajustées



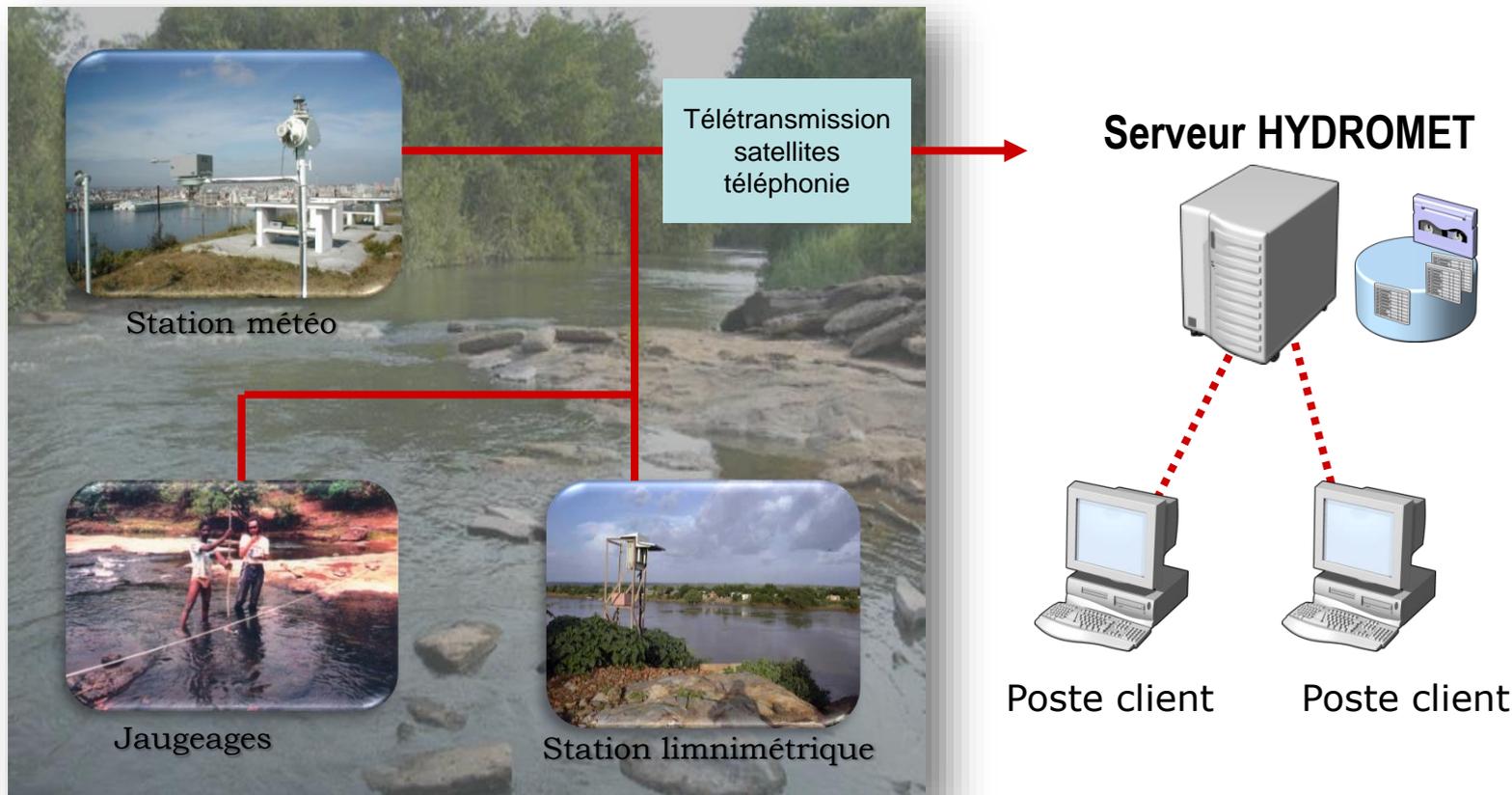


www.agrhymet.ne

Outils de gestion des hydroclimatiques disponibles au Centre Régional AGRHYMET



Outils de gestion des données hydrologiques: HYDROMET

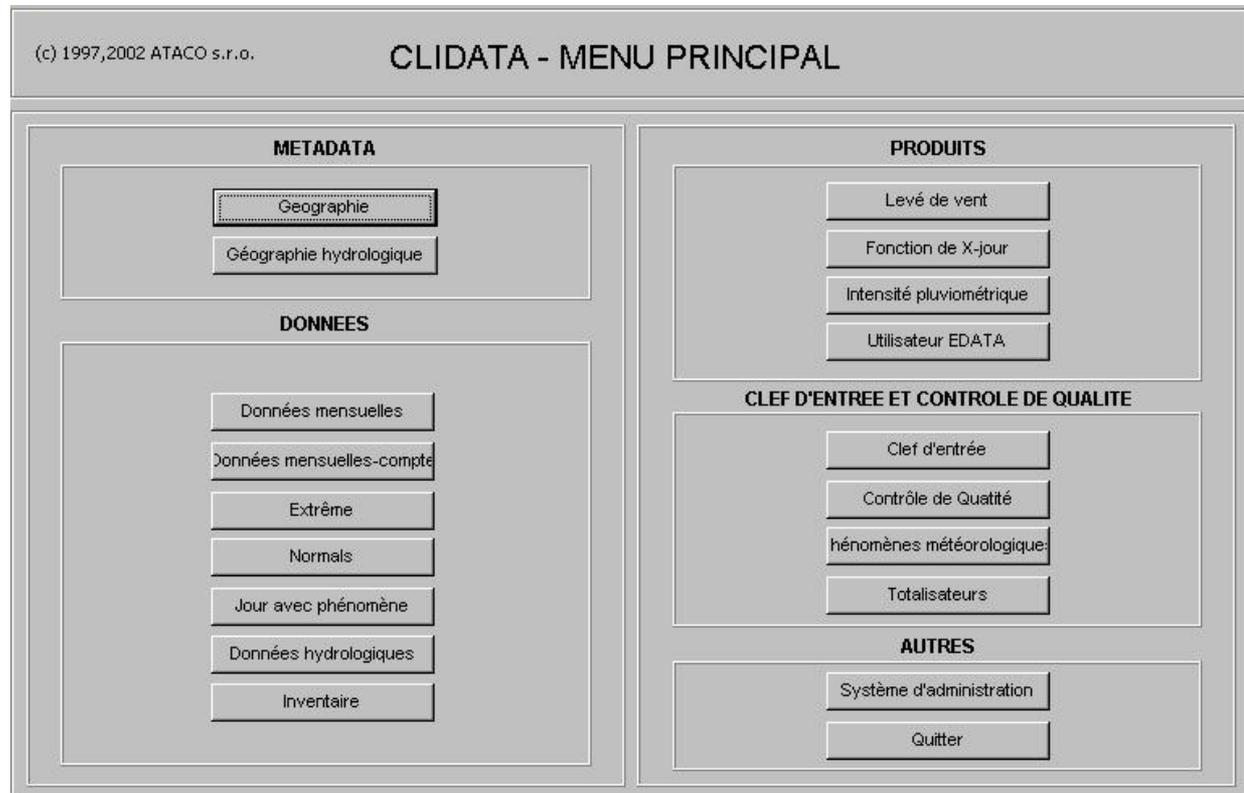


Systeme déployé dans les 17 pays de l'espace CILSS-CEDEAO
Utilisé pour l'ABN, organisme de bassin

HYDRACESS et **HYDROM** sont également disponibles à AGRHYMET



Outils de gestion des données climatiques: CLIDATA

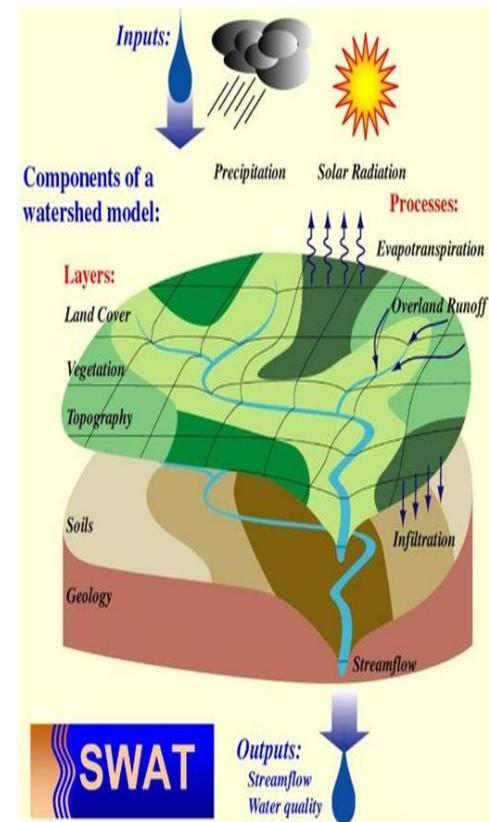


- ❑ Système de gestion de base de données utilisé par le Mali et le Sénégal
- ❑ Licences disponibles pour la Guinée et la Mauritanie: nécessité de renforcement de capacités des gestions de base de données

Outils de suivi, d'évaluation et de prévisions des ressources en eau

Le modèle agro-hydrologique SWAT: outil à l'appui à la décision

- Modèle hydrologique pluie-débit;
- Très détaillé à l'échelle d'un bassin versant
- Il simule les processus dans le sol et dans le réseau hydrographique
- Il propose une modélisation hydrologique semi-distribuée du bassin versant à un pas de temps journalier.





Outils de suivi, d'évaluation et de prévisions des ressources en eau

Le modèle agro-hydrologique SWAT: outil à l'appui à la décision

Il est capable de simuler une multitude de processus dont:

- ❑ Quantités d'eau: Les débits dans les cours d'eau; les composants du cycle hydrologique (comme l'infiltration, l'écoulement, l'évapotranspiration, le drainage, ...)
- ❑ Qualité de l'eau: nutriments (azote, phosphore,...), le transport de sédiments, pesticides, métaux lourds
- ❑ Tout cela peut être impacté par la gestion des terres, l'évolution du couvert végétal, le climat
- ❑ SWAT utilise des données d'entrée facilement disponibles. Sa mise en œuvre peut s'adapter à la disponibilité des données existantes.



Outils de suivi, d'évaluation et de prévisions des ressources en eau

Le modèle agro-hydrologique SWAT: Données requises

1

Données géo-spatiales (Statiques)

- ❖ Modèle Numérique de Terrain (MNT)
- ❖ Carte de type de sol
- ❖ Carte d'occupation des terres

2

Données hydro-climatiques (Dynamiques)

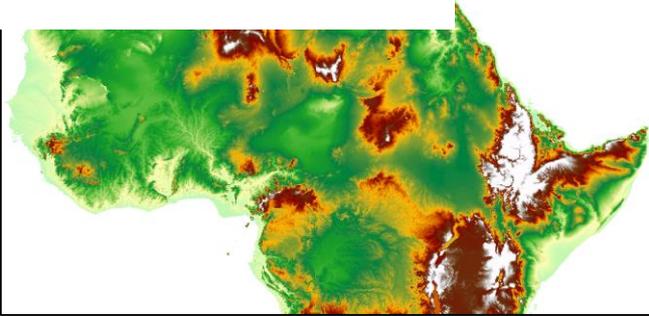
- ❖ Débits à l'exutoire des bassins versants
- ❖ Précipitations
- ❖ Températures (moy, mini, maxi);
- ❖ Humidité Relative, Vent, Radiation solaire



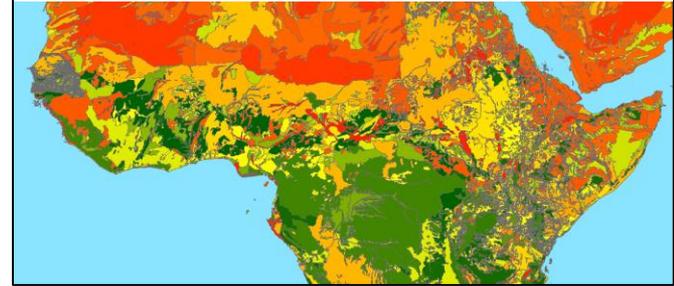
Outils de suivi, d'évaluation et de prévisions des ressources en eau

Le modèle agro-hydrologique SWAT: Cas de mise en œuvre sur le bassin du fleuve Niger

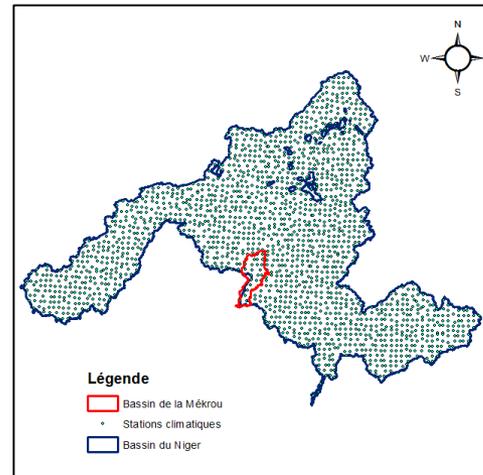
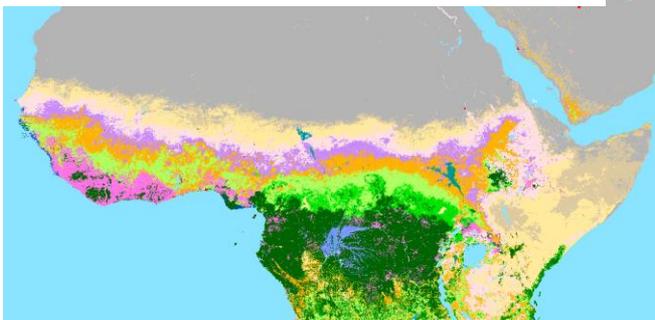
Modèle Numérique de Terrain
<http://www.hydrosheds.org>



Données pédologiques
<http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soil-database/HTML>



Utilisation et occupation des terres
http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php



Données ERA-Interim (ECMWF)

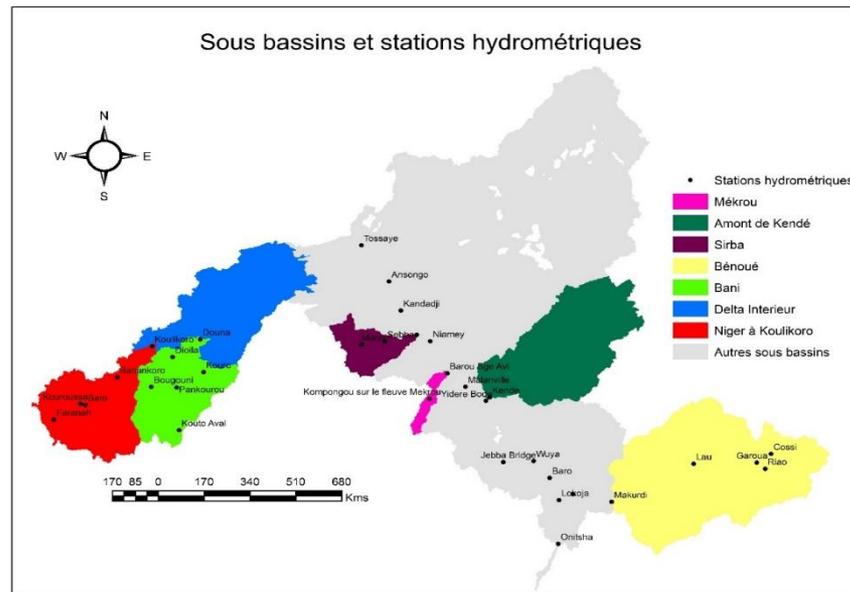
Pas de temps journalier

0.5*0.5° de résolution

Outils de suivi, d'évaluation et de prévisions des ressources en eau

Le modèle agro-hydrologique SWAT: Cas de mise en œuvre sur le bassin du fleuve Niger

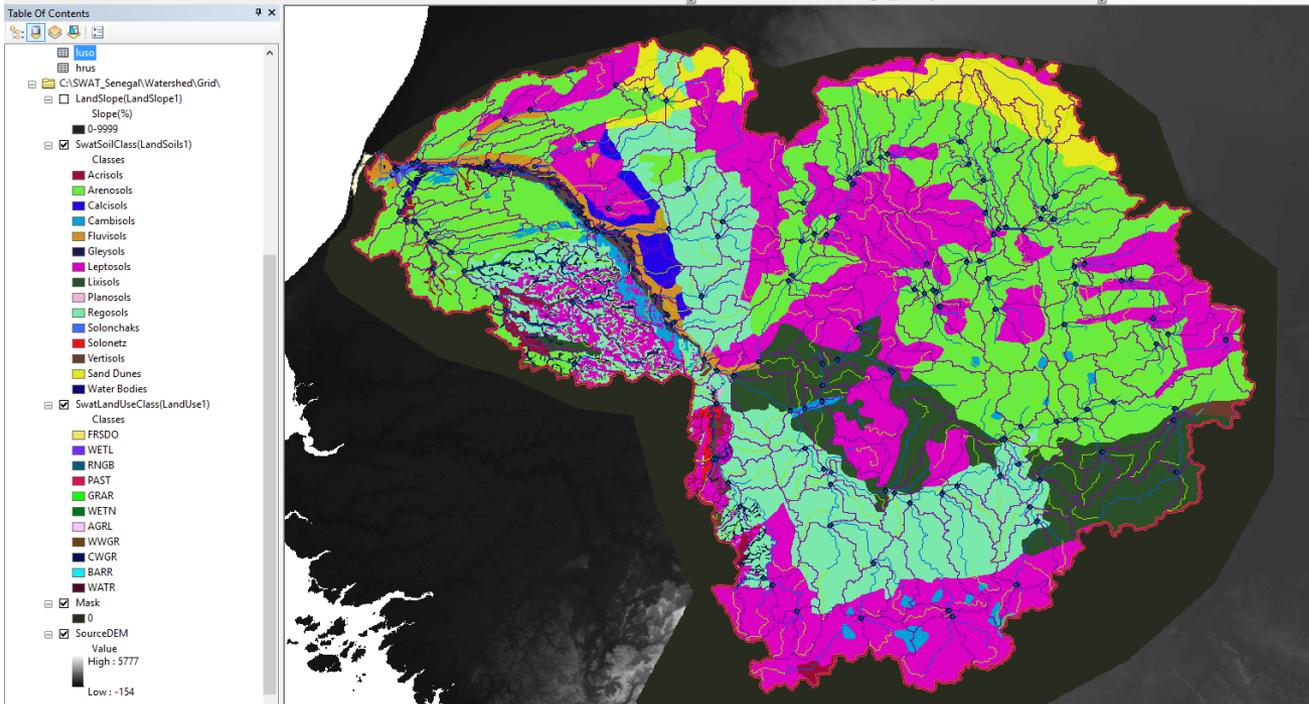
Stratégie de calage: calage des sous bassins d'amont en aval et des sous-bassins indépendants



Difficultés rencontrées dans la représentation du Delta Intérieur du Niger (DIN)

Mise en œuvre de SWAT sur le bassin du fleuve Sénégal

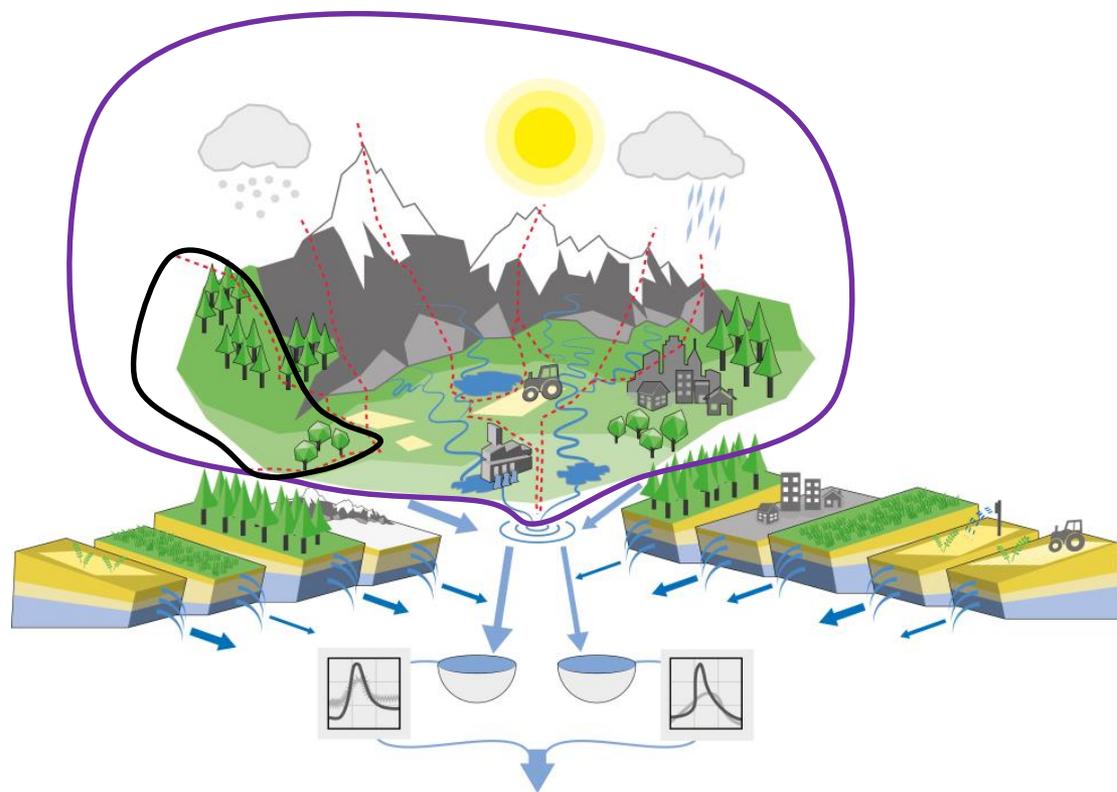
Etapes	Etat
Collecte des données	✓
Configuration du modèle	✓
Calage et validation du modèle	✗
Opérationnalisation	✗



Outils de suivi, d'évaluation et de prévisions des ressources en eau

Modèle hydrologique HYPE

- Codéveloppé avec SMHI
- But: simuler la quantité et la qualité de l'eau à grande échelle
- Concept semi-distribué:
 - Bassin versant
 - **Sous-bassin**
 - HRU (zones homogènes, sol et utilisation des terres)
- Journalier
- Processus hydrologiques (naturels et artificiels)
- Code FORTRAN
- Libre et ouvert:
<http://hypecode.smhi.se/>

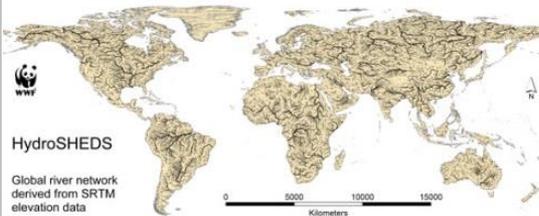




Données clés du modèle HYPE

Caracteristiques hydrologiques

- Topographie: HydroSHEDS (15')
- Sol: HWSD + WISE + FAO
- Utilisation des terres: GlobCOVER
- Lacs et barrages: GLWD + GRand



Harmonized World Soil Database

Harmonized World Soil Database v 1.2

Download Now

NEW UPDATE!

22 February, 2012 - A few errors have been discovered in version 1.2. These will be fixed with a minor release, version 1.2.1, in the coming days.

2 February, 2012 - Version 1.2 now includes SOTIS/SOTWIS data for Europe and additional data. Complete information, the full description of changes through time, see the [Download Data](#) link in the menu. Please refer to all the previous versions before installing the new software.

HWSD DESCRIPTION

The Land Use Change and Agriculture Program of ISRAH in the world food and agriculture

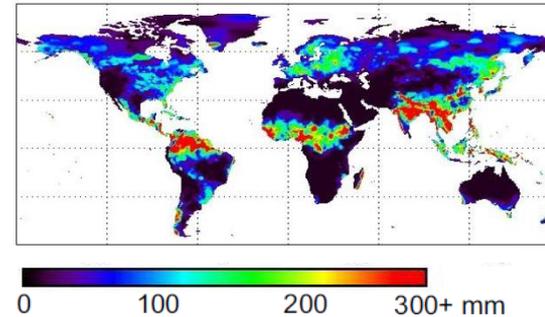
Global Lakes and Wetlands Database Request



Données météorologiques pour tourner le modèle

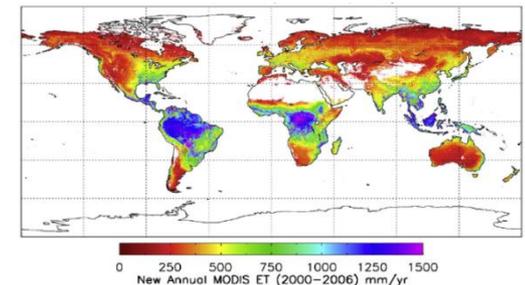
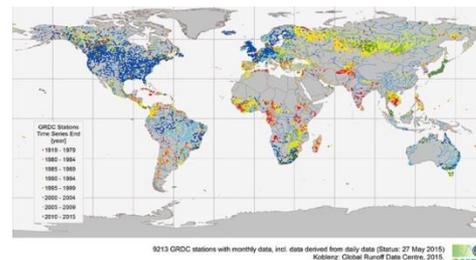
- Données de ré-analyse

WFDEI-GPCC Jul 2000



Données hydrologiques

- Débits journaliers issus de la base de données d'AGRHYMET et des organismes de bassins
- Données du GRDC

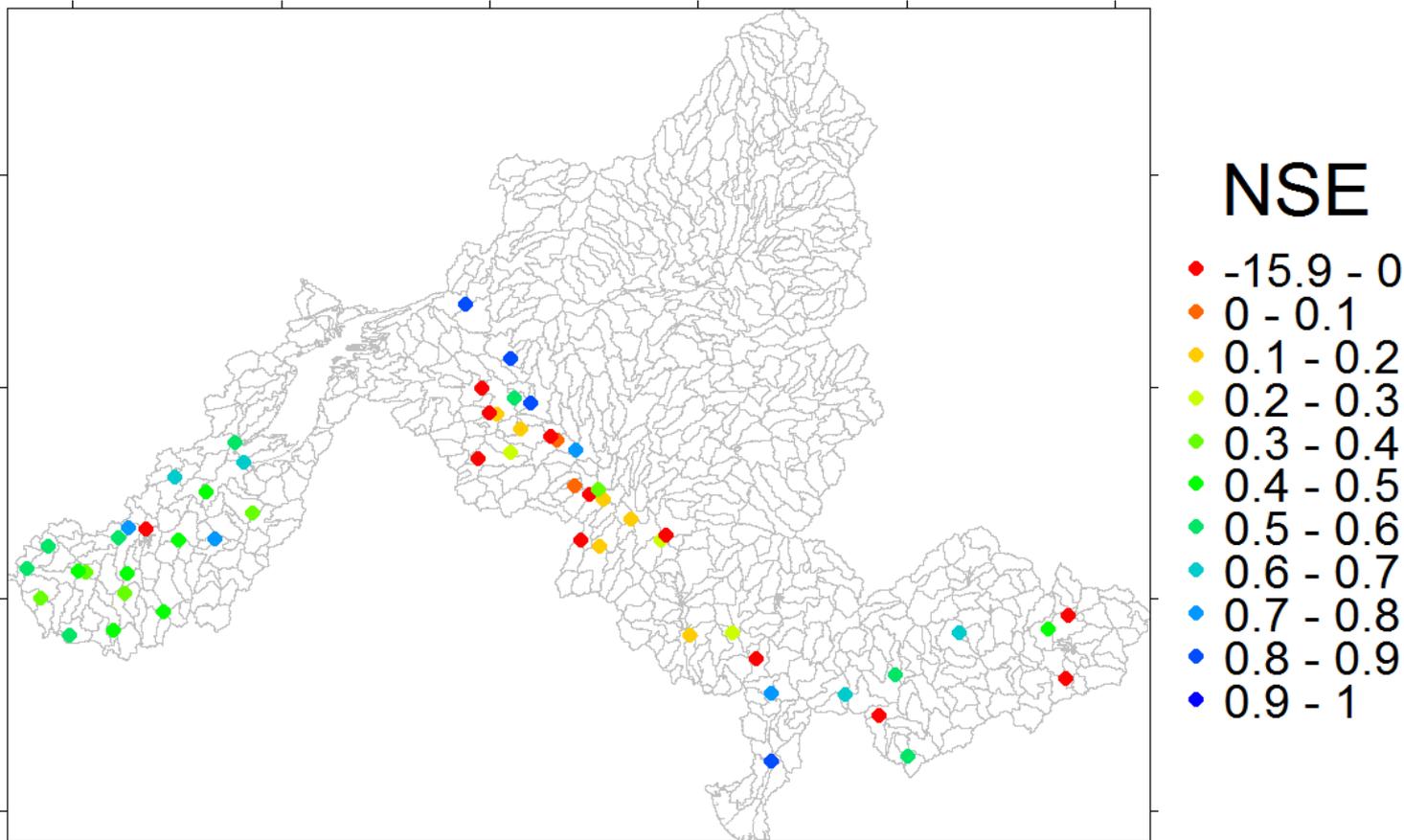


www.agrhymet.net



Performance générale du Niger-HYPE vers 56 stations-débit

Nash-Sutcliffe efficiency (NSE, dynamique quotidienne)



Critères	Min	1stQu	Médiane	Moyenne	3rdQu	Max	Écart-type
NSE	-16	0.1	0.38	0.02	0.58	0.89	2.2
Corrélation	0.23	0.53	0.74	0.69	0.81	0.95	0.17



Le modèle hydrologique HYPE sur le bassin du fleuve Sénégal

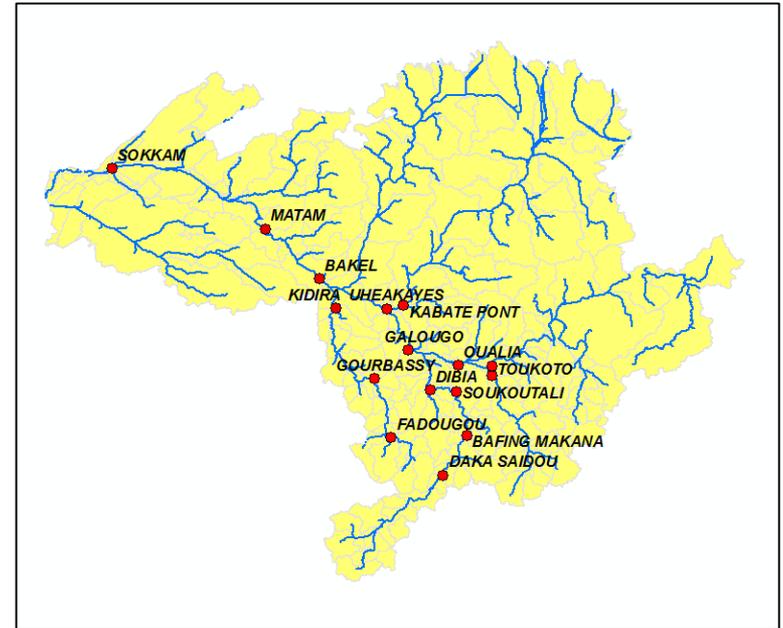
Modèle configuré mais non calibré

Nombre de sous bassin versant: 199 sous-bassins

Nombre de HRU (zones homogènes, sol et utilisation des terres): 169

Barrages priss en compte:
Diama, Foug-Gleita, Manantali

Nombre de lacs: 5

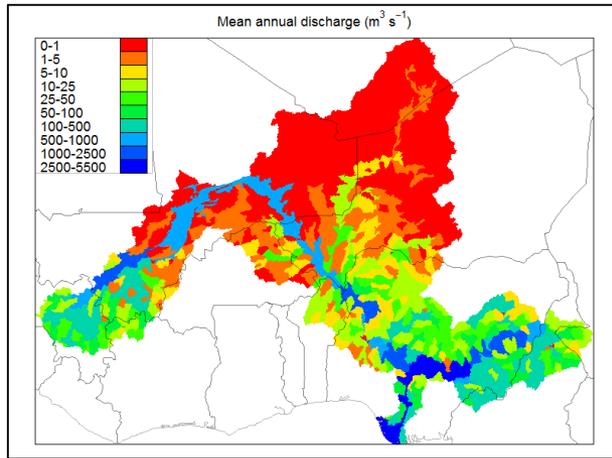


Nécessité d'intégrer d'avantages de données (réservoirs, débits, etc.) pour la configuration et la calibration

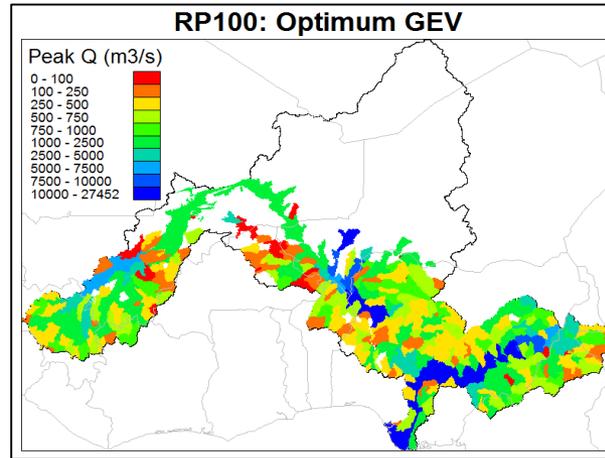


Outils de suivi et d'évaluation des ressources en eau

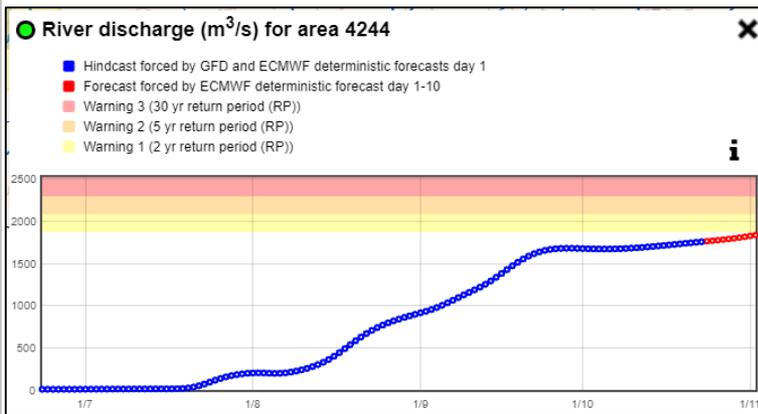
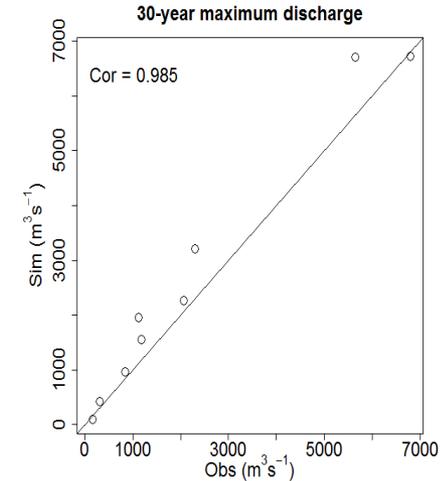
Quelques applications des modèles hydrologiques



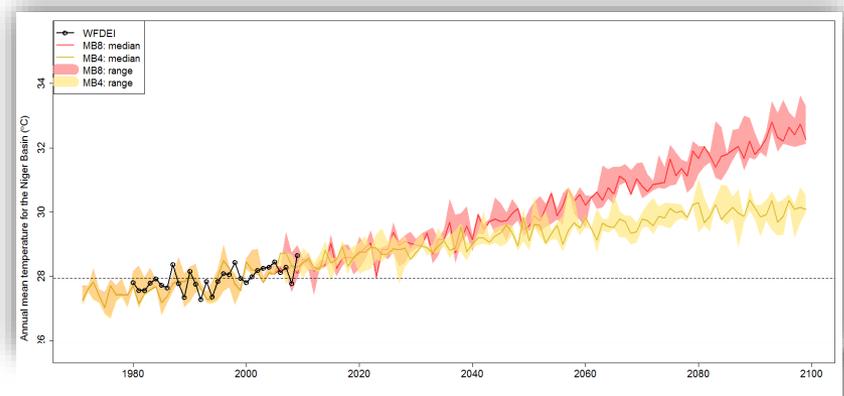
Estimation des ressources en eau sur les sous bassins



Détermination des crues à des périodes de retour différentes



Prévisions hydrologiques à court terme



Evolution future des paramètres hydroclimatiques



Modèle agricole: SARRA-H

Le modèle SARRA-H de suivi de la croissance des cultures et d'estimation des rendements des cultures

SARRA-H un outil de diagnostic pour le développement agricole

SARRA-O dans le système d'alerte précoce en Afrique de l'Ouest



Modèle agricole: SARRA-H

Le modèle SARRA-H est un modèle déterministe basé sur les relations Sol-Plante-Atmosphère

Atmosphere



Crop



Soil



Management





Modèle agricole: SARRA-H

SARRA-H : pour quoi faire? Pour qui?

□ Analyser des risques climatiques :

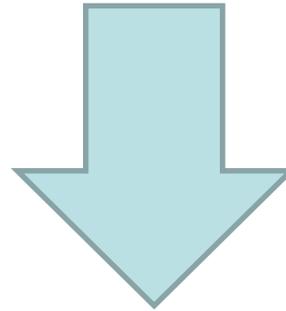
- Effet de la **température** sur la croissance de la culture (**cycle, phénologie, rendement**)
- Effets de la **variabilité spatiale et temporelle des pluies** : **périodes sèches, longueur de la saison...** (**semis, cycle, rendement**)
- Effets du **rayonnement** et de la demande climatique (**taux de conversion, frein sur les biomasses...**)

□ Analyser des pratiques :

- Choix de l'**espèce/variété** vs **environnement** (climat, sol)
- Choix des **stratégies de semis** : précoces...tardifs
- Choix des **dates d'application et des doses des fertilisants**
- Choix du **type d'intensifications**, en fonction des Risques..



Comment pouvons nous contribuer à la mise en œuvre du projet WEFE Sénégal?



Activités réalisées dans le cadre du projet Mékrou (JRC/AGRHYMET)



Projet Mékrou



Bénin

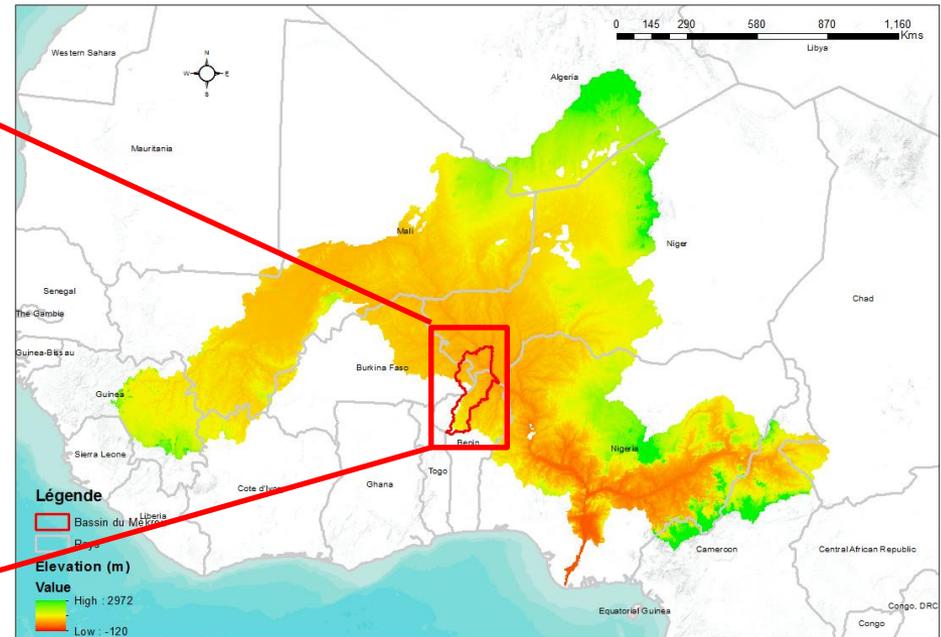
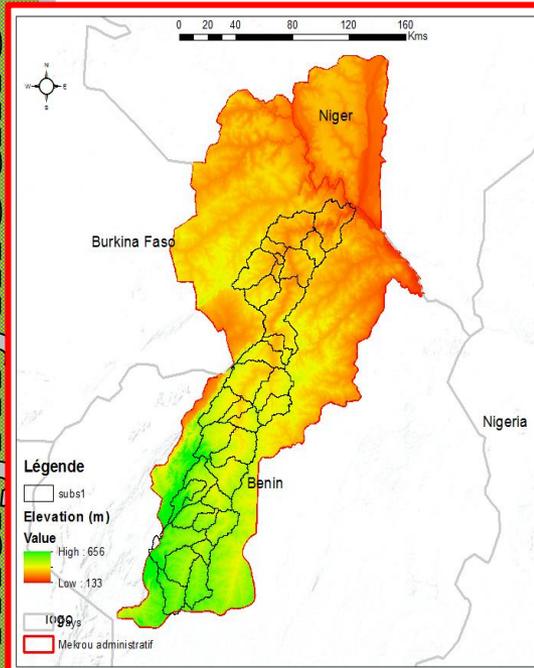


Burkina Faso



Niger

« L'eau au service de la croissance et de la lutte contre la pauvreté dans le bassin transfrontalier de la Mékrou »

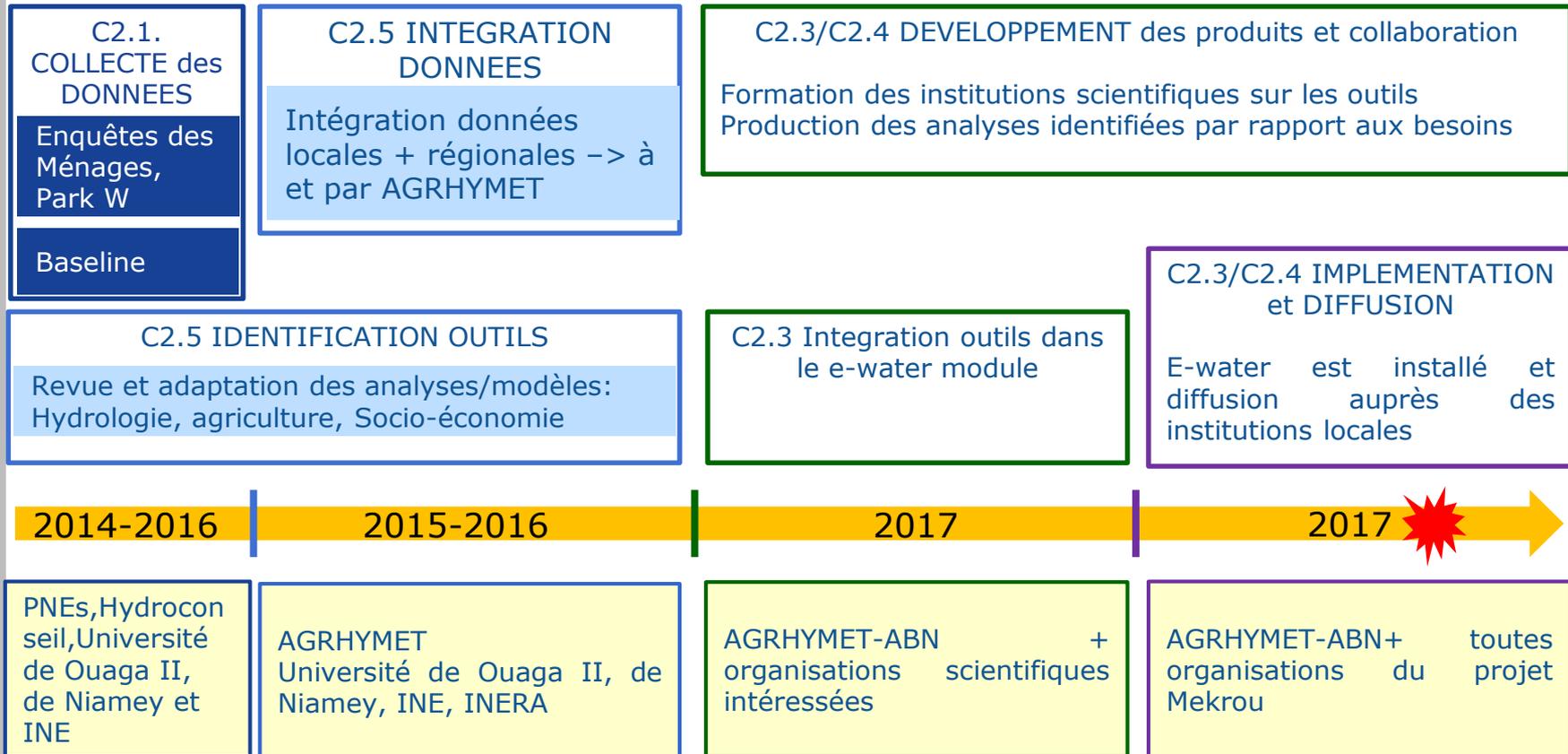


- Volet institutionnel piloté par le GWP/AO
- Volet scientifique et technique piloté par le JRC
- Financement: **Commission Européenne**



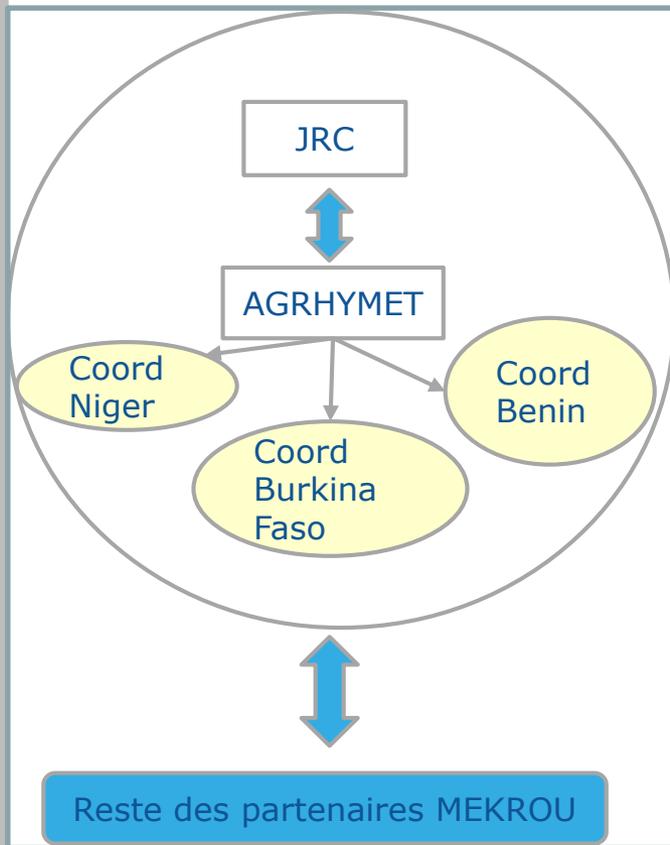
Projet Mékrou/Séquence des activités scientifiques

www.agrhymet.ne





Projet Mékrou/Activités AGRHYMET/JRC



- ✓ Centralisation, harmonisation et agrégation des données collectées
- ✓ Développement et implémentation du système d'information du projet Mékrou

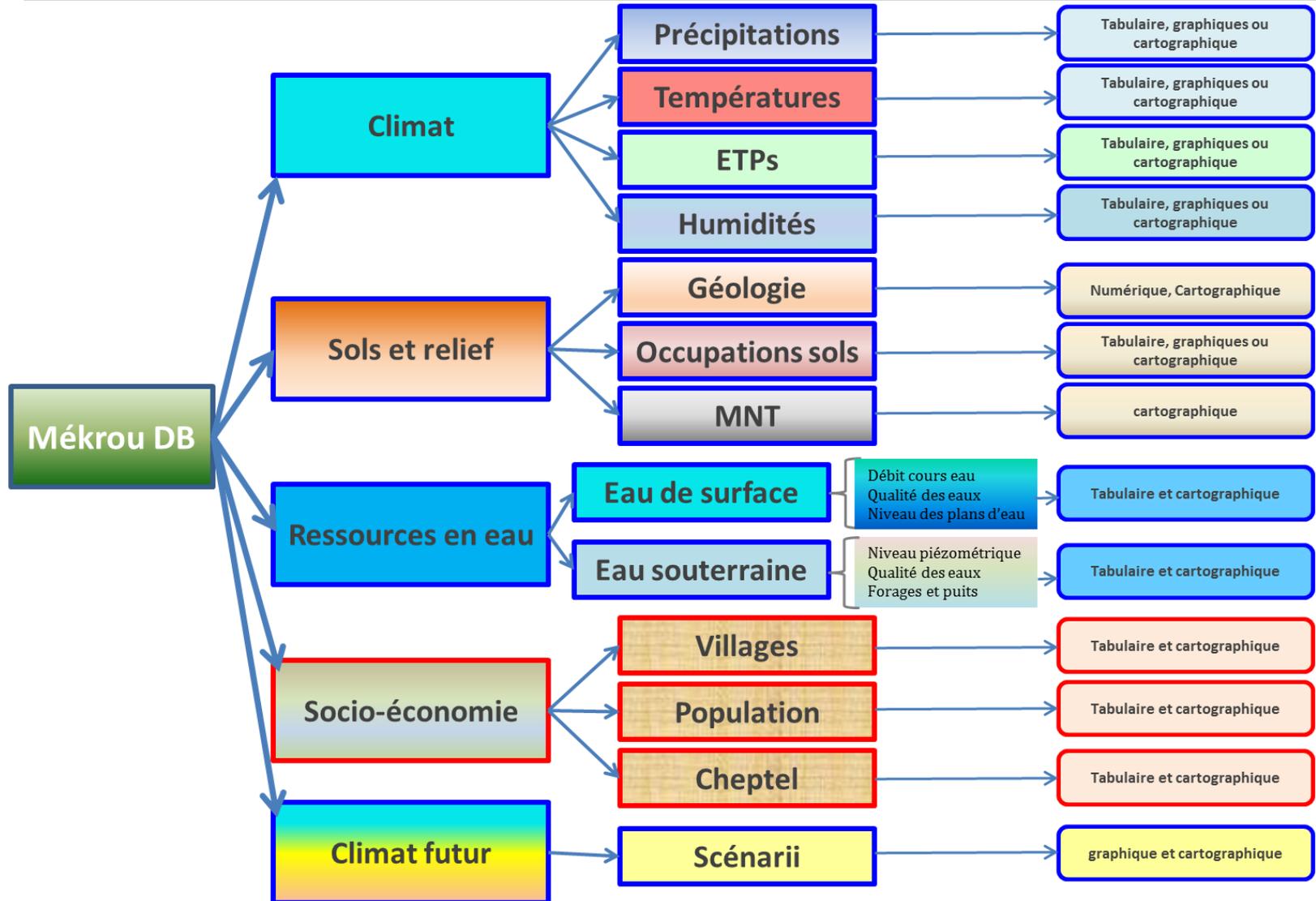
Actions:

- Adaptation, de manière participative, des modèles et outils développés,
- Appropriation technique par les structures scientifiques et techniques partenaires,
- Développement des produits appropriés et leur diffusion au niveau des partenaires du projet et acteurs principaux du bassin de la Mékrou.



Schéma de la base de données Mékrou

Schéma de la base de données du projet Transfrontalier Mékrou



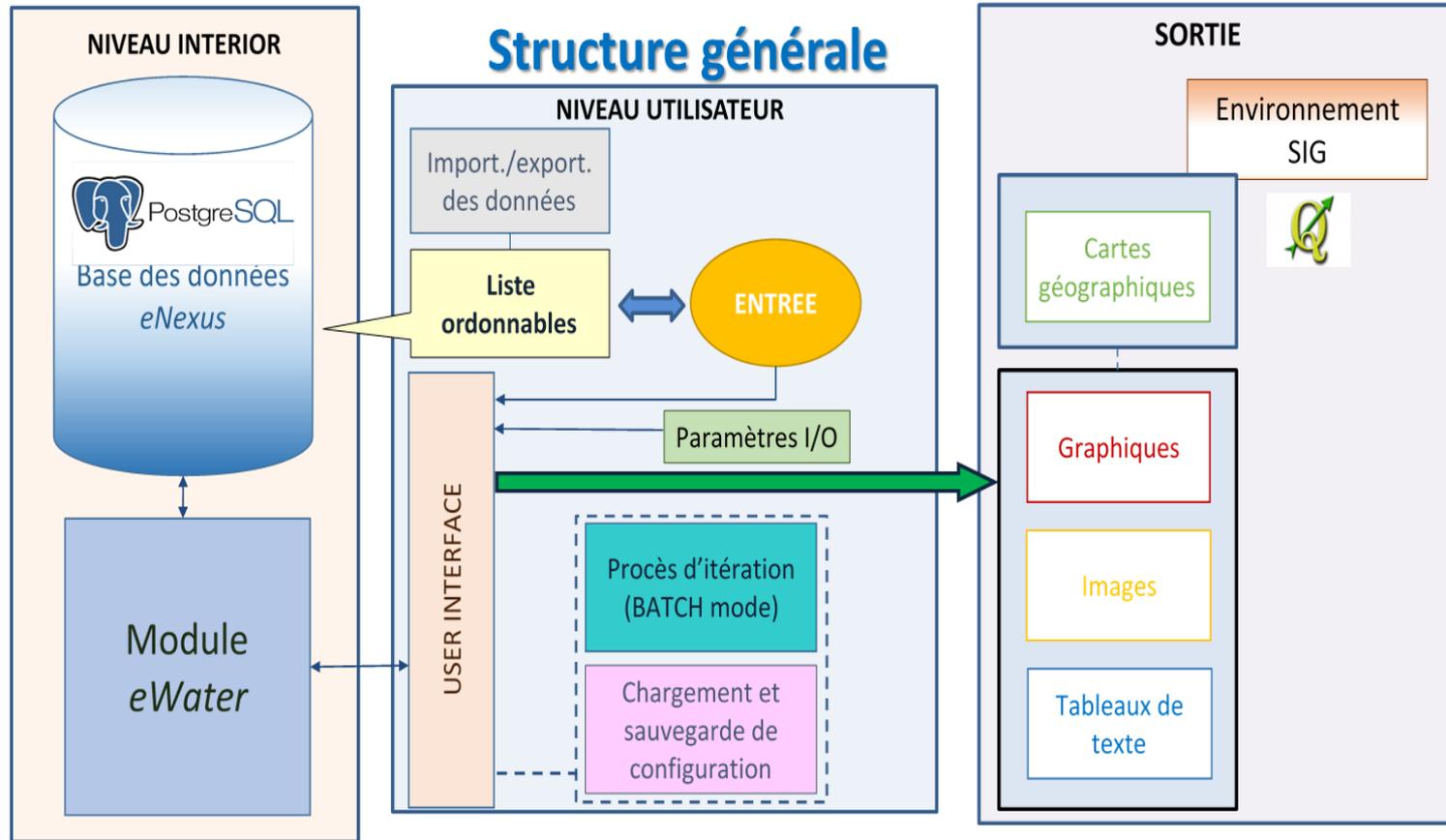


Renforcement des capacités des acteurs du projet Mékrou

- ❑ Atelier de formation sur la modélisation hydrologique avec SWAT
- ❑ Atelier de formation sur l'analyse de la variabilité climatique avec la méthode L-Moments;
- ❑ Atelier de formation sur la modélisation agricole et la méthode d'analyse multi-objectifs MOO



Structure générale de la plateforme e-water





Interface E-Water & Procédures intégrées

The screenshot shows the E-Water software interface with the following sections:

- Configuration du processus:** Includes buttons for 'Enreg. changem.', 'Restaurer', 'Supprimer', and 'Enregistrer sous'. The configuration name is 'new_conf'.
- Dossier d'entrée:** 'C:\Users\HAMATAN\Documents\E-Water\SWAT\Inputs\TxtInOut' with a 'Parcourir' button.
- Scénario climatique:** A dropdown menu set to 'Baseline' and a list of files: 'pcp1.pcp', 'Tmp1.Tmp', and 'wnd.wnd'. There is an 'Éditer liste' button.
- Extension de fichier:** Checkboxes for 'Température (tmp)', 'Précipitations (pcp)', 'Rad.solaire (str)', 'Vitesse du vent (wnd)', 'Humidité relative (hmd)', and 'Données de prévision (cst)'. All are checked.
- Scénario de gestion:** A dropdown menu set to 'baseline' and a list of files: '000010001.mgt', '000010002.mgt', '000010003.mgt', '000020001.mgt', and '000020002.mgt'. There is an 'Éditer liste' button.
- Enregistrer output (hru, rch, sub):** A checkbox that is currently unchecked.
- Année de début:** '1990' (dropdown).
- Durée (nb.ans):** '23' (dropdown).
- Période d'initialisation (nb.ans):** '5' (dropdown).
- Pas de temps:** 'Annuel' (dropdown).
- Table de sortie:** 'swat_table' with a 'Démarrer' button.
- Exporter table:** Includes a 'Sélectionner dossier' field with 'C:\Users\HAMATAN\Documents\E-Water\SWAT\Outputs' and a 'Parcourir' button. Below are checkboxes for 'Fichier HRU (output.hru)', 'Fichier de Portée (output.rch)', and 'Fichier du Sous-bassin (output.sub)', all of which are checked. An 'Exporter' button is also present.
- Analyse des résultats:** A table with columns: 'Table', 'Année de début', 'nb. Ans', 'Pas de temps', 'nb. Sous-bassins', and 'n° HRU'. The table is currently empty.
- Connexion:** 'localhostpostgres' (dropdown).

Procédure

Evaluation des indices climatiques (temps de retour, vagues de chaleur, excès et déficit) sur données d'ensemble de précipitation et température

Analyse de données socio-économiques

Exécution du modèle SWAT sur des données hydrologiques

Exécution du modèle EPIC pour l'analyse des différentes cultures

Analyse multi-objectif pour l'optimisation

Représentation de graphiques et cartes des simulations hydrologique et agricoles



MERCI POUR
VOTRE
ATTENTION