



WEFE SENEGAL

Projet d'Appui à la gestion des ressources en eau et du Nexus eau-énergie-agriculture dans le Bassin du Fleuve Sénégal



Guinée



Mali



Mauritanie



Sénégal



# Project WEFE SENEGAL

« APPUI A LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU ET DU NEXUS EAU-ENERGIE-AGRICULTURE DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL »

REUNION FINALE – COMITE CONSULTATIF

14 et 15 Juin 2022



# WEFE SENEGAL PROJECT

ACTIVITE 1 – Renforcer la collecte, gestion des données, définir des modèles d'aide à la décision

e-NEXUS

Données et outil d'Aide à la décision (activité. 1.5)  
e-NEXUS

*Marco PASTORI*

*Luigi CATTANEO*

*Ezio CRESTAZ*

*Angel UDIAS*

*Roman SELIGER*

*Patricia MARCOS*

*Cesar CARMONA-MORENO*

REUNION FINALE – COMITE CONSULTATIF  
14 e 15 Juin 2022

Joint  
Research  
Centre

Unit D.02 Water and Marine Resources

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## Contexte

**Résultat 1. Renforcement de la gestion des données et outils d'aide à la décision et modèles pour les autorités du bassin.**

**Résultat 1. Renforcement de la gestion des données et outils d'aide à la décision et modèles pour les autorités du bassin.**

Objectives - Activité :

1.1. Analyse des données, systèmes et modèles existants au sein de l'OMVS et des partenaires du projet

1.2. Actions de renforcement de la collecte des données

1.4. Appui au suivi de la dégradation environnementale

**1.5. Amélioration de la gestion et exploitation des données et développement de l'outil d'aide à la décision**

1.6. Actions de formation et d'accompagnement technique et scientifique

Période de référence 1/01/2021 – 31/05/2022

Activité pour la mise en place des outils pour définir des modèles d'aide à la décision

## E-NEXUS:

- Collecte et harmonisation des données dans une base de données relationnelle supportant l'analyse de modélisation ( **PostgreSQL OpenSource** + Content Management System : intégration de **GLOBAL OPEN DATA + données du projet**)
- Finalisation de l'intégration des données pour le bassin du fleuve Sénégal pour le module de variabilité climatique ; intégration d'une interface pour la communication avec e-Station - <http://estation.jrc.ec.europa.eu/>)
- Systèmes de gestion des données sur la Qualité de l'eau du fleuve Sénégal
- Modèles thématiques EPIC – SWAT (Avec UCAD, voir aussi Projets de Recherche IRD)
- Développer une approche méthodologique pour l'identification de stratégies optimales dans le contexte de sécurité alimentaire et mise à jour de la plateforme **d'optimisation**
- Conception et préparation du matériel pour l'organisation de sessions de formation (voir la prochaine présentation)

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

Des activités qui sont constamment développées et mises à jour

- Intégration GLOBAL OPEN DATA
- Analyse de la littérature et des données disponibles sur le bassin du fleuve Sénégal
- *Atelier Technique Données, Méthodes et Modèles*
- *Atelier Technique Scenarios et modeles et Methodologie WEFE Nexus*



<https://aquaknow.jrc.ec.europa.eu/7650/documents/water-energy-food-ecosystems-nexus-project-senegal-river-basin-review-literature-and>

1 Table of Contents .....4

2 Introduction .....5

2.1 The Senegal River basin .....5

3 Water Quality Issues in the Senegal River Basins .....7

3.1 Population distribution and its growth .....7

3.1.1 General trends .....7

3.1.2 Analysis of Mortality in the SRB countries .....13

3.2 Activities presumably impacting the environment in the SRB .....16

3.2.1 Patterns of exports .....17

3.2.1.1 Senegal exports .....17

3.2.1.2 Mauritania exports .....22

3.2.1.3 Mali exports .....24

3.2.1.4 Guinea exports .....26

3.2.2 Informal industrial activities .....28

3.2.3 Solid waste management .....28

3.2.4 Urban waste water .....28

3.2.5 Cash crop agriculture .....28

3.2.6 Conclusion on sectors potentially impacting the SRB .....29

4 Public data analysis of the WEFE sectors by Country .....31

4.1 WATER SECTOR .....31



JRC TECHNICAL REPORTS

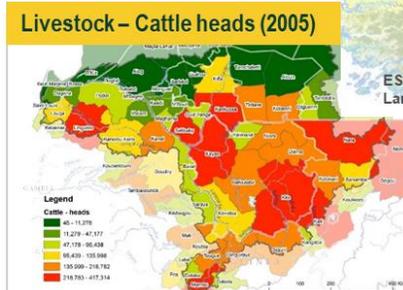
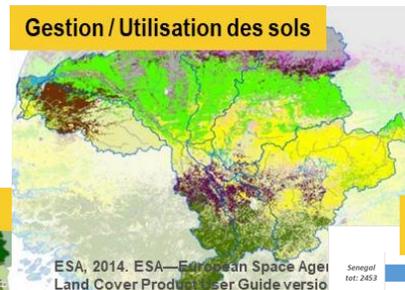
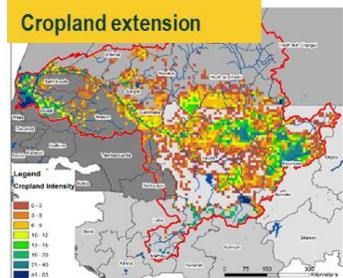
Water-Energy-Food-Ecosystems Nexus Project in the Senegal River Basin

**DRAFT**

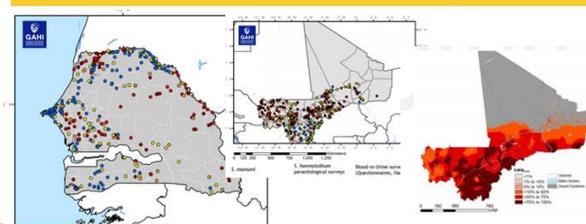
Review of literature and analysis of open source data

Umiauf, G., Pastori, M.

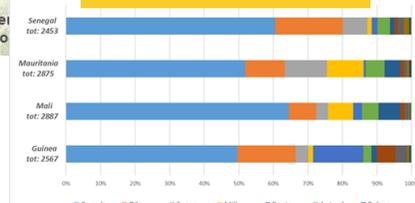
<https://aquaknow.jrc.ec.europa.eu/7650/documents/water-energy-food-ecosystems-nexus-project-senegal>



Problème de santé dans le bassin et facteurs affectant la qualité de l'eau



BESOINS ALIMENTAIRES (FAO) Food Balance Sheets



<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## Systemes de gestion des données sur la Qualité de l'eau du fleuve Sénégal

- Identification des procédures de validation des données suivant les normes internationales (ex. EPA EDD - Electronic Data Deliverables)
- Conception et livraison d'un système d'information web sur la qualité de l'eau, intégrant:
  - des outils pour la validation, le téléchargement et l'édition des données;
  - une base de données spatio-temporelle (PostgreSQL/PostGIS); et
  - des tableaux de bord pour l'analyse exploratoire des données spatio-temporelles.
- Configuration des tables clés de base de données (ex. paramètres, lois, limites des lois)
- Chargement de données de qualité, à partir de l'analyse des échantillons collectés dans le cadre du projet le long du bassin du fleuve Sénégal.

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

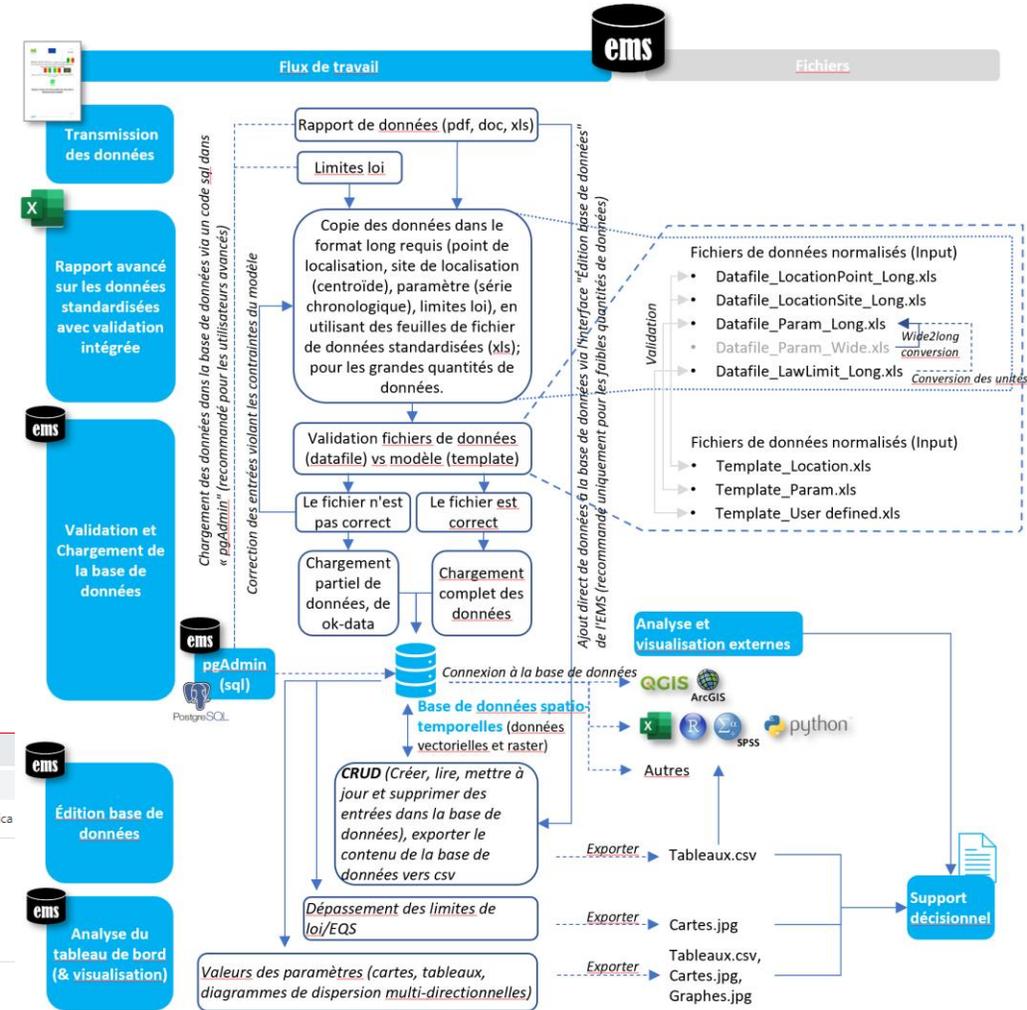
## Procédures

## Validation et téléchargement des données

The screenshot shows the EMS web interface with the following elements:

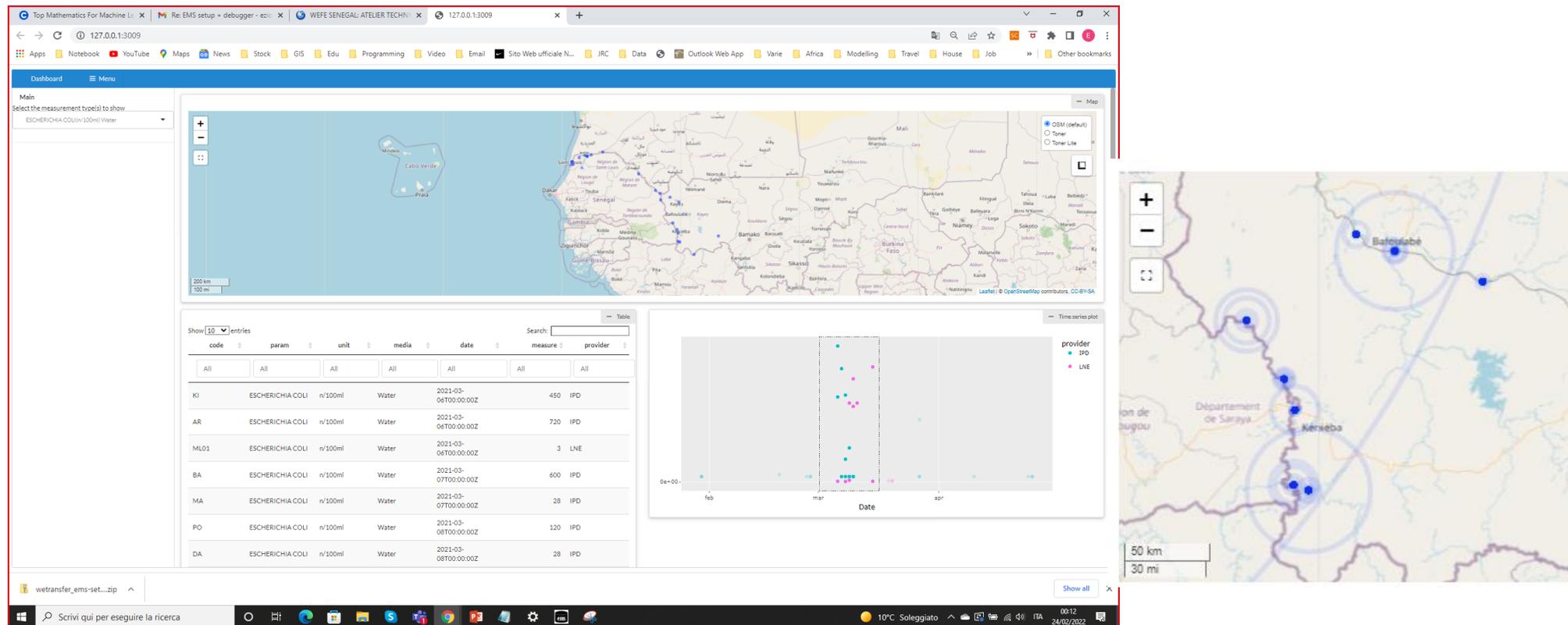
- Navigation:** Database editing, Validation & Database Upload, Dashboard, Run pgAdmin.
- Data Upload Section:**
  - Select data file type: Location, Time series (selected), User defined.
  - Select MsExcel data file: data\_ceres2021\_param\_LEV1-0\_long\_VviError.xlsx
  - Select MsExcel template: template\_param.xlsx
  - Buttons: Upload complete, Validate input file vs. template, Partial upload, Upload to the database.
- Database Connection Table:**

ID	Year	Value	Unit	Constraint	Error Message
4	9	3	Eau	[vvlvvl_media.csv]	[Error] Value Eau violates the valid value list constrain (vvlvvl_media.csv)
5	10	3	Cloud	[vvlvvl_media.csv]	[Error] Value Cloud violates the valid value list constrain (vvlvvl_media.csv)
6	14	4	Kg/l	[vvlvvl_unit.csv]	[Error] Value Kg/l violates the valid value list constrain (vvlvvl_unit.csv)
7	16	4	meter/Kg	[vvlvvl_unit.csv]	[Error] Value meter/Kg violates the valid value list constrain (vvlvvl_unit.csv)
8	12	5	NULL	[vvlvvl_unit.csv]	[Error] Null attribute violates the not null constrain for this column
9	5	5	2021-03-40	[vvlvvl_unit.csv]	[Error] Variable 2021-03-40 does not match the expected ISO8601 date format (YYYY-MM-DD)
10	6	5	2021-04-12 15	[vvlvvl_unit.csv]	[Error] Variable 2021-04-12 15 does not match the expected ISO8601 date format (YYYY-MM-DD)



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## Tableaux de bord: géovisualisation spatio-temporelle



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## Les questions discutées / approfondies dernier période

- le modèle WEAP: tenir compte des synergies entre les différents modèles. Un aspect important serait d'utiliser l'outil e-NEXUS **pour améliorer ou soutenir la capacité et la flexibilité pour une analyse plus ciblée sur la variabilité agricole (différentes cultures, gestion différente, utilisation des terres), énergie et eau**
- Un point à améliorer dans les modelés est **la capacité de désagréger les demandes à l'échelle temporelle mensuelle**: cela ne devrait pas être fixé, cela devrait être spécifique à chaque culture et nous pourrions peut-être réfléchir à la possibilité d'introduire différentes demandes en eau (demande tardive, c'est-à-dire en raison d'un retard dans le début de la saison, demande normale)
- Des analyses complémentaires (en apportant une valeur ajoutée aux analyses et aux outils existants) d'intérêt à tester :
  - ✓ FOCUS de l'analyse sur **l'utilisation optimale des terres cultivées, pour réduire la demande en eau.**
  - ✓ FOCUS sur **l'optimisation de l'agriculture**, en raison de son importance dans le contexte de l'approche WEFE, en lien avec les questions socio-économiques et de sécurité alimentaire (Nexus water, food, energy)
  - ✓ Améliorer les **connaissances sur les eaux souterraines** dans l'analyse de la demande en eau (par exemple pour le bétail)
  - ✓ FOCUS sur l'optimisation des demandes d'eau mensuel au niveau régional (Nexus WEFE)

MODULE  
AGRICULTURE-  
BIOENERGIE

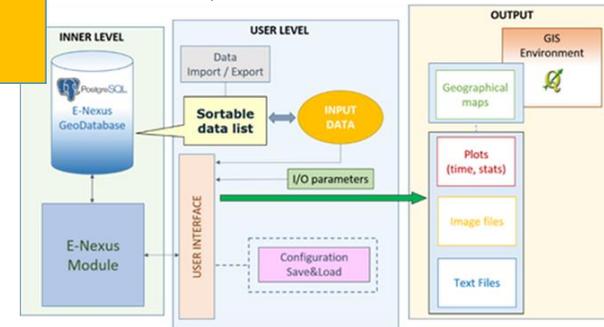
MODULE WEFE  
OPTI  
AGRICULTURE ET  
BIOENERGIE (EAU)

Etude des eaux  
souterraines

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

Modularity:  
thematic models & MOO

Schematic representation of the e-Nexus framework



## 1. Différents modules spécifiques aux composants pour accroître les connaissances au sein des différents composants du WEF Nexus;

### Module Analyses climatique

Évaluation de la variabilité climatique, de la fréquence et du retour des événements météorologiques extrêmes

- recurrence of extreme events, related to precipitation and heat waves.
- Return period for a given % precipitation excess;
- Precipitation deficit for given return periods
- yearly HWMI (Heat Wave Magnitude Index) number of years within 1981 and 2017 with HWMI exceeding values of 4 (heat waves extreme or more severe)
- User configurable SPI (Standard Precipitation Index) for different range of timescales and periods

### Module Hydrologique

<https://swat.tamu.edu/>

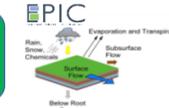


Quantifier la disponibilité de l'eau dans le bassin hydrographique influencée par le climat et la gestion + Comprendre la pression globale de la qualité de l'eau sur les écosystèmes aquatiques

- Monthly and annual water availability at sub basin level
- Water discharge along the river (daily/monthly/annual simulated data)
- Reduction/increase of water availability across the river basin as affected by climate change, landuse change, crop management, water management
- Water quality indicator related to soil and land management such as:
- Nutrient (N and P) concentration, Sediment yields loss as erosion, Pesticides

### Module Agriculture

<http://epicapex.tamu.edu/>



Évaluer la productivité agricole actuelle et la simuler selon les scénarios et la variabilité climatique et les différents modes de gestion. Évaluer les besoins en eau et en éléments nutritifs. Identifier les stratégies agricoles spatiales explicites pour la gestion des engrais et de l'irrigation

- Annual crop productivity at 5' resolution scale
- Crop specific Nutrients and fertilizer minimum requirement
- Identification of limiting factors for crop growth
- Reduction/increase of water and nutrient requirement as affected by climate change, landuse change, crop management, water management
- Environmental indicator (if relev.) such as optimal fertilization levels, Nitrate leaching in the rooting zone, nutrient losses to surface water runoff

### Module bioenergy

Évaluer le potentiel de la biomasse (résidus) pour la production d'électricité et analyse son impact sur le WEF Nexus

- annual and seasonal crop residues production
- Bioenergy crop residue specific energy potential at regional level
- Energy demand satisfaction capability by using bioenergy residues resources:
  - Energy demand for irrigation (pumping and water movement)
  - Households and farmers energy demands
- To be included: Comparison with other renewable energy resources (PV and solar)

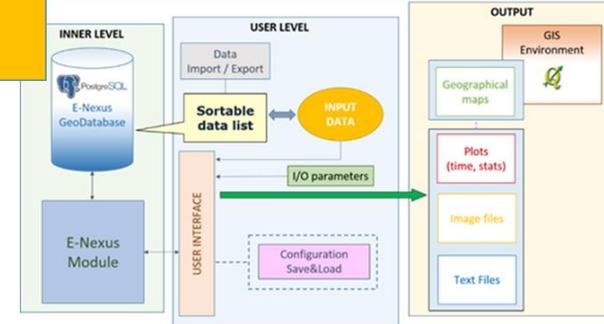
SCOPE

OUTPUT - INDICATEURS

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

Modularity:  
thematic models & MOO

Schematic representation of the e-Nexus framework



## 2. Optimization Module/s (trouver solution optimales en tenant compte de l'optimisation à objectifs multiples - MOO)

- Ces modules sont spécifiquement développés en fonction des objectifs locaux et des défis et priorités du WEFE
- Les modules nécessitent des : *i) Setup, ii) identification des objectifs et des contraintes pour l'optimisation iii) données pour la zone d'intérêt (pays, sous-région, bassin fluvial transfrontalier, échelle continentale)*

### Module Optimization

SCOPE

- a) L'évaluation de l'**agriculture** et **bioénergie** et de l'optimisation WEFE Nexus de l'eau et des terres cultivées
- b) Identification de l'**allocation optimale des terres cultivées pour l'autosuffisance alimentaire (FOOD)**
- (c) Évaluer les scénarios de développement futur et l'impact des **demandes supplémentaires en eau** (irrigation, élevage, urbain, industriel) sur la **disponibilité de l'eau**

RESULTATS





JRC SCIENTIFIC INFORMATION SYSTEMS AND DATABASES

Applications and results for the E-Nexus decision support system for the WEFE Senegal project

Climate Variability

Carriero L., Pastori M., Coriani E., Cristofari E., Seliger K., Kouadio J., Sarrat L., Camilla C., 2019



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## Analyses variabilité climatique

- L'intégration des données pour le bassin du fleuve Sénégal dans le module de variabilité climatique

**ERA5:** new global climate reanalysis developed from ECMWF in 2016 through the Copernicus Climate Change Service (C3S), providing historical datasets from 1979 to the present (Hersbach et al., 2018)

**MSWEP:** Le "Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation" (WorldClim, GSOD, CHCN-D, etc.), Données de 1979 à 2019 obtenues en fusionnant les valeurs de stations (WorldClim, GSOD, CHCN-D, etc.), des satellites (GridSat, GSMaP, TRMM, etc.) et des réanalyses (ERA-Interim, JRA-55)

**CHIRPS:** Précipitations quotidiennes à mensuelles depuis 1981 à l'échelle quasi-globale avec une résolution de 0,05° (Funk et al., 2015)

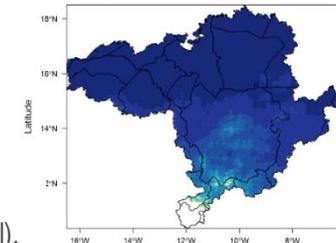
- E-Nexus: indices de variabilité climatique et résultats pour le bassin du fleuve Sénégal

**Precipitations:** Excès/déficit de précipitation, Sécheresse, SPI, Période de retour

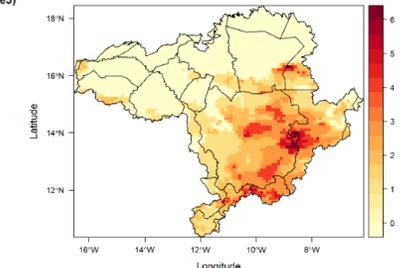
**Temperature:** Vagues de chaleur (Heat waves Index)

- **La distribution des précipitations est inégale dans le bassin.** La variabilité du déficit pluviométrique présente un gradient important de la partie nord du bassin (zones subdésertiques et désertiques) à la partie guinéenne du bassin (où se trouvent les eaux d'amont du fleuve Sénégal).
- Les précipitations sont sujettes à une **grande variabilité interannuelle**. Les principaux changements dans les précipitations annuelles au cours des dernières décennies ont eu lieu en 1969 (début d'une sécheresse multidécennale) et en 1994, lorsqu'une augmentation des précipitations annuelles moyennes a été observée (**non significative, récupération partielle des précipitations au niveau du bassin**).
- L'analyse des tendances des précipitations dans la partie supérieure du bassin montre **une tendance significative à la baisse pendant le mois de juillet (saison humide)**. Cependant, **des tendances positives des précipitations sont détectées dans la partie centrale et nord du bassin**.
- L'exposition élevée et la faible capacité d'adaptation rendent le bassin **très vulnérable au changement climatique**.
- Les changements attendus dans les précipitations comprennent une augmentation de la variabilité interannuelle, une intensification des événements pluvieux et des changements dans la durée et le moment de la saison des pluies

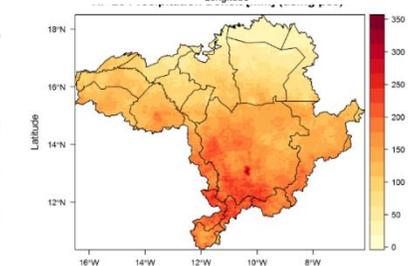
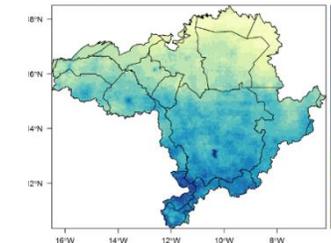
Return Period [years] for an Annual Precipitation excess of 20% (using pe3)



n° years with HWMId > 4



Aug Daily Precipitation (RP = 10 years)

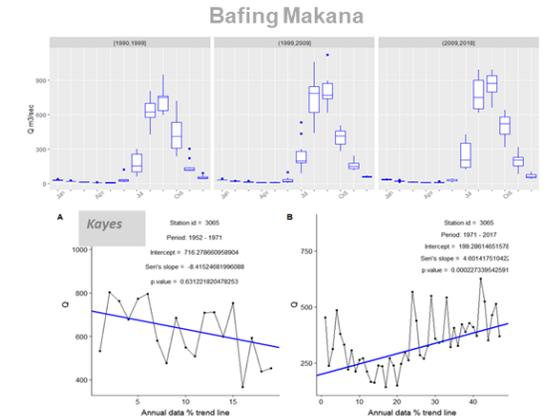


# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## Analyses hydrologie

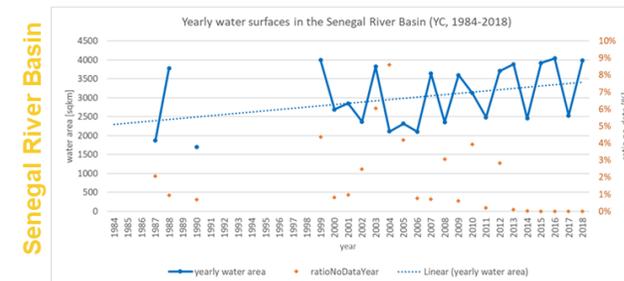
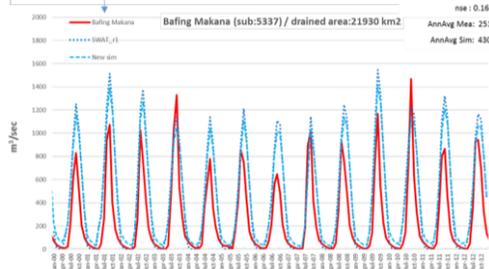
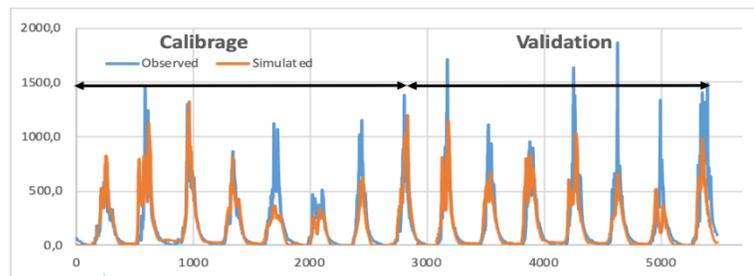
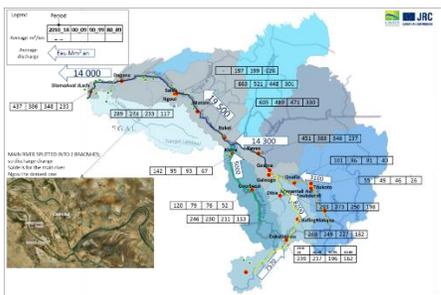
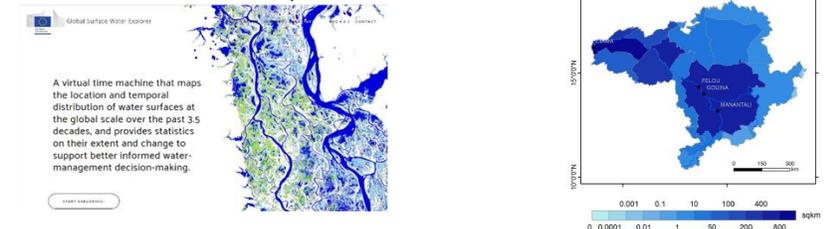
- Analyse des données de surveillance hydrologique (Stations de surveillance pour la quantité d'eau dans le fleuve Sénégal (OMVS-IRD). Analyses de tendances à long terme des débits, tendances saisonnières (mensuelles) pour chaque station, points de changement
- Analyse des surfaces en eau dans le bassin du fleuve Sénégal à l'aide des données GSW (Global Surface Water Data, dérivées de Landsat & Sentinel)
- Model SWAT calibrage/validation avec la **collaboration de UCAD (voir aussi Project de recherche)**

Un rapport d'analyse hydrologique à partir des données collectées (Analyses de tendances à long terme des débits, tendances saisonnières (mensuelles) pour chaque station, points de changement)

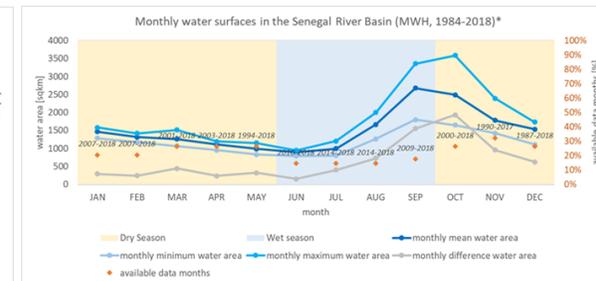


Un rapport d'analyse des surfaces en eau dans le bassin du fleuve Sénégal

Global Surface Water Explorer – Visualization <sup>1</sup>



Les surfaces d'eau annuelles dans le bassin du fleuve Sénégal montrent une tendance à l'augmentation au cours des 35 dernières années

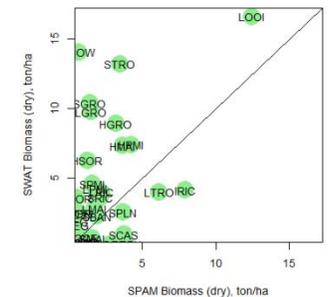
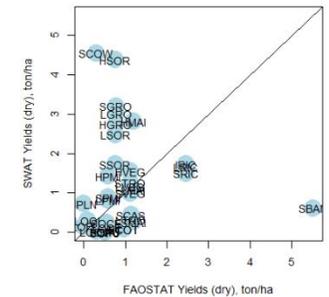
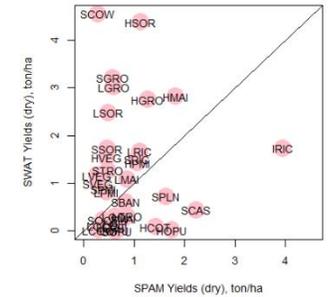


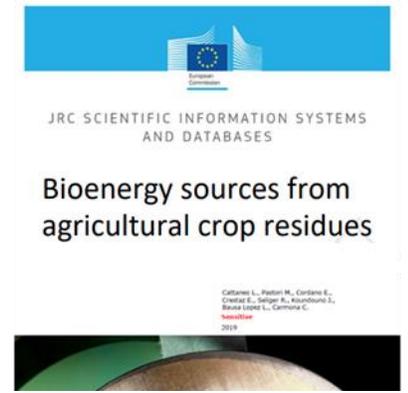
une plus grande variabilité des surfaces d'eau dans la transition entre la saison humide et la saison sèche

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## Analyses Agriculture e Bioenergie

- L'intégration des données pour le bassin du fleuve Sénégal dans le module agriculture / bioenergie (surface des cultures et niveau de productivité de base dans les stratégies de culture pluviale et irriguée - Demande d'énergie pour l'irrigation - Caractéristiques thermochimiques des résidus de culture
- La calibration de modèle EPIC
- Identification de scénarios pour le test et l'analyse de modèles dans le contexte de WEFÉ Sénégal (Réunion Fev 2020): l'utilisation optimale des terres cultivées, pour réduire la demande en eau + l'optimisation de l'agriculture pluviale
- élaboration d'un approche méthodologique pour l'estimation de la production potentielle de d'électricité dérivée de la conversion bioénergétique des résidus (analyse de la bibliographie, contraintes liées à la disponibilité des données et opportunités du nexus)
- Développement et configuration du modèle de résidus de culture





# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

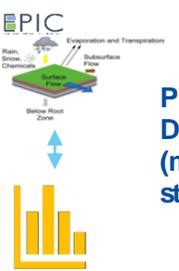
Analyses Agriculture e Bioenergie



POMPAGE D'EAU IRRIGATION

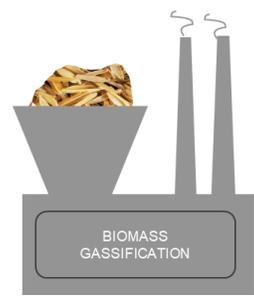


résidus de récoltes

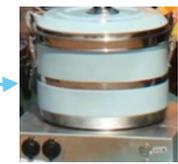


PRODUCTION DE CULTURES (modèle + statistiques)

COLLECTION (FRACTION)



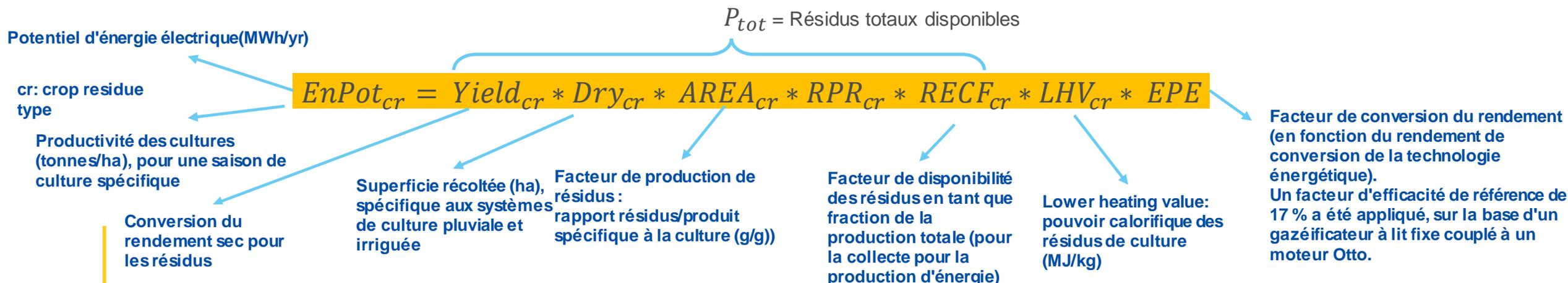
DEMANDE ÉNERGÉTIQUE DES MÉNAGES



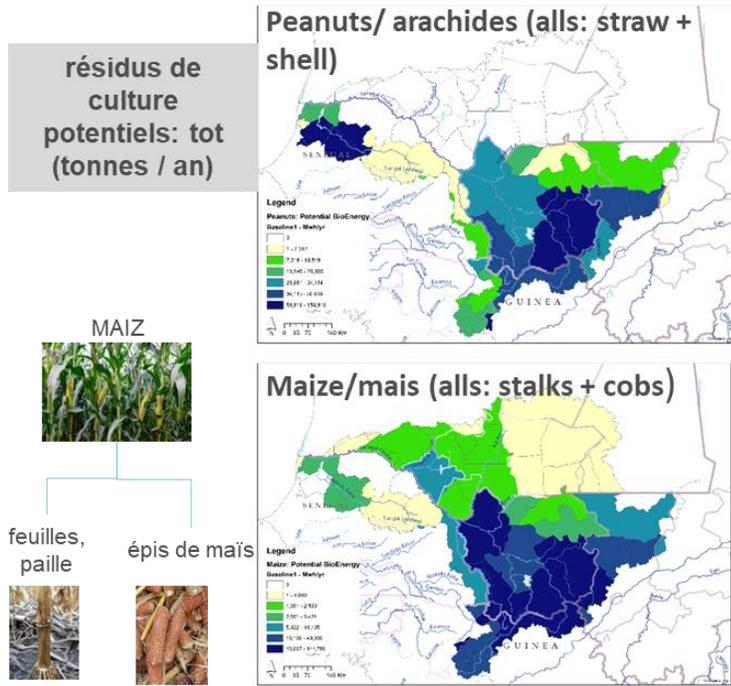
SYSTÈME DE CUISSON (AIR SAIN)



POMPAGE D'EAU PUIXS D'EAU POUR LES HUMAINS ET LE BÉTAIL



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

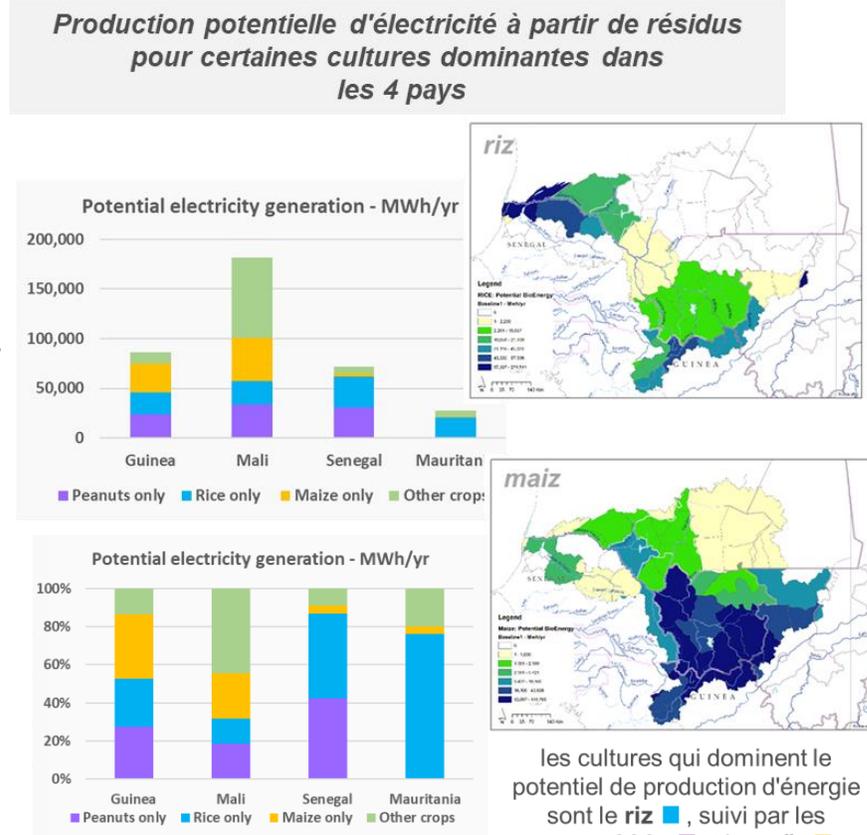


$$EnPot_i = P_{ra} * LHV_i * EPE_t$$

résidus disponibles générés annuellement      pouvoir calorifique      Coefficient d'efficacité de la technologie des usines de conversion d'électricité

**Caractéristiques thermo-chimiques des résidus de culture**

culture	residu	LHV min [1]	LHV max [1]	LHV [4]	DHV [5]	LHV [6]
		MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg
Maïs	tiges	5,25	19,66	15,48		
	enveloppe			17,71		
	épis	14,64	16,28		19,32	
Riz	coques	12,69	19,33		13,03	2,5
	paille	12,39	12,39	15,51	17,76	
Sorgho	paille	12,38	12,38		17	
Manioc	tiges	17,5	17,5			
	épiluchures				13,38	
Arachide	coquille	15,66	15,66		17,43	
	paille	17,58	17,58			
Nièbe	coquille			15,48	15,48	
Yam	paille	13,2	13,2	15,48	15,48	
Paroite de terre	paille				30,6	
Coton	coquille					
Coton	tiges			10,61	18	
Noix de cajou	coquille					
Noix de hâte	coquille					16,5



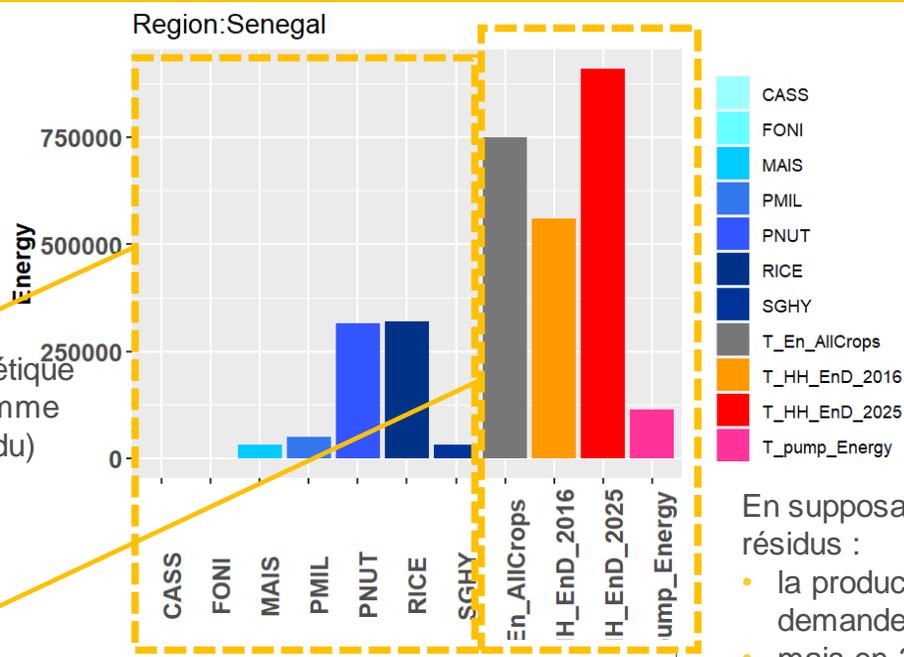
- en 2016, un total de **7 millions de tonnes de résidus de culture** a été généré.
- Un aspect important est **la distribution spatiale** : en effet, la disponibilité actuelle est plus concentrée dans la région de Kayes pour le Mali, en Guinée elle est homogène et pour le Sénégal et la Mauritanie elle est principalement concentrée dans la basse vallée, où la plupart des activités agricoles sont agrégées.



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

- Développement d'une interface spécifique pour éditer les données, créer des scénarios, visualiser les sorties et les résultats, analyser et exporter des cartes et des rapports.

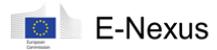
## Potentiels énergétiques au niveau national - MWh/an par rapport aux demandes énergétiques



potentiel énergétique par culture (somme de chaque résidu)

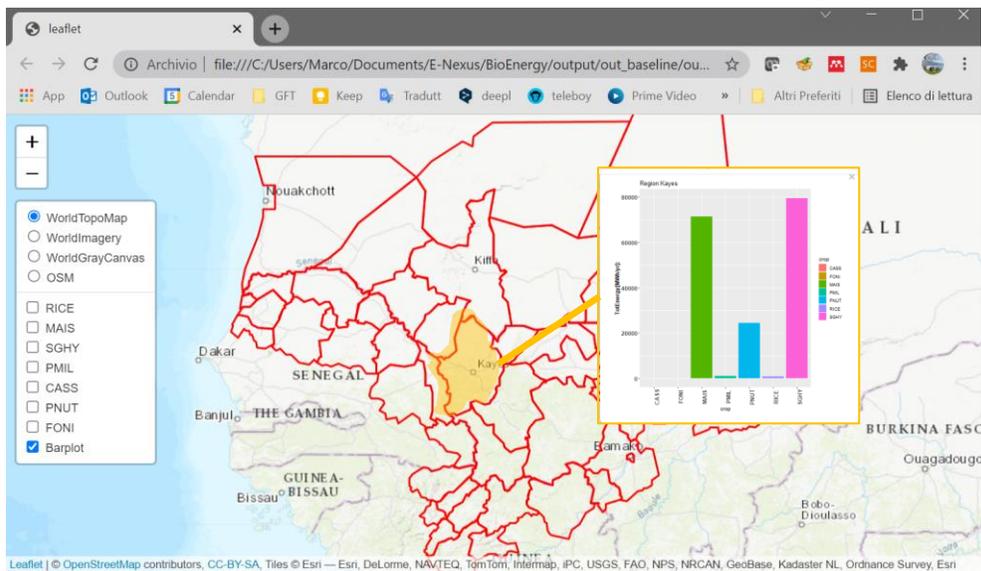
Résumé de :  
 l'énergie pour toutes les cultures  
 Demande totale d'énergie des ménages  
 Demande totale d'énergie des ménages  
 Demande totale d'énergie pour le pompage d'irrigation

- En supposant une utilisation efficace de tous les résidus :
- la production de bioénergie peut répondre à la demande énergétique des ménages locaux;
  - mais en 2025 (avec l'augmentation de la population et des habitudes énergétiques), ce n'est pas possible this is not possible
  - La demande d'énergie pour l'irrigation est actuellement très limitée



Analyses Agriculture e Bioenergie

## Cartographie – Html viewer

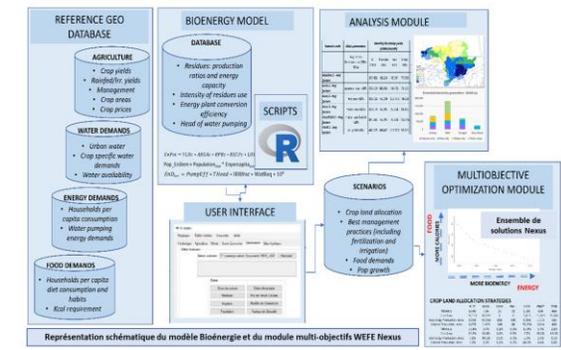


[Ouvrir la visionneuse](#)

[..\out\\_BS\\_energy\\_by\\_crop.html](#)



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS



E-Nexus

Module Optimization

- ✓ Développement d'une méthodologie pour combiner les analyses de la bioénergie dans un cadre Nexus WEFE : synergies avec la production agricole, la sécurité alimentaire, les questions environnementales et les demandes en eau
- ✓ L'évaluation de la **bioénergie** et de l'optimisation WEFE Nexus de l'eau et des terres cultivées: **allocation optimale des terres cultivées pour l'autosuffisance alimentaire et la valorisation de la bioénergie**
- ✓ L'intégration des données pour le bassin du fleuve Sénégal dans le module optimization bioénergie
- ✓ **Ex: Demande énergétique** de la population (en particulier pour les ménages); **Demande d'énergie pour l'irrigation – Besoin de l'agriculture irriguée** (SDAGE); la demande en eau des cultures (SDAGE); la demande en eau **elevage** (SDAGE - élaboration); analyse des problèmes de déforestation et de la **demande de bois de chauffage**
- ✓ Développement et configuration du modèle de optimization (objectifs, contraintes)

## RÉSULTATS

- E-Nexus Module **Optimization – Bioénergie et agriculture**
- E-Nexus: L'évaluation de la **bioénergie** et de l'optimisation WEFE Nexus de l'eau et des terres cultivées
- **(rapport + article scientifique)**



<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/19/11065>

- Analyse d'autres ressources énergétiques durables **(activité future à développer)**

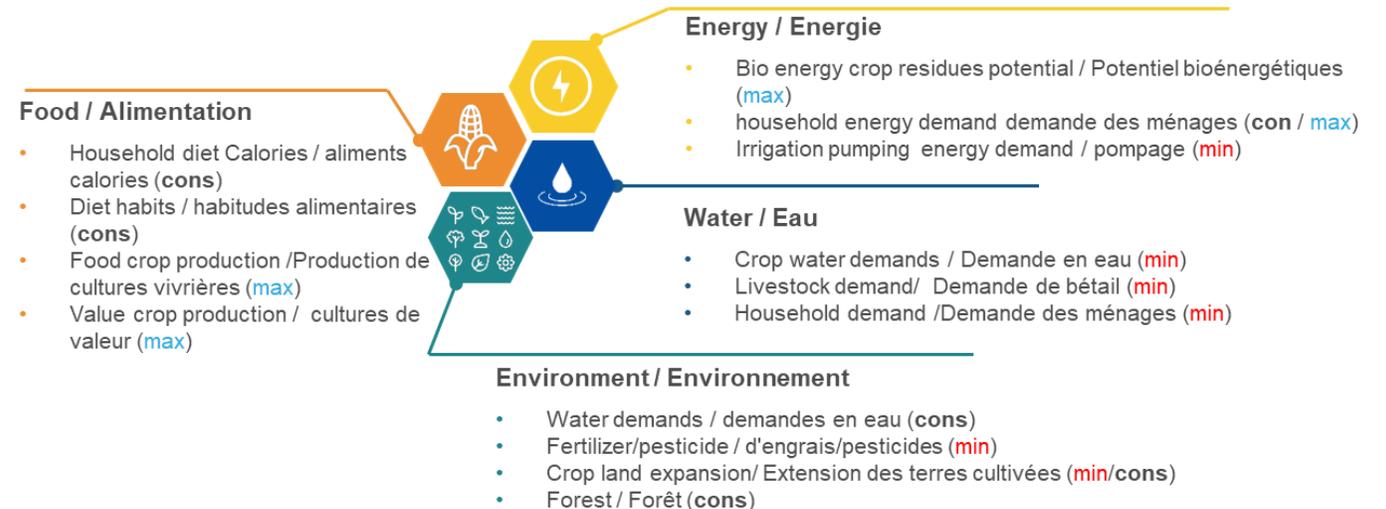


# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## CASE 1 - Identification de solutions optimisées - Une approche des interfaces énergie-alimentation-eau sur les terres cultivées WEFE NEXUS: AGRICULTURE-BIOENERGIE-ALIMENTATION

### AIDE A LA DECISION

- Le problème: identification de solutions optimales en tenant compte d'aspects (objectifs) et de conditions (contraintes) spécifiques. La plupart des problèmes de la vie réelle (en particulier dans les sciences naturelles) ont non seulement un mais plusieurs objectifs à satisfaire simultanément.
- Dans certains cas, il est difficile de quantifier les objectifs et de les comparer. Les décideurs politiques doivent identifier des solutions optimales et trouver des compromis à des problèmes complexes.
- Dans ce contexte, les techniques d'optimisation simples et multi-objectifs apparaissent comme des outils permettant d'identifier des solutions.



## Conception du modèle d'optimisation, objectifs et identification des paramètres



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## CASE 1 - Identification de solutions optimisées - Une approche des interfaces énergie-alimentation-eau sur les terres cultivées WEFE NEXUS: AGRICULTURE-BIOENERGIE-ALIMENTATION

### Alimentation



#### OBJECTIFS D'OPTIMISATION

Potentiel calorique des aliments

$$\text{maximize } \sum_r \sum_c (XR_{rc} * YieldR_{rc} + XI_{rc} * YieldI_{rc}) * Calories_{rc}$$

#### CONSTRAINTS D'OPTIMISATION

Production minimale de nourriture

$$\sum_c Pop * FSQ_Hab_{c_i} \forall c \text{ in } C$$

$$\sum_r (XR_{rc} * YieldR_{rc} + XI_{rc} * YieldI_{rc}) \geq \sum_r MinProd_{rc} \forall c \text{ in } C$$

#### CONSTRAINTS D'OPTIMISATION

Extension des terres cultivées

$$\sum_c (XR_{rc} + XI_{rc}) \leq AreaAvail_r \forall r \text{ in } R$$

$$\sum_c abs(XR_{rc} + XI_{rc}) \leq MaxAreaVar_r \forall r \text{ in } R$$



### Eau

#### OBJECTIFS D'OPTIMISATION

Demande en eau des cultures

$$\text{Minimize } \sum_c \sum_r (XI_{rc} * WatReqbyHa_{rc})$$

Demande en eau du bétail – à développer

#### CONSTRAINTS D'OPTIMISATION

Disponibilité de l'eau pour l'irrigation

$$\sum_c (XI_{rc} * WatReqbyHa_{rc}) \leq WaterAvail_r \forall r \text{ in } R$$

limité par l'utilisation actuelle (infrastructures)

Eau pour le bétail

$$WatLivDem_i = DailyDem_i * TotNUBT_i * 365 * 10^{-3}$$

### Energie



#### OBJECTIFS D'OPTIMISATION

production de bioénergie

$$\text{maximize } \sum_r \sum_c (XR_{rc} * YieldR_{rc} + XI_{rc} * YieldI_{rc}) * EnPot_c$$

$$EnPot_c = RPR_c * RECF_c * LHV_c * EPE_c$$

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## CASE 1 - Identification de solutions optimisées - Une approche des interfaces énergie-alimentation-eau sur les terres cultivées WEFE NEXUS: AGRICULTURE-BIOENERGIE-ALIMENTATION

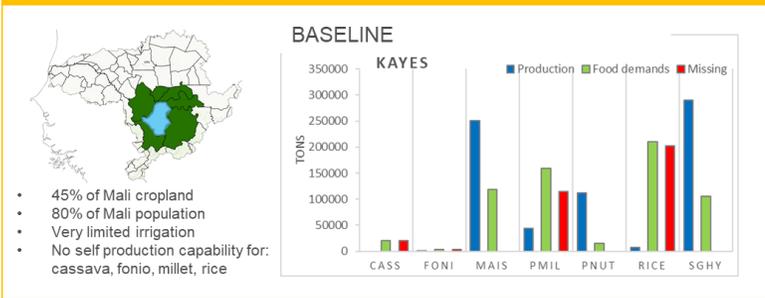
- Développement d'une interface spécifique pour éditer les données, créer des scénarios, visualiser les sorties et les résultats, analyser et exporter des cartes et des rapports.

### SCENARIO

#### Analyse et résultats

WEFE Nexus MOO optimisation de la productivité des bioénergies

#### Optimisation des objectifs contradictoires



#### OPTIMIZATION

**SCENARIO : Optimize cropland**

Objective	target	Constraints
<i>strategy</i>		
Land	➤ Max Energy potential	Totally free
Water	➤ Max Food	100% food self prod.
Both		Limited cropland changes (max 5%, 10% or 20%)

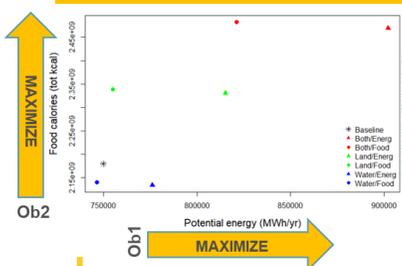
**LISTE DES SCÉNARIOS à comparer (identifier Nexus Solutions)**  
SCEN.1 - SCEN2 - SCEN3 - SCEN4

- ✓ déterminer la répartition optimale des terres cultivées, en maximisant la sécurité alimentaire et la disponibilité de bioénergie pour les petits agriculteurs

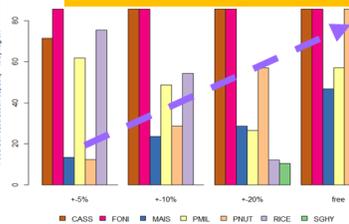
Options de décision :

- déplacement et transport de produits végétaux entre régions et pays autorisés ou non
- allocation libre des terres ou préservation de cultures spécifiques
- aucun changement de la surface d'irrigation

#### Comparaison des stratégies – multi objectives



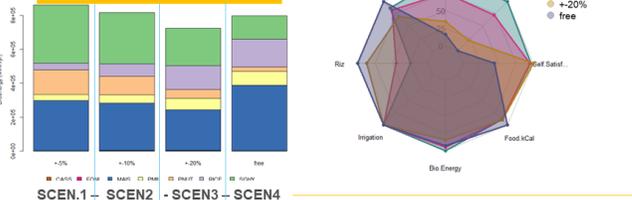
#### FOOD indicator capacité d'autoproduction pour différentes stratégies de gestion



#### FOOD CALORIES for scenarios



#### Energy Potential for scenarios



# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

**CASE 1 - Identification de solutions optimisées - Une approche des interfaces énergie-alimentation-cultivées WEFE NEXUS: AGRICULTURE-BIOENERGIE-ALIMENTATION**

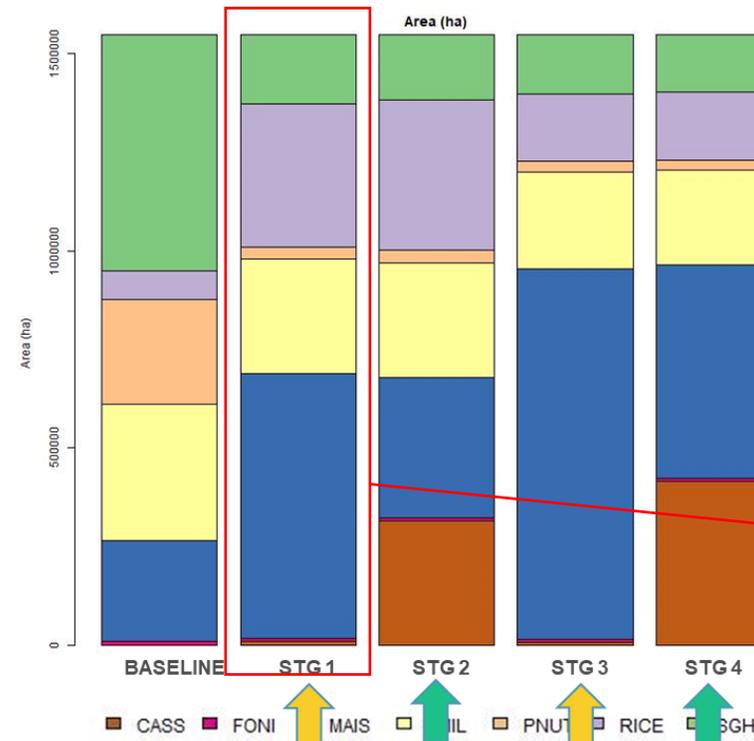


## COMPARE SCENARIOS

STRATEGY	SPATIAL APPROACH	VARIATION LIMIT	STRATEGY TARGETS	OPTIMIZATION OBJ
1	INDIPEND.	50	WATER+LAND	ENERGY
2	INDIPEND.	50	WATER+LAND	FOOD
3	LINKED	50	WATER+LAND	ENERGY
4	LINKED	50	WATER+LAND	FOOD

- 2 approches spatiales différentes
- la limite de variation est constante
- 2 objectifs d'optimisation

## CROPLAND ALLOCATION



Comparez les stratégies de gestion:

- 1) favoriser les MAIS ou RIZ lorsque l'énergie est maximale
- 2) favoriser les tubercules lorsque la nourriture est maximale.

### STRATEGIE 1

- MAIS
- MILLET
- PEANUTS
- RICE
- SORGHUM
- CASSAVA

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## CASE 2 – Trade-off-Compromis entre la production agricole et l'allocation de l'eau dans l'agriculture au niveau de bassin

- ✓ Développement d'une méthodologie pour combiner les analyses de la production agricole dans un cadre Nexus WEF: synergies avec la production agricole, la sécurité alimentaire, et les demandes en eau a niveau du bassin
- ✓ L'utilisation de l'eau dans l'agriculture peut avoir des répercussions environnementales importantes sur les masses d'eau telles que les rivières. L'augmentation de la demande agricole en eau pourrait réduire le débit réservé des rivières. Les écosystèmes fluviaux sont menacés en raison de l'insuffisance du débit réservé.
- ✓ **L'évaluation: « Compromis entre la production agricole et l'allocation de l'eau dans l'agriculture au niveau de bassin »**
- ✓ L'intégration des données pour le bassin du fleuve Sénégal dans le module optimisation agriculture et eau

**Ex: Réseau fluvial et règles de routage; Demande énergétique** de la population (en particulier pour les ménages); **Demande d'énergie pour l'irrigation – Besoin de l'agriculture irriguée** (SDAGE); la demande en eau des cultures (SDAGE); la demande en eau **élevage** (SDAGE – élaboration)

Développement et configuration du modèle de optimisation (objectifs, contraintes) – **en cours de développement**

## RÉSULTATS

- E-Nexus Module **Optimisation –Agriculture et eau**
- E-Nexus: Compromis entre la production agricole et l'allocation de l'eau dans l'agriculture au niveau de bassin (**rapport + article scientifique à finaliser**)

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## CASE 2 – Trade-off-Compromis entre la production agricole et l'allocation de l'eau dans l'agriculture au niveau de bassin

### Bilan hydrique (dans chaque bassin)

$$W_{dow} = W_{ups} + W_{local} + W_{ir} + W_{liv} + W_{dom}$$

$$W_{ir} = \sum_r \sum_c XI_{rc} * WatDem_{rc}$$

### Objectifs d'optimisation

$$\begin{aligned}
 & maximize \sum_r \sum_c [(XRL_{rc} * YieldRL_{rc}) * SellPrices_{rc} - XRL_{rc} * AgrCostRL_{rc}] + \\
 & \sum_r \sum_c [(XRH_{rc} * YieldRH_{rc}) * SellPrices_{rc} - XRH_{rc} * AgrCostRH_{rc}] + \\
 & \sum_r \sum_c [(XI_{rc} * YieldI_{rc}) * SellPrices_{rc} - XI_{rc} * AgrCostI_{rc}]
 \end{aligned}$$

### Indicateur du stress environnemental sur les eaux de surface

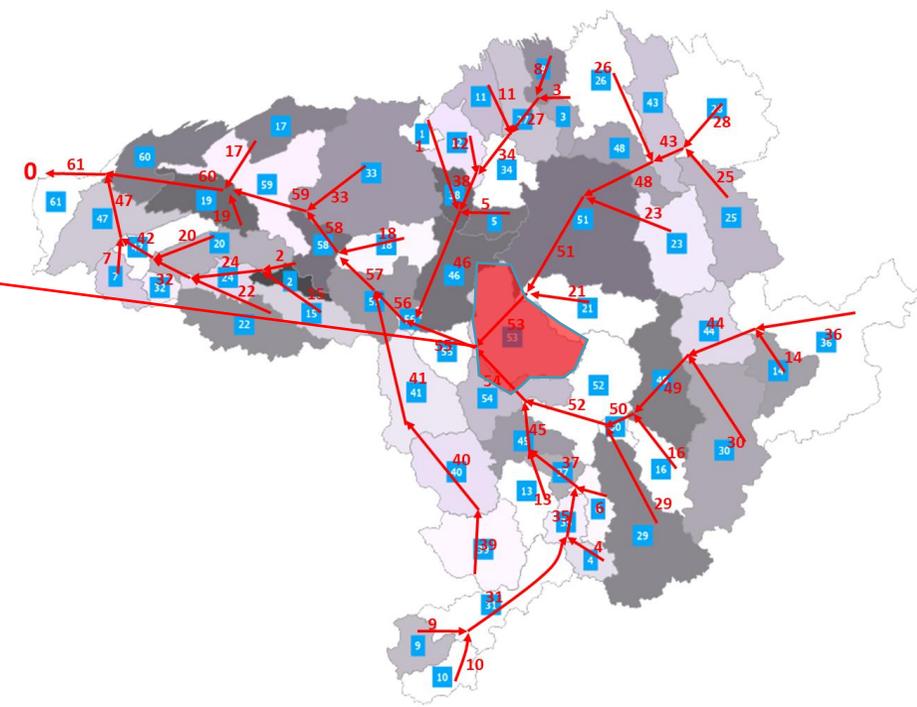
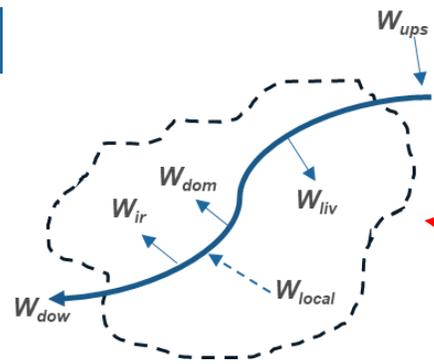
$$W_{dow} = W_{flow} = \text{le flux dans chaque unité spatiale du bassin versant}$$

$$W_{flow} > W_e$$

Subscripts  
r: Region  
c: Crop

**Variables de décision**  
*XRL<sub>rc</sub>*: Surface d'agriculture pluviale pour la culture c dans la région r  
*XRH<sub>rc</sub>*: Surface d'agriculture pluviale pour la culture c dans la région r  
*XI<sub>rc</sub>*: Surface d' agriculture irriguée pour la culture c dans la région r

**Paramètres**  
*W<sub>dow</sub>*: water resources transferred to downstream the watershed  
*W<sub>ups</sub>*: water resources transferred from upstream of the watershed  
*W<sub>local</sub>*: total water resources produced within the watershed  
*W<sub>ir</sub>*: irrigation water use (agricultural water demand)  
*W<sub>liv</sub>*: livestock water use  
*W<sub>dom</sub>*: domestic water use  
*W<sub>e</sub>*: environmental flow for ecosystems  
*WatDem<sub>rc</sub>*: Agricultural water demand pour la culture c dans la region r



### Autre contrainte possible à préciser :

- Part de l'eau agricole consommée dans chaque pays
- Relation (% à sauver) entre l'eau arrivant de l'amont et l'eau continuant en aval.
- Production et part des différents systèmes agricoles (pluvial, à haut niveau d'intrants, de subsistance, irrigué,...)

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

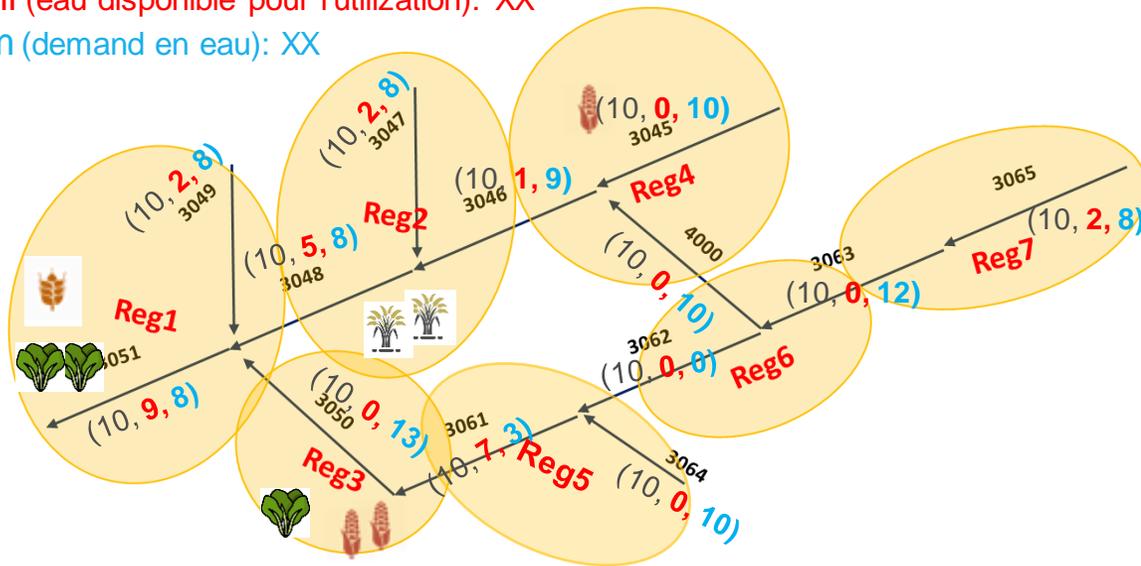
## CASE 2 – Trade-off-Compromis entre la production agricole et l'allocation de l'eau dans l'agriculture au niveau de bassin

- L'outil est finalisé pour permettre une analyse descendante (top-down) afin d'évaluer les impacts des modifications des terres cultivées et de la gestion agricole sur l'hydrologie des bassins versants et la disponibilité de l'eau (en aval et pour les autres utilisateurs)
- Il propose plusieurs solutions efficaces (MOO, Multi Objective Optimisation), avec des stratégies alternatives, par exemple, augmenter l'utilisation de l'irrigation dans certaines zones du bassin et la réduire dans d'autres (en considérant des aspects multicritères)

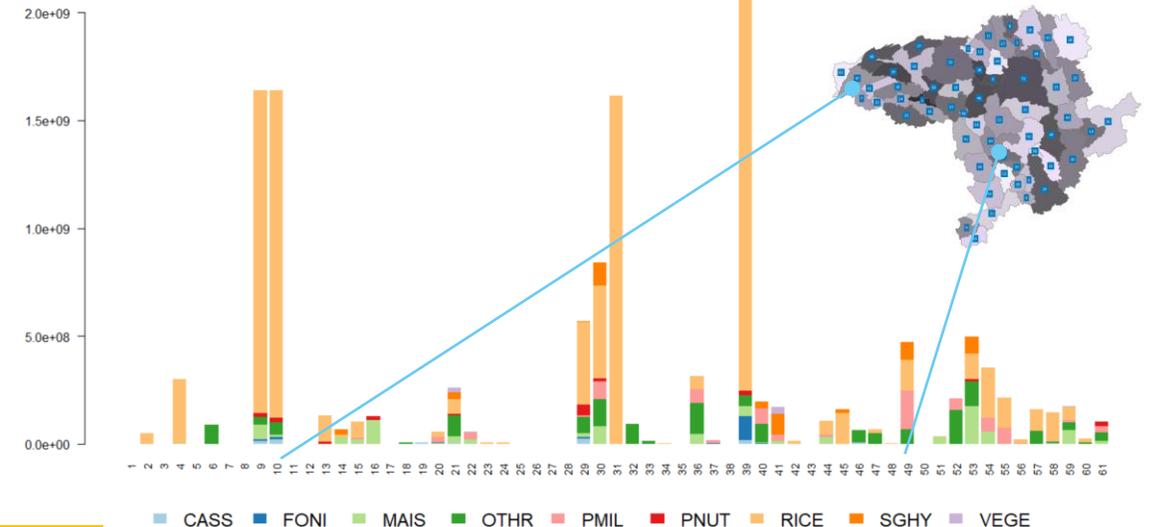
freshW (quantité d'eau de rivière): XX

Wavail (eau disponible pour l'utilisation): XX

Wdem (demande en eau): XX



Demande d'eau dans chaque sous-bassin en fonction de la gestion des cultures (chaque couleur correspond à un système de culture).



différentes solutions de répartition des terres cultivées pour chaque région

# Données et outil d'Aide à la décision e-NEXUS

## CASE 2 – Trade-off-Compromis entre la production agricole et l'allocation de l'eau dans l'agriculture au niveau de bassin

### Plusieurs analyses possibles

- Comparaison de différentes stratégies de production végétale, en tenant compte simultanément de plusieurs objectifs : économiques, environnementaux...
- Optimisation de l'eau utilisée pour l'irrigation, tant au niveau du bassin qu'au niveau de l'exploitation
- Évaluation des pertes économiques agricoles pour garantir les débits environnementaux
- Prise en compte des débits environnementaux recommandés
- Analyses sectorielles de la demande en eau: définir des quotas variables spécifiques dont les agriculteurs peuvent bénéficier pour l'irrigation en fonction de la typologie de culture, du volume d'eau estimé nécessaire pour l'irrigation et des autres secteurs
- **Ces modules sont spécifiquement développés en fonction des objectifs locaux et des défis et priorités du WEF**
- **Ces types de modules MOO nécessitent des :** i) **Setup**, ii) **identification des objectifs** et des **contraintes** pour l'optimisation iii) **données pour la zone d'intérêt** (pays, sous-région, bassin fluvial transfrontalier, échelle continentale) → **exigeant des efforts**, mais offrant également **une marge de manœuvre pour poursuivre le développement et l'adaptation à l'évolution et aux nouvelles questions qui se posent.**



# WEFE SENEGAL PROJECT

**ACTIVITE 1 – Renforcer la collecte, gestion des données, définir des modèles d'aide à la décision**

## Séminaires techniques et formation

Variabilité Climatique, Bio-Energie, Module Optimisation WEFE NEXUS, Gestion de Forages, Gestion DB Qualité Eau, Analyse Qualité Eau et Contrôle Qualité

*Marco PASTORI*

*Ezio CRESTAZ*

*Luigi Cattaneo*

*Gunther UMLAUF*

*Roman SELIGER*

*Patricia MARCOS*

*Cesar CARMONA-MORENO*

**REUNION FINALE – COMITE CONSULTATIF**  
**14 e 15 Juin 2022**

Joint  
Research  
Centre

Unit D.02 Water and Marine Resources

# Séminaires techniques et formation

Dans le cadre de la mise en œuvre du Projet «Appui à la gestion des ressources en eau et du Nexus Eau-Energie-Agriculture dans le bassin du fleuve Sénégal» dénommé «WEFE-SENEGAL» il a été prévu le développement:

- Un système d'information et modélisation appelé e-NEXUS, adapté aux enjeux du bassin du fleuve Sénégal pour:
  - Évaluation de la **variabilité climatique** à l'échelle du bassin fluvial et identification d'indicateurs pour la planification et la gestion des ressources en eau.
  - Renforcement de **capacités WEFE Nexus** et utilisation durable de la méthodologie WEFE pour la prise de décisions (AGRICULTURE, Bio-ENERGIE, EAU)
  - Amélioration de la **gestion des données** sur les eaux souterraines et la prise de décisions informée dans le bassin du fleuve Sénégal, au niveau de l'OMVS et de ses Etats Membres.
- Des activités liées à la **qualité de l'environnement**: en particulier la mise en place d'un réseau de suivi, la collecte d'échantillons et l'analyse chimique dans différents milieu (eau, sédiments, poisons).

<https://aquaknow.jrc.ec.europa.eu/>

Welcome pastorimarco | logout

English

HOME LIBRARY - GROUPS - QUIZ MEMBERS WATER PROJECT TOOLKIT CONTENTS -

Home >> Groups >> Group News

Key Document

- Any -

Filter by type

Basin

Dataset

Document

Event

Image Gallery

Map

News

Video Gallery

Training

On

Dataset Category

- Any -

Search by Title

Keywords

Apply Reset

WEFE-SENEGAL: ATELIER TECHNIQUE - Exploitation des eaux souterraines

WEFE-SENEGAL (13-14 Dec): Atelier Technique - Données Hydrogéologiques à l'OMVS

WEFE-SENEGAL: ATELIER TECHNIQUE - Système de gestion des données sur la qualité de l'eau

WEFE-SENEGAL (4-5 Octobre 2021) - Atelier Technique e-NEXUS: Module Opti-Bioénergie - Aide à la Décision

WEFE-SENEGAL (20-21 Septembre 2021) - Atelier Technique e-NEXUS - Module AGRI-BIOENERGIE

WEFE-SENEGAL (7-8 Juillet 2021) - Atelier Technique e-NEXUS - Module Variabilité Climatique

# Séminaires techniques et formation

- Dans ce contexte et en vue d'un développement participatif et itératif de outils et de leur prise en main effective par les acteurs, plusieurs réunions techniques et sessions de formation ont été programmés au cours de l'année 2021-2022.
- Ces ateliers devaient être organisés de manière présentielle, mais la situation sanitaire et sécuritaire a nécessité une adaptation du programme.
- C'est pour cette raison, que des modules de formation virtuel ont été proposées et organisées

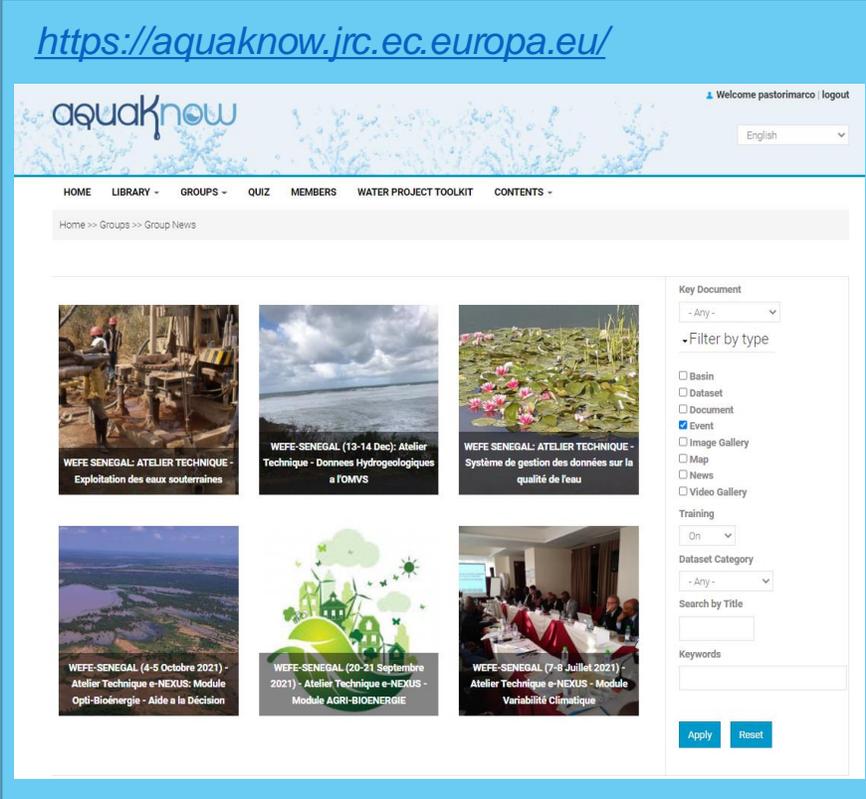


## Approche méthodologique

- Une section d'introduction de la thématique spécifique et de son importance et aspects clés dans le contexte du bassin. L'objectif de cette section est de donner un aperçu de la thématique dans le contexte de l'étude de cas du bassin du fleuve Sénégal.
- Une section d'introduction à la théorie sur laquelle l'outil (base de données) a été développé. Cette section est destinée à décrire la base scientifique et les aspects techniques (tels que la formule, les indicateurs et les modèles) utilisés, développés et mis en place pour la mise en œuvre de l'outil et leur intégration avec les données requises et disponibles dans l'ensemble du bassin fluvial.
- Une session pratique, où les utilisateurs seront guidés dans la mise en place, la manipulation des données et l'analyse et l'interprétation des résultats en suivant des exercices. La section doit permettre aux utilisateurs de prendre confiance dans les capacités de l'outil pour la production d'indicateurs, pour leur analyse et interprétation.
- Une section de conclusion, pour une discussion sur la réunion, et en particulier pour résumer les recommandations et suggestions pour l'identification d'une liste d'améliorations potentielles à envisager pour la poursuite du développement Collecte des commentaires, survey, etc.

# Séminaires techniques et formation

- Le matériel de formation (présentations, documents, bibliographie, outil, Données d'entrée et de sortie pour les exercices, tutoriel Vidéo, enregistrement des sessions, etc.) a été collecté et partagé dans la plate-forme Aquaknow.



The screenshot displays the Aquaknow website interface. At the top, the URL <https://aquaknow.jrc.ec.europa.eu/> is shown. The website header includes the 'aquaknow' logo, a user login area for 'pastorimarco', and a language dropdown set to 'English'. A navigation menu contains links for HOME, LIBRARY, GROUPS, QUIZ, MEMBERS, WATER PROJECT TOOLKIT, and CONTENTS. Below the navigation, a breadcrumb trail reads 'Home >> Groups >> Group News'. The main content area features a grid of six seminar cards, each with a representative image and a title. To the right of the grid is a sidebar with filtering options, including a 'Key Document' dropdown, a 'Filter by type' section with checkboxes for Basins, Dataset, Document, Event (checked), Image Gallery, Map, News, and Video Gallery, and a 'Training' section with an 'On' dropdown. Below these are 'Dataset Category' and 'Search by Title' fields, and a 'Keywords' search box. 'Apply' and 'Reset' buttons are located at the bottom of the sidebar.

Key Document: - Any -

Filter by type

- Basins
- Dataset
- Document
- Event
- Image Gallery
- Map
- News
- Video Gallery

Training: On

Dataset Category: - Any -

Search by Title

Keywords

Apply Reset

# Atelier Technique e-NEXUS (1-2)

Formations et renforcement de capacités Variabilité climatique (en collaboration avec l'UCAD)

En ligne - 2 séances (8 Avril 2021 et 7-8 Juillet 2021)

## Objectif

- La variabilité climatique joue un rôle clé dans le contexte de la gestion intégrée des ressources en eau et du lien WEFE (Water-Food-Energy-Ecosystem). Désigne la façon dont les variables climatiques, comme les précipitations et la température, fluctuent chaque année, au-dessus ou en dessous d'une valeur moyenne de référence, généralement calculée sur la base d'une série de données temporelles d'au moins trois décennies
- Le module vise à contribuer à une meilleure compréhension de la variabilité et des risques climatiques et de leurs impacts sur les ressources en eau dans les bassins hydrographiques transfrontalier du Sénégal
- Présentation de la structure de l'outil e-NEXUS et son état d'avancement sur la base des discussions tenues lors du premier atelier technique (2019)
- Présentation de produits de Variabilité Climatique, de leur interprétation et de leurs théories.
- Discussion sur l'amélioration des produits, traitements, présentation, développement, Le matériel de formation

# Atelier Technique e-NEXUS (1-2)

## Sections théoriques et pratiques

- Introduction de la thématique et de son importance et aspects clés dans le contexte du bassin du fleuve Sénégal (PPT et documents partagés)
- **e-NEXUS indicateurs:**
- Installation de l'outil
- Théorie sur la méthodologie L-moments et pratique
- Théorie des vagues de chaleur et pratique: Heat Wave Magnitude Index indicator
- Théorie sur l'indice SPI et pratique (Standardized Precipitation Index)
- Théorie sur les période de sécheresse et pratique (Dry Spells)
- Discussion sur l'amélioration des produits, traitements, présentation, développement, Le matériel de formation

# Atelier Technique e-NEXUS (1-2)

## Résultats

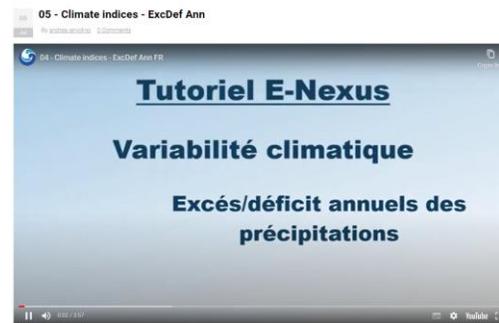
- Manuel technique d'installation et d'utilisation outil
- Documents d'information sur les Données d'Entrée e-NEXUS
- Documents de référence et articles scientifiques à l'appui
- VIDEO du tutoriel (12 sessions) disponible pour les formations hors ligne

### Donnees CHIRPS (Precipitation)

- <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>- Aperçu et téléchargement des d
- [Document de référence \(CHIRPS\)](#)

### Donnees ERA-5 (Temperature)

- <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>
- [Document de référence \(ERA-5\)](#)



## Participants

- 10-20 participants pour chaque session
- Institutions: OMVS (DEDD, PGIRE, SOGEM, SOGED, PARACI), CPE, AU-NEPAD Centres d'Excellence, CSE (Centre de Suivi Ecologique), OLAC (Office des Lacs et Cours d'eau), Représentants pour les 4 pays (Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal)

# Atelier Technique e-NEXUS (3)

## Formations et renforcement de capacités Agriculture et Bioénergie

En ligne - 1 séance (20-21 Septembre 2021)

### Objectif

- L'accès aux services énergétiques est une priorité pour le développement économique durable, en particulier dans les zones rurales du bassin Sénégal, où les petites et moyennes entreprises ont de nombreuses difficultés à accéder à un service qui est également coûteux et incohérent.
- Comprendre le potentiel de la bioénergie à partir des résidus de culture est essentiel pour concevoir des pratiques efficaces de gestion des terres, en particulier dans ces régions où l'agriculture est le secteur productif dominant et où la connexion au réseau électrique peut être difficile.
- Estimation des résidus de culture et des potentiels énergétiques (Quelles sont les ressources disponibles (les résidus de l'agriculture) et quelle est la quantité efficacement récupérable ?; Quelle quantité de la demande énergétique prévue peut être satisfaite en utilisant les résidus de culture du pays ?)

# Atelier Technique e-NEXUS (3)

## Sections théoriques et pratiques

- Introduction de la thématique et de son importance et aspects clés dans le contexte du bassin du fleuve Sénégal (PPT et documents partagés)
- **E-Nexus indicateurs:**
- Installation de l'outil
- Théorie sur la méthodologie: Présentation des différents concepts et indicateurs spécifiques pour l'estimation des résidus agricoles et leur potentiel bioénergétique utilisés pour le développement de l'outil E-Nexus
- Compréhension et appropriation des capacités de l'outil pour la production d'indicateurs et pour leur analyse
- Estimation régionale de la production énergétique des résidus de culture
- Analyses par type de culture (riz, maïs) et par type de résidu (balle, paille, épis, coquille,..)
- Cartographie et analyse des sorties graphiques
- Discussion sur l'amélioration des produits, traitements, présentation, développement, Le matériel de formation

# Atelier Technique e-NEXUS (3)

## Résultats

- Manuel technique d'installation et d'utilisation de e-NEXUS (Bioergie)
- Manuels (PPTs) sur la théorie et les aspects techniques du modèle bioénergétique Documents de référence et articles scientifiques à l'appui
- VIDEO du tutoriel (5 sessions) disponible pour les formations hors ligne

## Participants

- 10-20 participants pour chaque session
- Institutions: OMVS (DEDD, PGIRE, SOGEM, SOGED, PARACI), CPE, AU-NEPAD Centres d'Excellence, CSE (Centre de Suivi Ecologique), OLAC (Office des Lacs et Cours d'eau), Représentants pour les 4 pays (Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal)

## 1. Bioénergie

- Introduction à la bioenergie
- Le model et les indicateurs
- Exemple d'analyse et d'évaluation

### Documents et informations intégratives

- WEFE Senegal Project – Bioenergy sources from agricultural crop residue ([doc](#))
- Mini-grid electricity service based on local agricultural residues Feasibility study in rural Ghana ([doc](#))
- Assessment of biomass residue availability and bioenergy yields in Ghana ([doc](#))
- Bioenergy potential of agricultural and forest residues in Uganda ([doc](#))
- Electricity generation prospects from clustered smallholder and irrigated rice farms in Ghana ([doc](#))
- IRENA\_Impact\_Report\_2020\_SCALING UP RENEWABLE ENERGY DEPLOYMENT IN AFRICA ([doc](#))
- Electrification of Sub-Saharan Africa through PVhybrid mini-grids Reducing the gap between current business ([doc](#))

The screenshot shows the E-NEXUS software interface. A table titled 'Yield productivity' is visible, with columns for different crops: RICE, MAIS, SGHY, FMIL, CASI, FNUT, FONS, and RICE. The table contains numerical data for various scenarios. Below the table, there are several input fields and buttons. A blue box highlights the text 'Mise à jour des rendements du maïs irrigué et pluvial'. Another blue box highlights the text 'MODIFIER LES DONNÉES: Opt1: choisir une valeur spécifique, Opt2: choisir un % d'augmentation'. The interface also shows a 'Model setup' section with fields for 'Epe' and 'Pump\_wf', and a 'Model run' section with buttons for 'Opt1' and 'Opt2'.

# Atelier Technique e-NEXUS (4)

Formations et renforcement de capacités WEF E Nexus (Agri, Energie et Eau)

En ligne - 1 séance (4-5 Octobre 2021)

## Objectif

- Afin de répondre à la nécessité d'évaluer les interconnexions complexes requises par l'approche WEF E, les méthodes d'optimisation multi-objectifs peut fournir une meilleure compréhension
- Quel est l'impact positif et négatif sur des autres aspects du WEF E tels que : la demande alimentaire) et la satisfaction du régime alimentaire (Food), l'allocation des terres cultivées (Env.), la demande en eau (Water); la contribution de la pression sur les forêts et les savanes (Env.)
- Évaluer l'impact sur la production alimentaire des stratégies qui maximisent la production de bioénergie à partir de résidus de culture et vice versa dans différents contextes agricoles avec des dotations en ressources dissemblables

# Atelier Technique e-NEXUS (4)

## Sections théoriques et pratiques

- Introduction de la thématique et de son importance et aspects clés dans le contexte du bassin du fleuve Sénégal (PPT et documents partagés)
- **E-Nexus indicateurs:**
- Installation de l'outil
- Approche méthodologique : La développement durable dans une approche Nexus dans les bassins hydrographique transfrontaliers
- Introduction des Objectives et Contraints dans E-Nexus pour la configuration des différentes optimisations
- Utiliser l'outil comparatif e-Nexus pour l'analyse des différentes stratégies
- Discussion sur l'amélioration des produits, traitements, présentation, développement, Le matériel de formation

# Atelier Technique e-NEXUS (4)

## Résultats

- Manuel technique d'installation et d'utilisation de e-NEXUS
- Manuels (PPTs) sur la théorie et les aspects techniques du modèle bioénergétique Documents de référence et articles scientifiques à l'appui
- VIDEO du tutoriel (5 sessions) disponible pour les formations hors ligne

## Participants

- 10-20 participants pour chaque session
- Institutions: OMVS (DEDD, PGIRE, SOGEM, SOGED, PARACI), CPE, AU-NEPAD Centres d'Excellence, CSE (Centre de Suivi Ecologique), OLAC (Office des Lacs et Cours d'eau), Représentants pour les 4 pays (Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal)

## 1. Bioénergie

- Introduction à la bioenergie
- Le model et les indicateurs
- Exemple d'analyse et d'évaluation

### Documents et informations intégratives

- WEFE Senegal Project – Bioenergy sources from agricultural crop residue ([doc](#))
- Mini-grid electricity service based on local agricultural residues Feasibility study in rural Ghana ([doc](#))
- Assessment of biomass residue availability and bioenergy yields in Ghana ([doc](#))
- Bioenergy potential of agricultural and forest residues in Uganda ([doc](#))
- Electricity generation prospects from clustered smallholder and irrigated rice farms in Ghana ([doc](#))
- IRENA\_Impact\_Report\_2020\_SCALING UP RENEWABLE ENERGY DEPLOYMENT IN AFRICA ([doc](#))
- Electrification of Sub-Saharan Africa through PVhybrid mini-grids Reducing the gap between current business ([doc](#))

The screenshot displays the e-NEXUS software interface. A table titled 'Yield productivity' is visible, showing data for various crops across different scenarios. The table has columns for RICE, MAIS, SGHY, FMIL, CASI, FNUT, FONS, and RICE. The rows represent different scenarios or locations, with values ranging from 1.7 to 4.25. Below the table, there are several input fields and buttons, including 'Set all values to', 'Opt1', 'Opt2', 'Undo changes', 'Save changes', 'New scenario', and 'Save'. There are also buttons for 'Input folder', 'Reference shapefile', and 'Output folder'. The interface includes a menu bar at the top with options like 'Settings', 'Edit tables', and 'SFTP'. The bottom status bar shows the file path 'C:\Users\Marco\Desktop\aaa\_yield' and the time '11:38 / 6/30'.

**Mise à jour des rendements du maïs irrigué et pluvial**

**MODIFIER LES DONNÉES :**  
**Opt1 : choisir une valeur spécifique**  
**Opt2 : choisir un % d'augmentation**

# Atelier Technique

## Système de gestion des données sur la qualité de l'eau (5 et 6)

Formations et renforcement de capacités sur les systèmes de gestion des données sur la qualité de l'eau - 2 séances (16-17 Décembre 2021 et 24 Février 2022)

### Objectif

- Dans le cadre du projet, activités liées à la qualité de l'environnement ont été mises en place, en particulier: un réseau de suivi, la collecte d'échantillons et l'analyse chimique dans différents milieux (eau, sédiments, poisons).
- Ces activités conduisent à la production d'ensembles de données complexes, impliquant différents laboratoires dans les pays partenaires, comme le Sénégal et le Mali, et les Pays-Bas, exigeant la mise en œuvre et l'opérationnalisation d'un système d'information, qui optimiserait les pratiques de gestion des données tout en répondant aux besoins d'un soutien efficace à la prise de décision.
- Après une brève introduction aux meilleures pratiques en matière de bases de données spatiales et de systèmes d'information environnementale, la formation se concentre sur les défis de la normalisation des données, du nettoyage des données et de la gestion mature des bases de données, afin de soutenir une interprétation et une analyse efficaces des données.
- Un nouvel outil, dénommé ems (système de surveillance de l'environnement – Environmental Monitoring System), a été développé. Il fournit une base de données spatio-temporelles et des facilités pour les EDD (Electronic Data Deliverable) et leur visualisation. Cet outil a été utilisé lors des sessions d'exercices pratiques.

# Atelier Technique

## Systeme de gestion des donnees sur la qualite de l'eau (5-6)

### Sections theoriques et pratiques

- RESEAU DE SUIVI DE LA QUALITE DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL
- OUTIL DE GESTION DES DONNEES (EMS – depuis Environmental Monitoring System): presentation, conception et installation dans MsWindows
- PLATEFORME DE BASE DE DONNEES: architecture du systeme et details de mise en oeuvre en PostgreSQL/PostGIS
- APPLICATIONS POUR L'EDITION DU CONTENU DES BASES DE DONNEES, LE TELECHARGEMENT MASSIF ET LA VALIDATION DES DONNEES
- TABLEAUX DE BORD POUR L'ANALYSE EXPLORATOIRE SPATIO-TEMPORELLE DE DONNEES DE QUALITE
- EXERCICES PRATIQUES (a partir des donnees de qualite collectees dans le cadre du projet: edition, telechargement et validation des donnees; visualisation spatio-temporelle; integration du systeme avec d'autres applications)

# Atelier Technique

## Systeme de gestion des donnees sur la qualite de l'eau (5 et 6)

Formations et renforcement de capacités sur les systèmes de gestion des données sur la qualité de l'eau - 2 séances (16-17 Décembre 2021 et 24 Février 2022)

### Résultats

- Livraison du système d'information sur la qualité de l'eau entièrement opérationnel (installation pour MsWindows);
- Validation et téléchargement des données de qualité, telles que fournies par les laboratoires partenaires dans le cadre du projet;
- Présentations thématiques sur l'installation, la validation, l'édition et la visualisation spatio-temporelle et l'interrogation des données;
- Manuel de l'utilisateur et vidéos d'accompagnement;
- Directives pour l'optimisation et la sécurité des activités opérationnelles.

### Participants

- 23-34 participants pour chaque session
- Institutions: AICS, CERES, DG/INTPA, DGPRES, DNH, DRHK, IPD, LCV, LNE, OLAC, OMVS, SOGED/OMVS, SOGENAV/OMVS, Universités Bamako, Conakry, UCAD, et autres....

# Atelier Technique

## Exploitation des eaux souterraines (6)

Formations et renforcement de capacités sur la réalisation de puits d'eau  
En ligne - 1 séance (10-11 Février 2022)

### Objectif

- L'eau devient un élément précieux jour après jour et aujourd'hui encore une grande partie de la population mondiale n'a pas accès à cette ressource ou, si elle y a accès, c'est une eau de mauvaise qualité et exploitée avec des moyens insuffisants. Dans ce contexte, les eaux souterraines sont d'une importance capitale.
- Le cours vise à fournir des indications et des recommandations sur la construction des forages d'eau en tenant également compte de tous les aspects qui sont un corollaire à leur réalisation tels que les matériaux utilisés pour le complètement, les diagraphies utiles pour une réalisation correcte, les tests d'écoulement pour leur exploitation efficace, la chimie pour vérifier la potabilité de l'eau extraite, la récupération des forages qui au fil du temps ont perdu de leur efficacité.
- Des vidéos sont présentées afin de mieux documenter les concepts présentés, tant théoriques que pratiques, traités de manière à fournir la base des discussions pendant le cours.
- L'objectif est également de clarifier comment la construction d'un forage et l'obtention d'eau potable sont des opérations qui nécessitent la plus grande attention, compétence et expérience.

# Atelier Technique

## Exploitation des eaux souterraines (6)

### Sections théoriques et pratiques

- INTRODUCTION DE LA THEMATIQUE, SON IMPORTANCE ET BREF HISTOIRE DES ACTIVITIES DE FORATION
- TIPOLOGIE DES TERRAINES OBJET DE FORATION (milieux continus et fissures)
- METHODOLOGIE DE FORATION (percussion, rotation, direct, enverse, rotopercussion, fluides de foration)
- FORATION DES FORAGES D'EAU ET DES PIEZOMETRES (carottage, diamètres de foration, complétion, forage artésien, avant-forage, tubage de production et sa pose, matérielles utilisées pour la complétion du forage – acier, Pvc, HDPE, polipropilene, gravier -, cimentation, développement du forage, pistonnage et air lift)
- LES ESSAIS DE POMPAGE: par paliers et de longue durée
- L'EXPLOITATION DU FORAGE: les pompes, caractéristiques et typologie – catalogues des fournisseurs et courbes caractéristique. Les analyses chimique: analités principaux pour la potabilité et l'irrigation
- PIEZOMETRES: finalité, diamètre, achèvement des puits et les matériaux utilisés
- REHABILITATION DES FORAGES D'EAU: causes de inefficience, les bactéries oxydant le fer, les Incrustations, l'effet galvanique, les essais pour vérifier l'efficience, les vidéo-inspection, les techniques pour améliorer l'efficience des forages (les produits chimiques, jetting tool avec brossage et air lift, pistonnage)
- LA FERMETURE DES FORAGES: la typologie et les matérielles de fermeture

# Atelier Technique

## Exploitation des eaux souterraines (6)

### Résultats

- Présentations thématiques livrés pendant le cours
- Références bibliographiques
- Vidéos (par exemple sur les différentes techniques de forage)
- Directives pour l'optimisation et la sécurité des activités opérationnelles

### Participants

- 22-27 participants pour chaque session
- Institutions: CERES, DGPRES, DNH, DRHK, IPD, LCV, LNE, OMVS, OMVS/OMVG, SOGED/OMVS, SOGENAV/OMVS, OLAC, Représentants pour les pays Mali, Mauritanie, Sénégal, et autres

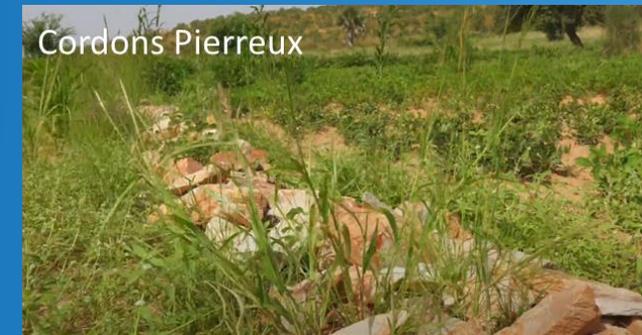
# Participants

Institution	Pays	eNexus(1-2) climate variability	eNexus(3) Agriculture et Bioénergie	eNexus(4) WEFE Nexus	Système de gestion des données sur la qualité de l'eau (5)	Exploitation des eaux souterraines (6)	Système de gestion des données sur la qualité de l'eau (7)
AICS	Italie	1	0	0	1	0	0
CCR	Italie	6	6	6	6	6	6
CERES LOCUSTOX	Sénégal	0	0	0	2	2	0
CSE	Sénégal	1	1	1	1	0	0
DGPRE	Sénégal	1	1	1	4	4	2
DHB	Mauritanie				0	0	1
DNE	Guinée	1	1	1	0	0	0
DNH	Mali				2	1	2
DRHK	Mali				3	3	1
EI	Belgique				1	1	0
IPD (Sénégal)	Sénégal				1	1	1
LCV (Mali)	Mali				2	1	1
LNE (Mali)	Mali				1	1	1
MME/OMVS	Guinée				0	0	1
OLAC	Sénégal	1	1	1	2	0	2
OMVS	Sénégal	4	4	4	0	1	0
OMVS/OMVG	Sénégal				0	1	0
SOGED / OMVS	Mauritanie	1	1	1	1	1	1
SOGENAV-OMVS	Mauritanie	1	1	1	1	1	0
UB	Mali				1	0	0
UC	Guinée				1	0	0
UCAD	Sénégal	2	2	2	2	1	1
Unknown	Mauritanie	1	1	1			
Unknown	Mali	1	1	1	0	0	0
Unknown					4	4	3
#		21	20	20	36	29	23

## Institution

- AICS Agence italienne de coopération au développement
- CCR Centre Commun de Recherche
- CERES LOCUSTOX Centre Régional de Recherches en Ecotoxicologie et Sécurité
- CSE Centre de Suivi Ecologique
- DGPRE Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau
- DHB Direction d'Hydrologie et Barrages
- DNE Direction Nationale de l'Energie (Guinee)
- DNH Direction Nationale de l'Hydraulique (Mali)
- EI Expert indépendant pour le CCR/JRC sur WEFE Sénégal
- IPD Institut Pasteur de Dakar
- LCV Laboratoire Central Vétérinaire
- LNE Laboratoire National des Eaux
- MEE/OMVS Ministère de l'Eau et l'Energie, Cellule Nationale OMVS
- OLAC Office des Lacs et Cours d'eau
- OMVS Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
- OMVS/OMVG Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement Cellule Nationale / OMVS
- SOGED / OMVS Société de Gestion et d'Exploitation du barrage de Diama / OMVS
- SOGENAV-OMVS Société de Gestion et Exploitation de la Navigation sur le Fleuve Sénégal
- UB Université de Bamako
- UC Université de Conakry
- UCAD Université Cheikh Anta Diop de Dakar

# Thank you



© European Union 2021

Unless otherwise noted the reuse of this presentation is authorised under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license. For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders.