



European Commission



Bénin



Burkina Faso



Niger



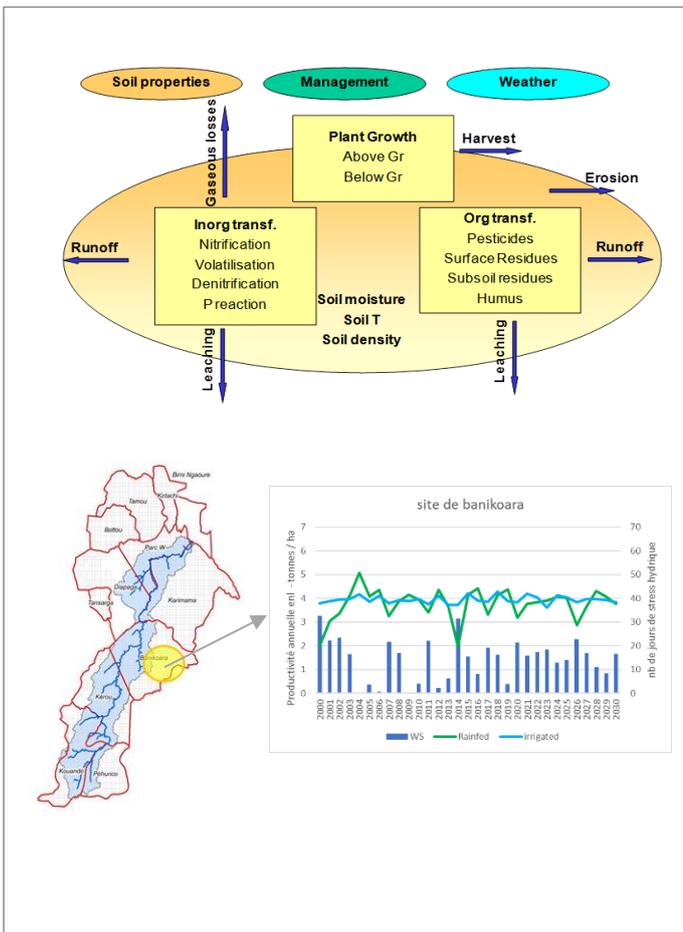
« L'eau au service de la croissance et de la lutte contre la pauvreté dans le bassin transfrontalier de la Mékrou »

E-WATER module

Modélisation et simulations de la production agricole avec le modèle EPIC

Théorie et Pratique

La Composante scientifique du projet Mékrou.



2017

This publication is a Technical report by the Joint Research Centre (JRC), the European Commission's science and knowledge service. It aims to provide evidence-based scientific support to the European policymaking process. The scientific output expressed does not imply a policy position of the European Commission. Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use that might be made of this publication.

Contact information

Name: César carmona Moreno
Address: vie E. Fermi, 2749
Email: cesar.carmona-moreno@ec.europa.eu
Tel.: +39 0332 78 9654

JRC Science Hub

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

JRC110195

Ispra: European Commission, 2017
© European Union, 2017

Reuse is authorised provided the source is acknowledged. The reuse policy of European Commission documents is regulated by Decision 2011/833/EU (OJ L 330, 14.12.2011, p. 39).

How to cite: M. Pastori, L. Cattaneo, C. Dondeynaz, Y. N'Tcha M'po, M. Hamatan: E-WATER module: Modélisation et simulations de la production agricole avec le modèle EPIC, Projet Mékrou, Commission Européenne, 2017.

For any use or reproduction of photos or other material that is not under the EU copyright, permission must be sought directly from the copyright holders.

All images © European Union 2017, except: p24 source <https://organicsoiltechnology.com/nitrogen-cycling-down.html>; p31-32 images from Google

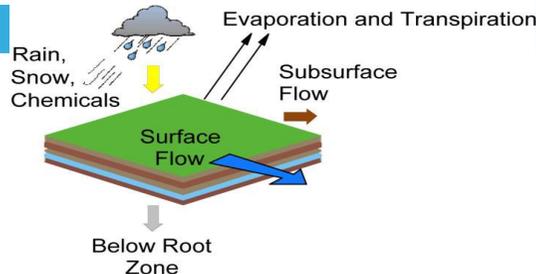
Remerciements

Le software E-Water a été développé et est un livrable du projet Mekrou " **Water for growth and poverty reduction in the Mekrou transboundary river basin (Burkina Faso, Benin and Niger)"project (2014-2017)**, financé par la Commission Européenne. Celui permet, à travers d'une interface, de faire des simulations, des scénarios multi-secteurs (agriculture, accès et usages de l'eau, développement économique...) sur le bassin de la Mékrou grâce à des modèles hydrologiques et agricoles et des analyses de la variabilité climatique. L'optimisation multi-objectives incluse dans ce module E-WATER permet d'identifier des stratégies possibles en optimisant plusieurs objectifs de développement définis par les décideurs politiques, étant, par la même, un appui à la décision.

Auteurs

Marco PASTORI (CCR-Italie), Luigi CATTANEO (CCR-Italie), Céline DONDEYNAZ (CCR-Italie), Yèkambessoun N'TCHA M'PO (Institut National de L'Eau-Bénin), Mohamed HAMATAN (AGRHYMET-Niger).

Ce manuel d'utilisation de E -Water a également bénéficié des contributions des partenaires scientifiques et techniques du Bénin, du Burkina Faso et du Niger durant les 4 ateliers scientifiques qui ont eu lieu en 2017.



E-WATER

Identification des meilleures pratiques de gestion agricole

**avec le modèle agronomique EPIC:
outil à l'appui à la décision**

Théorie et Pratique

Sommaire

PARTIE 1: Théorie et présentation du modèle EPIC

PARTIE 2: Spatialisation et données d'entrée

PARTIE 3: Exemple d'application et d'analyse sur le BV de la Mékrou

PARTIE 4: Pratique de Préparation des tables EPIC

PARTIE 5: Pratique de simulations EPIC avec E-WATER

Objectif

Agriculture est une activité clé sur le bassin de la Mékrou, la sécurité alimentaire n'est pas assurée pour tous , d'où l'intérêt de tester des scénarios de gestion agricole.

L' Agriculture est étroitement liée à l'utilisation et la gestion de l'eau (irrigation)

=> **ENJEU** : importance économique cruciale également liée à la sécurité alimentaire (pas assurée pour tous - enquête des ménages de 2016)

=> **OUTIL POSSIBLE**: MODELE AGRONOMIQUE et DE CROISSANCE DES CULTURES + base de données géographique

BESOINS EXPRIMÉS THEME: Agriculture

améliorer la gestion de l'irrigation, améliorer la fertilité des sols, augmenter la production, changement de culture, gestion des engrais organiques

Réponse possible

→ **Modèle agricole
+
ANALYSE MULTI-OBJECTIFS**

THEORIE

Avantages du Modèle, EPIC

- Inclus **les variables** qui impactent la production agricole : les pratiques de fertilisation, d'irrigation, de labourage, dates des semis ...etc.
- a **déjà été appliqué de l'échelle locale à continentale** (Gassman et al., 2005) et dans une évaluation mondiale à l'échelle nationale (Liu et al., 2008; Liu, 2009; Folberth et al., 2012)
- A été **appliqué pour répondre à des objectifs multiples** comme de planification d'irrigation (Rinaldi, 2001), analyse des rendements liés avec l'eau et les nutriments nécessaire, impacts du changement climatique (Mearns et al., 1999), etc.
- un **software open source**, maintenu régulièrement et bien documenté code source disponible;
- peut être **associé** avec des routines de croissance des cultures avec le modèle hydrologique **SWAT**
- **Plus de détails:** Environmental Policy Integrated Climate model; Willians 1995;
<http://epicapex.tamu.edu/epic/>

Modèle EPIC

(Environment Policy Integrated Climate model)

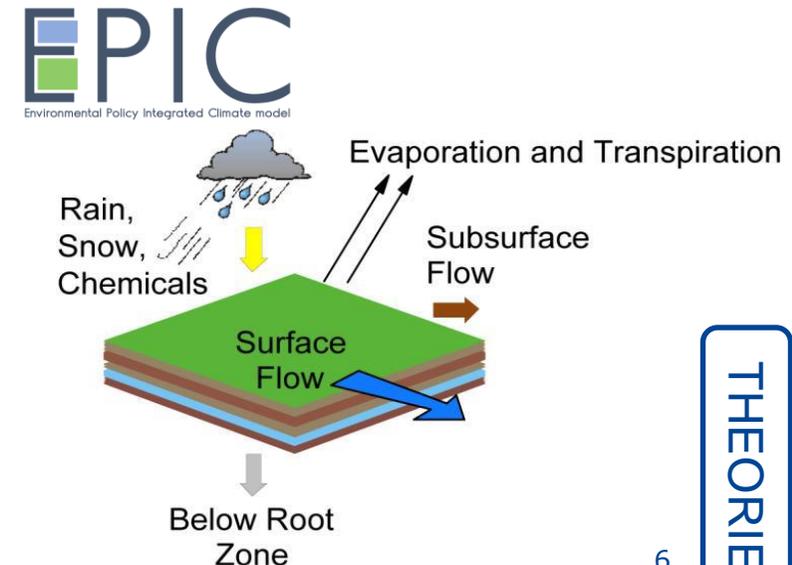
Historique

- ❑ Il a été développé par le groupe de modélisation USDA dans le début les années 1980.
- ❑ Le premier objectif était l'analyse de l'érosion mais dans années suivants le modèle a été développé dans une optique agricole et environnementale.
- ❑ Ce modèle a été appliqué dans des contextes environnementaux à travers le monde avec des objectifs très divers:
- ❑ ex: perte en nutriments /sédiments, études sur fertilisation/irrigation, impact des pratiques agricoles, cycle des nutriments, perte des sols, érosion, évaluation économiques, impacts du changement climatique, rendements agricoles.

Modèle *EPIC*

(*Environment Policy Integrated Climate model*)

- ❑ Est un modèle biophysique de gestion des terres cultivées
- ❑ Il peut s'appliquer à l'échelle de la ferme (à l'échelle de la parcelle)
- ❑ Il propose une modélisation à un pas de temps journalier
- ❑ Il simule le développement d'une culture, voire de cultures associées (c'est-à-dire plusieurs espèces cultivées en même temps) ou encore d'une succession culturale, en fonction de tous les paramètres agronomiques: **climat, sol, et pratiques agricoles**



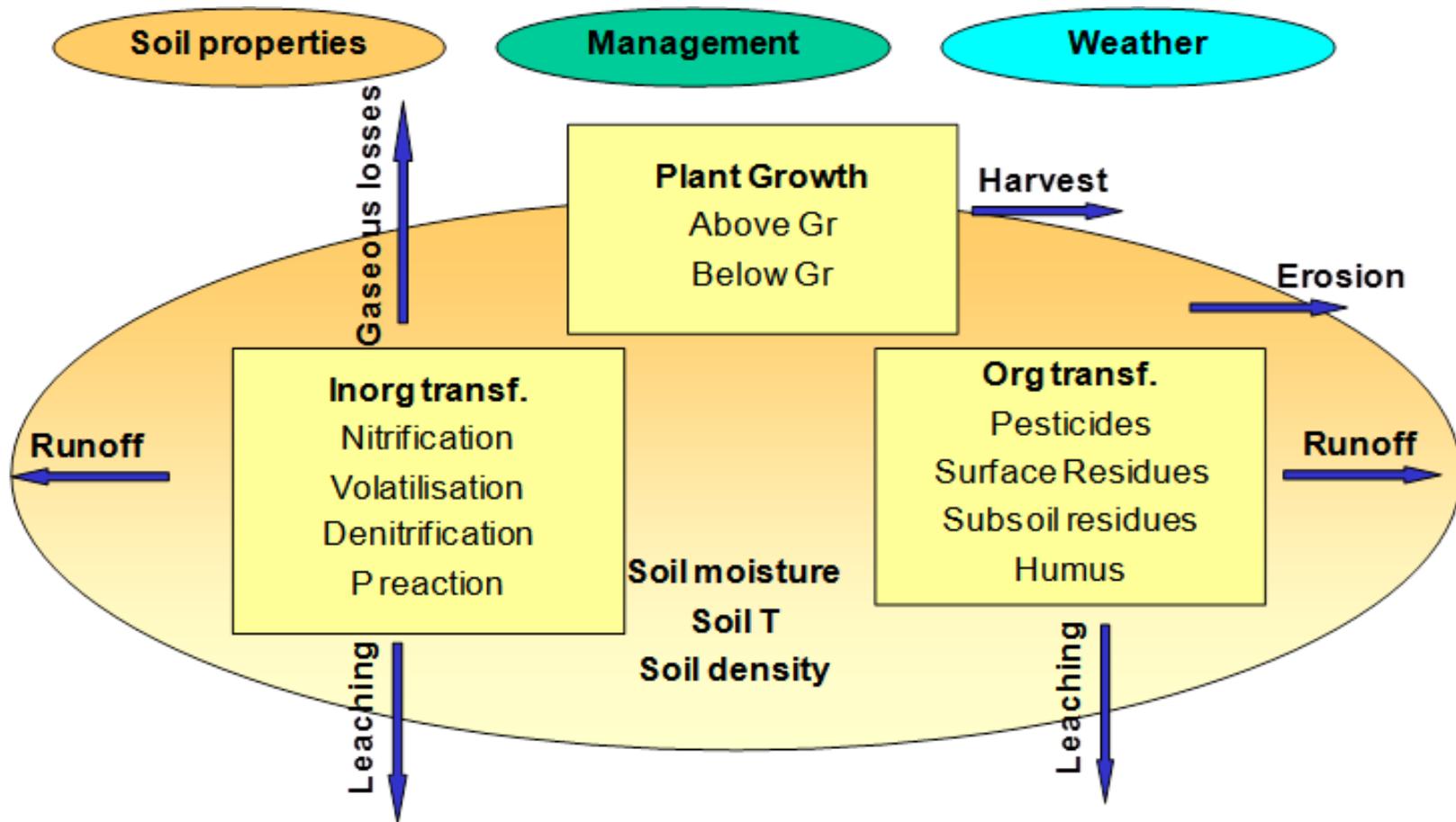
Modèle EPIC ***(Environment Policy Integrated Climate model)***

❑ **Input:** Entrées assez facilement disponibles

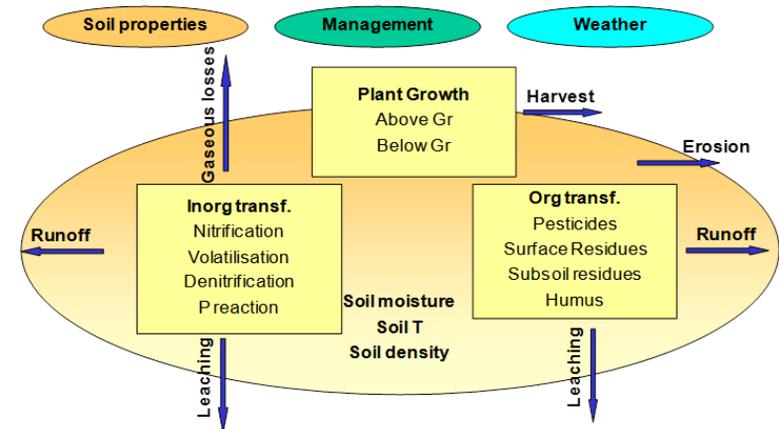
→ Entrée basée sur les caractéristiques bio-physiques

→ EPIC utilise des données d'entrée facilement disponibles. Sa mise en œuvre peut s'adapter à la disponibilité des données existantes.

❑ **Output:** Le modèle permet des simulations à long terme à un pas de temps journalier



Modèle EPIC



EPIC est capable de simuler une multitude de processus dont:

- ❑ **La croissance de la culture:** la croissance journalière de la culture affectée par le climat/sol et les pratiques de gestion, la productivité des rendements de biomasse totale, la croissance des racines, le facteur de stress impactant les rendements.
- ❑ **Le bilan hydrique simplifié:** le ruissellement de surface, la percolation et le flux latéral de sub-surface, évapotranspiration
- ❑ **La qualité du système Sol-Eau:** le cycle des nutriments et la balance de N et P sont considérés avec le calcul des processus de transformation, des prélèvements de la plante et les mouvements dans le sol

Modèle EPIC

Structure

Climat



EAU

Irrigation

Usage de l'eau et besoins

Evaporation au niveau du Sol

Transpiration Plante

Surface et flux sub-surface
(ruissellement)

Flux sous la zone racinaire
(percolation)



SOL

Croissance des racines

Culture

Développement phénologique

Leaf Area Index (LAI)

Adsorption du rayonnement
solaire

Croissance potentielle de la
biomasse

Efficacité de la récolte (HI)

Nutriments

Fertilisation

Besoins en N

Dynamique N : fixation,

minéralisation, SOM

décomposition, Fumiers,
dénitrification, ...

Modèle EPIC

Caractéristiques principales (structure)

- ❑ Le modèle peut être divisé en 9 composantes séparées :
 - Météo
 - Hydrologie
 - Erosion,
 - Nutriments
 - Température des sols
 - Croissance de la plante
 - Contrôle de la plante
 - Labourage
 - Budget économique.

Météorologie

Les variables météo incluses dans le modèle EPIC sont à un pas journalier:

- ❑ Précipitation, maximum et minimum de température, radiation solaire, vitesse du vent et humidité relative (les méthodes Penman sont utilisées pour le calcul de ETP)
- ❑ Plusieurs options sont disponibles: toutes les variables entrées par l'utilisateur lui-même, des variables générées (par les statistiques mensuelles) et toutes les variables générées.

Bilan hydrologique

Le bilan hydrique journalier calcule la variation du stockage de l'eau du sol en fonction :

- des précipitations quotidiennes (P)
- de l'écoulement de surface (SR)
- de l'évapotranspiration (ET)
- de l'infiltration dans la zone vadose du sol (zone non saturée) (INF)
- du Flux latéral

Bilan hydrologique

Plusieurs entrées sont requises pour le calcul de cette composante

Les processus clés sont:

Écoulements de surface: estimé avec méthode SCS Curve Number (USDA Soil Conservation Service)

Écoulements souterrains superficiels: flux correspondant à la percolation des eaux et au flux latéral :

=> quantité d'eau qui entre dans le sol qui peut être prélevé par la plante, évaporer ou se déplacer latéralement. Quand la capacité de rétention maximum en eau du sol est dépassé, l'eau devient disponible pour la percolation et le déplacement latéral etc....

Evapotranspiration

Bilan hydrologique

Ecoulement de surface

Il est estimé avec méthode SCS Curve Number (USDA Soil Conservation Service)

$$ES(Q) = (P - 0.2 * s)^2 / P + 0.8 * s, P > 0.2s$$

$$ES(Q) = 0, P \leq 0.2s$$

Avec :

P: précipitation

s: est le paramètre de rétention qui est une fonction du nombre de courbe pour un jour (curve number -CN- for the day). CN est une fonction de perméabilité, de l'utilisation et des conditions d'humidité du sol.

$$s = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) [\text{mm}]$$

S est ensuite corrigé en fonction de l'humidité du sol

Bilan hydrologique

Flux de Sub-surface

Il inclut une composante verticale et horizontale calculée simultanément en utilisant les équations de routage de stockage et de réseau d'eau.

Les flux verticaux et horizontaux sont partitionnés en 2 composantes: une fonction du temps de voyage vertical et une du voyage horizontal.

La composante du flux vertical (ou percolation) qui va dans l'aquifère souterrain n'est pas simulé dans EPIC. Cette eau est considérée comme perdue pour le système.

Les drains passent à travers des couches successives en suivant l'approche du routage de stockage qui est une fonction de paramètres clés du sol:

→ Eau contenue par la capacité du champs (rétention max d'eau), la conductivité saturée et la porosité des sols.

Bilan hydrologique

Flux de Sub-surface

Le flux de la couche superficielle à la suivante plus profonde se produit lorsque l'eau du sol contenue excède la capacité de rétention de cette 1^{ère} couche. La deuxième couche se remplit jusqu'à ce que sa capacité limite soit atteinte et ainsi de suite....

Le bilan de l'eau du sol est simulée par l'équation de routage

$$SW_l = (SW_{0l} - FC_l) \exp(-\Delta t / TT_l) + FC_l$$

Où

$$TT_l = PO_l - FC_l / SC_l$$

SW_l : soil water content initial and final for layer l
 Δt : time interval (24h)

TT_l: travel time through the soil layer

PO_l: soil porosity

FC_l: soil water content (field capacity)

SC_l: soil saturated conductivity

Bilan hydrologique

Evaporation Potentielle (ETP)

5 options différentes peuvent être utilisées pour l'estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP):

- Hargreaves (Hargreaves and Samani, 1985)
- Penman (1948)
- Priestley-Taylor (1972)
- Penman-Monteith (Monteith, 1965)
- Baier- Robertson (1965)

La méthode Penman-Monteith nécessite les valeurs de radiation solaire, température, vitesse du vent et humidité relative.

Erosion de l'eau

Conceptualisation générale des sédiments par le modèle EPIC

Plusieurs méthodes peuvent être sélectionnées par l'utilisateur afin d'estimer l'érosion

En général dans EPIC, l'eau qui induit l'érosion est calculée en réponse :

Aux Précipitations, au ruissellement et pratiques d'irrigation

Les méthodes "USLE" et "RUSLE" sont généralement utilisées et dépendent principalement des pluies à laquelle est associé un indicateur de l'énergie érosive

Water erosion equations:

- a. MUSLE variation 1 (MUST) (Williams, 1995)
- b. Onstad-Foster modification of the USLE (AOF) (Onstad and Foster, 1975)
- c. Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier and Smith, 1978)
- d. MUSLE variation 2 (MUSS) (Williams, 1995)
- e. Modified USLE (MUSLE) (Williams, 1975b)
- f. MUSLE with input coefficients (MUSI)
- g. Revised USLE (RUSLE) (Renard et al., 1997)
- h. RUSLE2 (Foster, 2005)

Options to calculate the slope length and steepness factor:

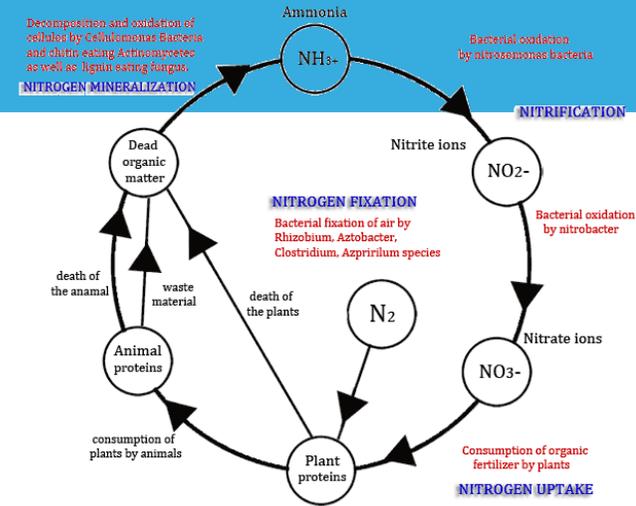
- a. RUSLE slope length and steepness factor (preferred for steep slopes >20%)
- b. MUSLE slope length and steepness factor

Cycle des nutriments

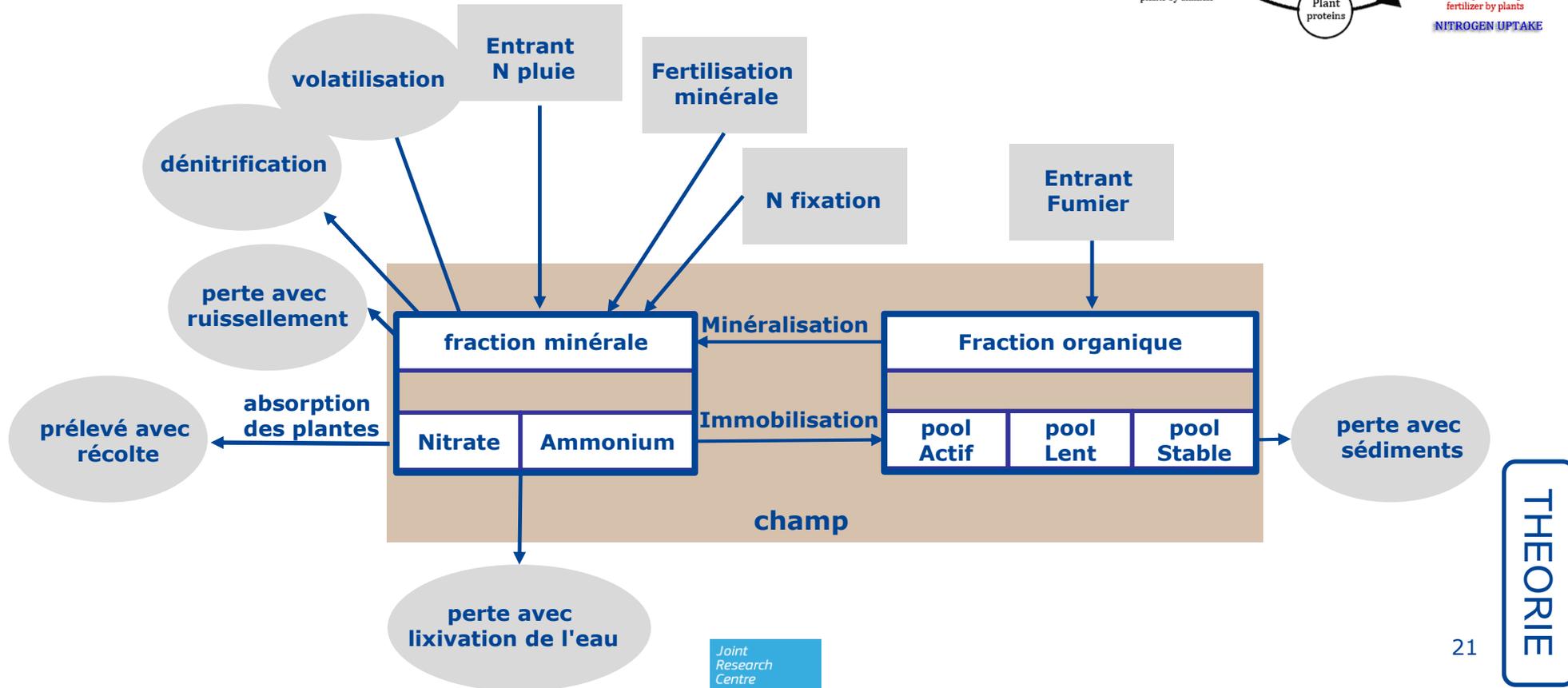
Conceptualisation générale de la balance des nutriments par le modèle EPIC

- ❑ Les nutriments sont les entrants pour la croissance et la productivité d'une culture
- ❑ EPIC prend en compte tant le cycle de l'azote que le cycle du phosphore
- ❑ Un cycle complet du N est simulé dans EPIC en considérant:
 - les entrants de l'azote atmosphérique,
 - la fertilisation minérale,
 - Les entrants organiques (fumiers),
 - Les prélèvements de la plante,
 - La dénitrification,
 - la minéralisation,
 - L'immobilisation,
 - la nitrification,
 - La volatilisation,
 - et leurs transports avec les sédiments et l'eau.

Cycle des nutriments



Conceptualisation générale de la balance des nutriments



THEORIE

Cycle des nutriments

Conceptualisation générale de la balance des nutriments par le modèle EPIC

- ❑ Les Pertes en Nitrates sont relatives aux processus de percolation, de ruissellement et de flux latéral de sub-surface
- ❑ La Dénitrification est considérée par le modèle comme une fonction exponentielle de la température, du carbone organique, de la concentration de nitrate et la quantité d'eau du sol. La dénitrification se produit quand l'eau contenue dans le sol dépasse 90% ou plus de saturation (conditions anaérobiques requises)
- ❑ La Nitrification est la conversion de l'ammoniac en nitrate. Elle est estimée avec un taux de premier ordre cinétique et en fonction de la température, la capacité de rétention d'eau du sol et le pH du sol.

Cycle des nutriments

Conceptualisation générale de la balance des nutriments par le modèle EPIC

- ❑ La Volatilisation, la perte de l'ammoniaque dans l'atmosphère est simulée de manière simultanée avec la nitrification comme fonction de la température et de la vitesse des vents.
- ❑ La Minéralisation (transformation de la forme organique à ammoniacale) est simulée avec la modification de la minéralisation dans le modèle PAPRAN (Seligman and Van Keulen, 1981): la minéralisation peut se faire à partir de la matière organique fraîche (fresh organic pool) qui sont associées avec les résidus de cultures, la biomasse microbienne et des réserves organiques stables (stable organic pool) qui sont associées à l'humus du sol. La minéralisation de la matière organique fraîche est principalement contrôlée par les ratios de C:N et C:P, l'eau du sol, la température et le stade de décomposition des résidus.
- ❑ L'immobilisation est calculée grâce à une modification du modèle PAPRAN en soustrayant la quantité de N contenu dans les résidus de cultures de la quantité absorbées par les micro-organismes.

Cycle des nutriments

Conceptualisation générale de la balance des nutriments par le modèle EPIC

- ❑ Le prélèvement par la culture est aussi un processus central

- ❑ Il est estimé en utilisant une approche offre–demande:
La demande journalière de N est le produit de la croissance de la biomasse et de la concentration optimale de N dans la plante (selon son stade de développement). L’approvisionnement du sol en N est conditionné par le flux de nitrates vers les racines.

- ❑ Avec une approche similaire, les cycles de P et C cycle sont simulés par EPIC

Processus de croissance des cultures

Conceptualisation générale croissance des cultures par le modèle EPIC

- ❑ un modèle simple est utilisé pour simuler toutes les cultures considérées
- ❑ Evidemment, chaque culture a des valeurs de paramètres uniques dans le modèle
- ❑ EPIC est capable de simuler la croissance de cultures annuelles ou pérennes: les cultures annuelles croient de la date des semis à la récolte, les cultures pérennes maintiennent leurs systèmes racinaires tout au long de l'année, même s'il peut devenir dormant.
- ❑ Le modèle est aussi capable de simuler un mixe de plantes (jusqu'à 10 cultures peuvent croître dans le même espace et temps).

Processus de croissance des cultures

La croissance des plantes par le modèle EPIC

- La croissance des plantes est modélisée en simulant le développement de la zone foliaire (LAI index), l'interception de la radiation et la conversion de la radiation interceptée en biomasse → le développement phénologique de la plante est basé sur les unités de chaleur accumulées (**Phenologic Heat Unit - PHU**) qui sont fonction de la température de l'air.
- La croissance des plantes peut être réduite en raison des températures extrêmes, de l'apport en eau et des nutriments insuffisants.
- Lorsque la maturité de la plante est atteinte, la plante cesse de transpirer et d'absorber de l'eau et des nutriments.
- La biomasse de la plante simulée reste stable jusqu'à ce que la plante soit récoltée: un indice de récolte (Harvest Index) est utilisé pour définir la fraction de biomasse sèche récoltée (rendement - yield)

Processus de croissance des cultures

La croissance des plantes par le modèle EPIC

Le développement phréologique de la culture est basé sur l'unité journalière de chaleur (HU) cumulées après les semis :

$$HU_i = \frac{T_{mx,i} + T_{mn,i}}{2} - T_{b,j}$$

HU_i : number of Heat Units accumulated during a day

T_{mx,i} : Maximum temp. of the day *i*

T_{mn,i} : Minimum temp. of the day *i*

T_{b,j} : crop specific base temperature: no crop growth below this temperature

$$HUI_i = \sum_{k=1}^i \frac{HU_k}{PHU_j}$$

HUI_i : heat unit index ranging from 0 to 1 for day *i*

PHU_j : total PHU required for crop maturity

Processus de croissance des cultures

La croissance des plantes par le modèle EPIC

Croissance potentielle

- La croissance potentielle journalière de la culture est estimée grâce à une fonction de la radiation solaire

Interception of the photosynthetic active radiation

$$\Delta B_{p,i} = 0.0001 BE_j (PAR)_i$$

***PAR_i : radiation active photosynthétique/
photosynthetic active radiation***

Potential biomass production/day

$$PAR_i = 0.02092 (RA)_i (1.0 - e^{-0.65 LAI})_i$$

***RA_i : Radiation solaire pour le jour i /solar radiation
for the day i***

LAI : Leaf Area Index pour le jour i

Adjusted daily total biomass production/day

$$B_m = \sum^{ndays} \Delta B_i$$

***BE_i : paramètre spécifique de la culture de
conversion énergétique/ crop specific parameter for
Energy conversion***

Bi : Biomasse de la culture/crop biomass

Processus de croissance des cultures

Limites de la croissance

- ❑ La croissance potentielle de la culture et son rendement ne sont généralement pas atteints en raison de contraintes imposées par l'environnement de la plante.
- ❑ Le modèle estime les stress relatifs à l'eau, aux nutriments, à la température, à l'aération et la radiation. Ces stress ont une valeur entre 0.0 et 1.0 et affectent les plantes de plusieurs manières.

→ La croissance de la culture est ajustée journalièrement, si un des facteurs de stress de la plante est de moins de 1.0, utilisant le facteur le plus limitant.

WS_i : facteur de stress lié à l'eau par jour de culture i / water stress factor for crop day i

AEP_i : eau utilisée par la plante (mm) pour une jour i / water used by plant (mm) of the day i

EPI : Potentiel journalier d'utilisation de l'eau pour la culture (mm) / potential crop daily water use rate (mm)

→ Calcul de Stress : exemple pour l'eau

$$WS_i = \frac{AEP_i}{EPI}$$

Les pratiques de gestion

- ❑ Le contrôle de l'environnement de la plante inclut des mécanismes d'application d'irrigation, fertilisants, pesticides ou pratiques de système de labours.

Les pratiques de gestion les plus importantes sont:

- La gestion de la culture (Planification des semis, labours et récoltes)
- La gestion de l'irrigation
- La gestion de la fertilisation (chimique et utilisation de fumiers)
- Autres opérations (pesticides, labours, systèmes de drainage, etc)

Les pratiques de gestion

IRRIGATION

- ❑ L'utilisateur EPIC à l'option de simuler les terres sans irrigation et les zones agricoles irriguées .
- ❑ L'irrigation avec arroseur ou par sillon peuvent être simulées et un programme d'irrigation appliqué.
- ❑ Les apports d'irrigation peuvent être simulés à des dates (et quantités) spécifiques (définies par l'utilisateur) ou avec une routine d'auto-irrigation (calculer par rapport au stress hydrique journalier de la plante)
- ❑ Routine d'auto-irrigation:
 - niveau de stress hydrique de la plante ($[0-1]$: 1 où 1= pas de stress);
 - volume max appliqué durant la saison végétative (mm);
 - Fraction perdue du ruissellement;
 - Chaque apport min et max en volumes (mm);
 - L'intervalle de temps min entre deux irrigation, en nombre de jours



Les pratiques de gestion

FERTILISATION

- ❑ L'application de fertilisants fonctionne de la même façon que celle pour l'irrigation – une programmation peut être mise en place ou être automatique– de manière fixe ou variable.
- ❑ Entrées requises pour une version automatique inclus:
 - *Un seuil (stress N de la plante entre (0-1)*
 - *Un max annuel de N apporté à la culture en kg ha-1*
 - *Un minimum de temps entre les apports, en nb de jours.*
- ❑ Les Apports Automatiques sont déclenchés seulement quand l'azote représente une limite active de croissance de la culture, même si le seuil est dépassé. Les apports annuels N et P varient selon les besoins de la culture, la capacité des sols à subvenir à ces besoins et la magnitude du stress N par rapport aux stress hydrique et des températures.



EPIC dans le bassin du fleuve Mekrou

Spatialisation du modèle & Données d'entrée

Liens EPIC-GIS:

- Les modèle EPIC est développé avec l'hypothèse d'un terrain/champs homogène (sol, climat, occupation et gestion homogènes) à appliquer à l'échelle d'une ferme (localisation spécifique, à l'échelle de la parcelle)
 - l'objectif est d'étendre l'application à l' échelle régionale
=> multitude de sols, météo, occupation des sols et conditions de gestion .
 - Passer de l' échelle du champs à l' échelle régionale
- = gérer des échelles de temps et spatiales différentes + des données avec des résolutions différentes

SOLUTION

Créer une geo-database pour permettre les simulations EPIC

Trois composantes

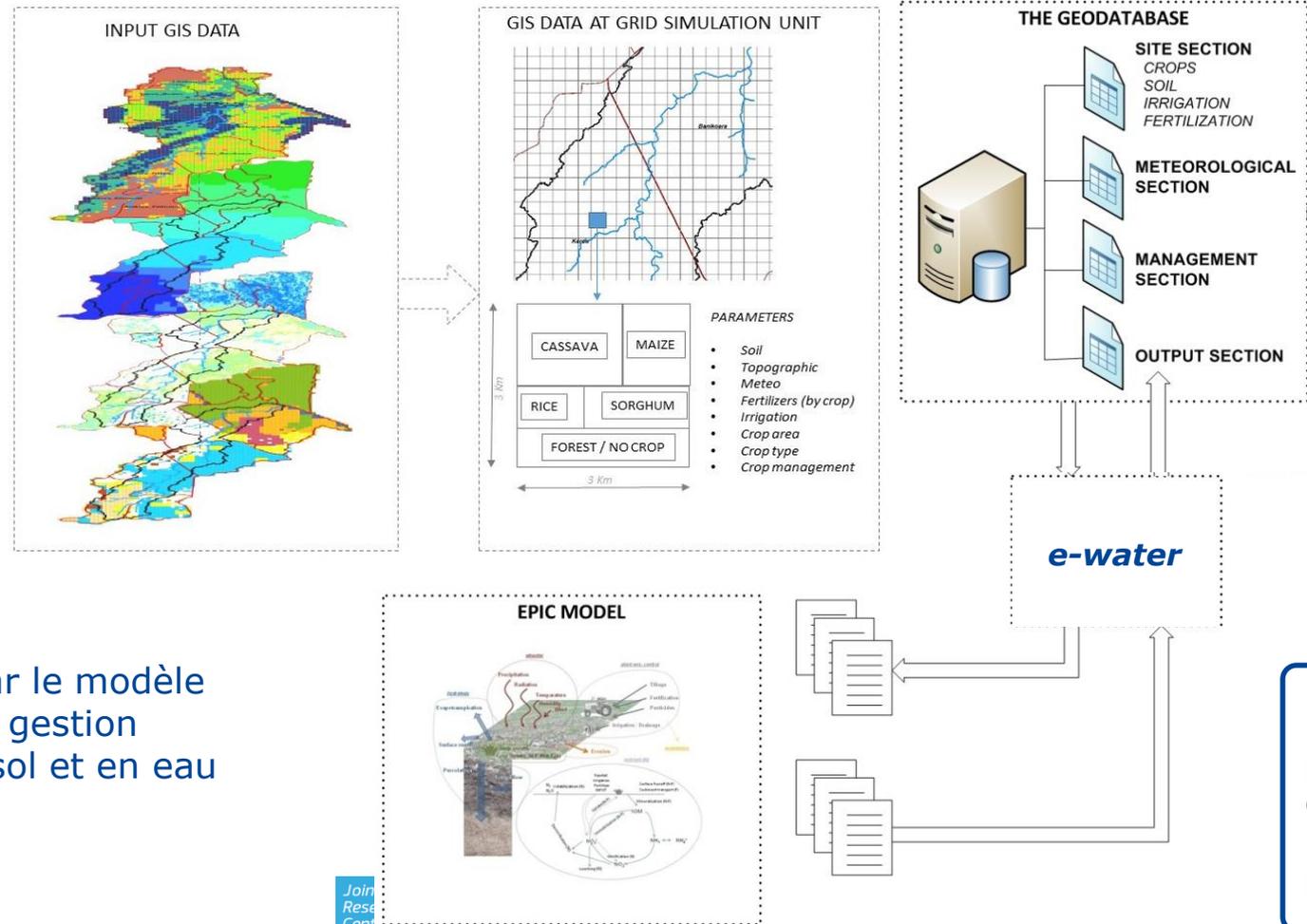
La géo-database

Contient toutes les données nécessaires (sols, caractéristiques des cultures, fertilisation...)

Composante e-water
Contrôle les entrées et sorties de la géodatabase

Modèle EPIC :

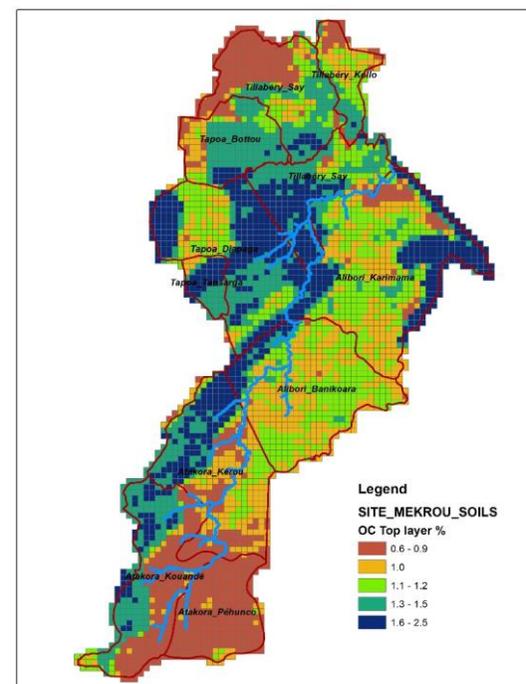
simulations continues par le modèle selon paramétrage de la gestion agricole, ressources du sol et en eau



DONNEES DES SOLS REQUISES

=> FAO Harmonized World Soil Database avec une résolution de 1 km afin de renseigner chaque unité de sols avec sa topologie et les caractéristiques de deux couches
Données disponibles dans BD : texture, drainage, AWC, profondeur des sols, carbone organique, % graviers, densité, CaCO₃, TSB, etc.

FIELD NAME	DESCRIPTION	UNIT	SOURCE
Silt	Silt content	% _w	HWSD v.11
Sand	Sand content	% _w	HWSD v.11
Clay	Clay content	% _w	HWSD v.11
pH	pH	-	HWSD v.11
OC	Organic carbon	% _w	HWSD v.11
OM	Organic matter	% _w	Calculated; [OM = OC * 1.714]
Gravel	Gravel content	% _{vol}	HWSD v.11
CEC	Cation exchange capacity	cmol kg ⁻¹	HWSD v.11
CaCO ₃	Carbonate content	% _w	HWSD v.11
Bd	Bulk density	kg dm ⁻³	HWSD v.11
Ks	Saturated conductivity	mm h ⁻¹	Calculated; [Ks = Exp(7.755 + 0.0352*Silt + 0.93 - 0.967*Bd ² - 0.000484*Clay ² - 0.000322*Silt ² + 0.001/Silt - 0.0748/OM - 0.643*Ln(Silt) - 0.01398*Bd*Clay - 0.1673*Bd*OM + 0.02986*Clay - 0.03305*Silt) (Wösten et al. (1999))]

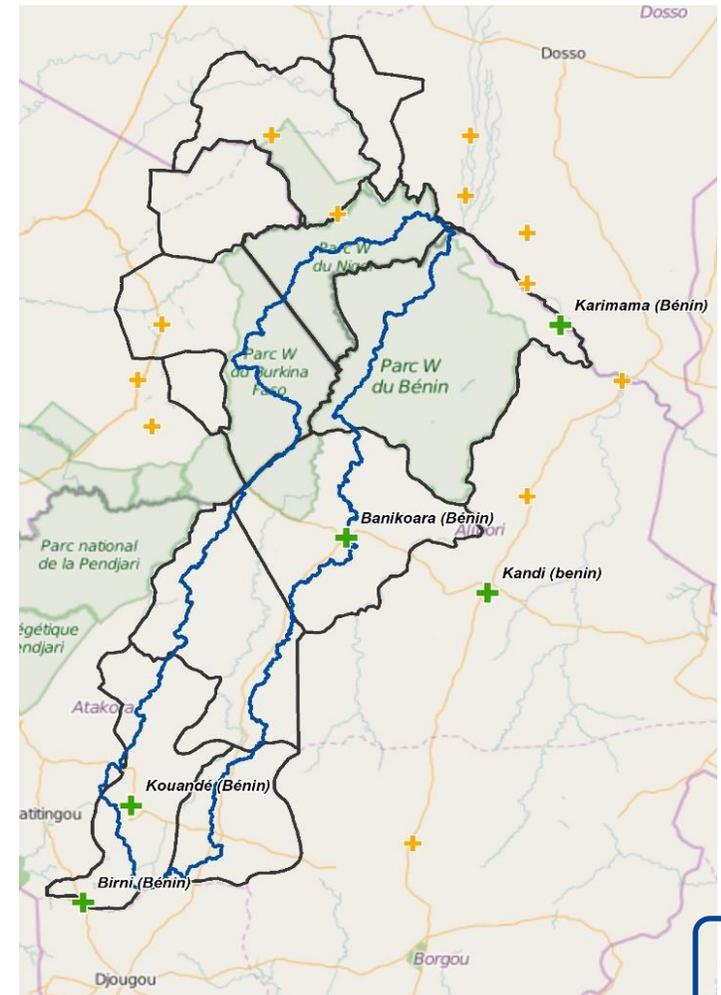


DONNEES METEO DATA REQUISES

8 variables climatiques: précipitation, fréquence des jours pluvieux, temperature, Intervalle de températures diurnes, humidité relative, durée d'ensoleillement, fréquence de sol gelé, vitesse du vent.

Exemple de série journalière requises par EPIC:

Year	Mon.	d	SRad	Max T	Min T	Rain	RH	Wind v.
1990	1	1	20.4	34.84	21.28	0.00	0.20	3.63
1990	1	2	20.7	34.80	19.67	0.00	0.19	3.46
1990	1	3	20.9	35.19	19.22	0.00	0.19	2.79
1990	1	4	20.9	34.70	18.00	0.00	0.21	2.33
1990	1	5	20.8	35.45	18.68	0.00	0.22	2.14
1990	1	6	20.9	35.54	19.58	0.00	0.21	2.61
1990	1	7	20.8	35.42	19.84	24.00	0.19	3.63
1990	1	8	20.8	33.49	20.83	0.00	0.16	4.36
1990	1	9	20.7	34.39	20.72	0.00	0.18	3.98



Données METEO Locales

Les données locales sont essentielles
produire des analyses précises en
particulier sur les données journalières

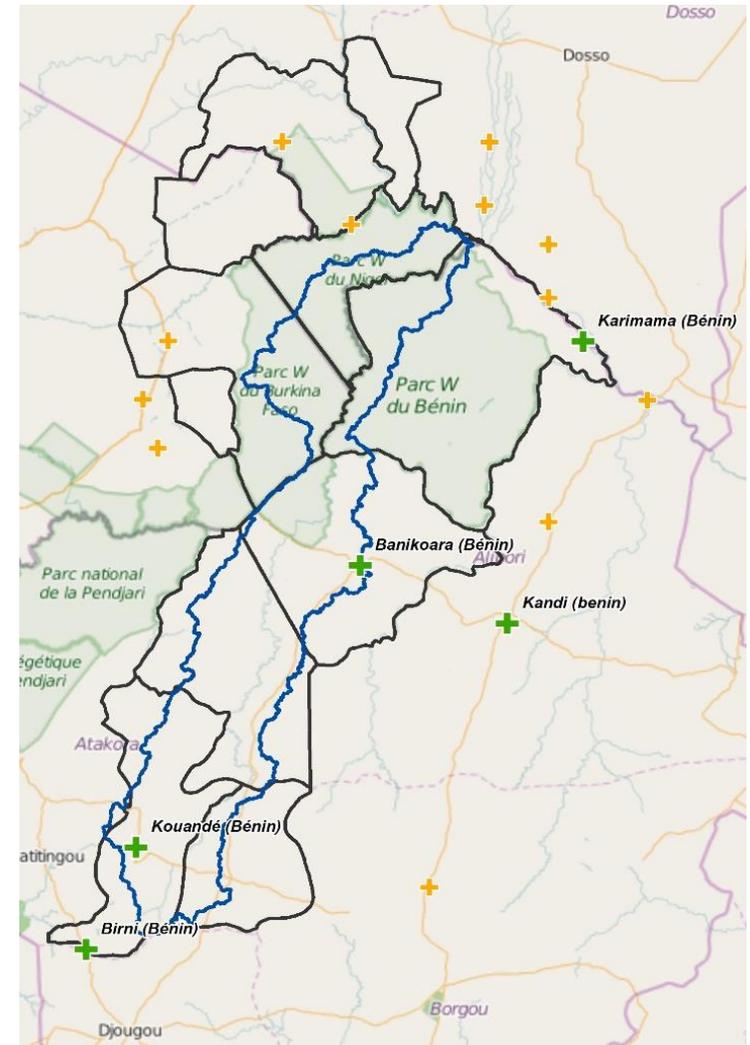
Les données globales sont suffisantes pour des analyses de long terme avec des statistiques mensuelles.

Le modèle n'acceptent pas de données manquantes

5 stations identifiées dans la BD locale

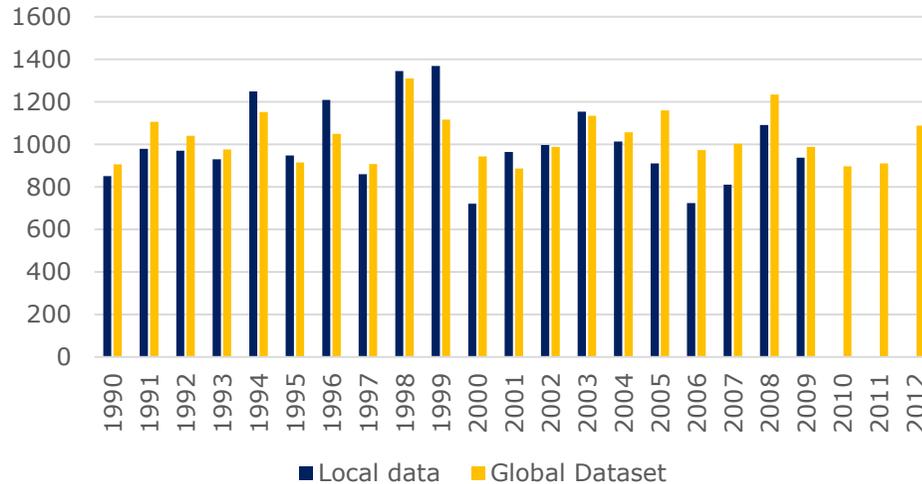
Etapes d'intégration:

- DONNEES MANQUANTES complétées avec les données globales (ERA-Interim global atmospheric reanalysis, resolution 0.1 degree 1989 - 2015)
- Chaque cellule est associée à un ID de station météo selon la proximité et gradient Nord-Sud.



Banikoara

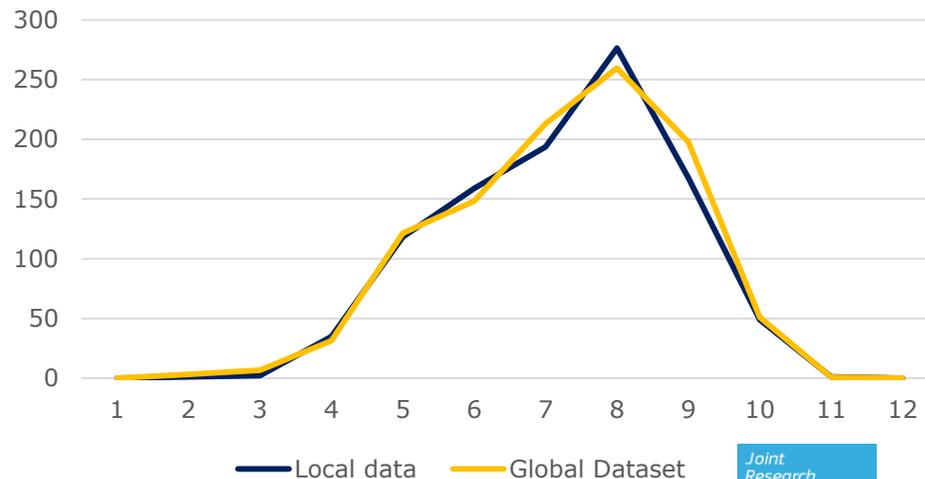
Précipitation Annuelle



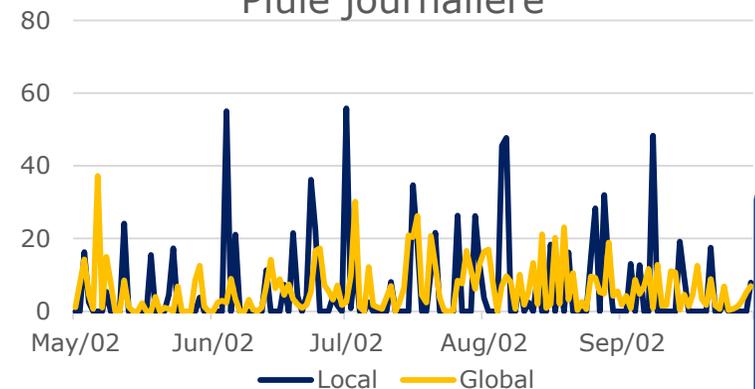
Généralement bonne concordance entre les 2 séries de données

- Précipitations annuelles sont similaires
- Précipitations mensuelles (période 1990-2010) ont une courbe similaire

Précipitation Mensuelle



Pluie journalière



Données climatiques

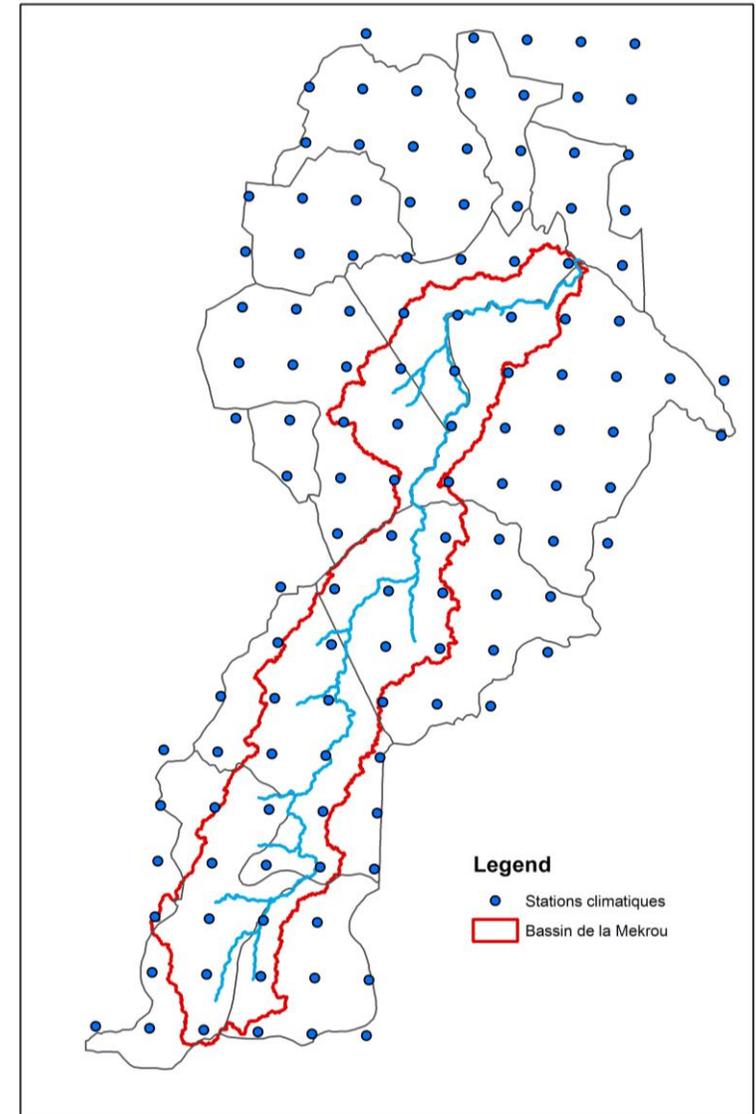
□ Données ERA-Interim (ECMWF)

1990-2012 au pas de temps journalier

10' de résolution

125 points sur l'ensemble du bassin du Mékrou

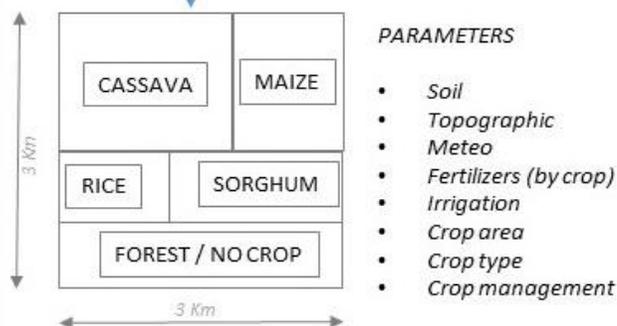
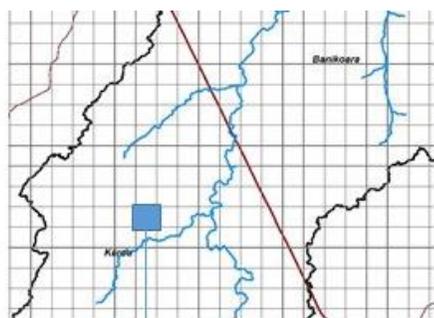
Paramètres: Précipitation, Températures max et min, Radiation solaire, Humidité Relative, Vent



DONNEES OCCUPATION DES SOLS REQUISES

- Classes d'occupation des sols dominantes dans le BV Mékrou : prairies arbustives, prairies herbacées et Forêt
- Terres cultivées = 20-24 % du BV de la Mékrou même si le secteur agricole est le secteur économique principal de cette zone.

UNITE de SIMULATION



Le modèle EPIC exige:

Le type spécifique de culture (et la gestion correspondante) par UNITE de simulation.

Pour avoir une distribution préliminaire, une série de données dérive des données censitaires, ajustées à la taille de la cellule:

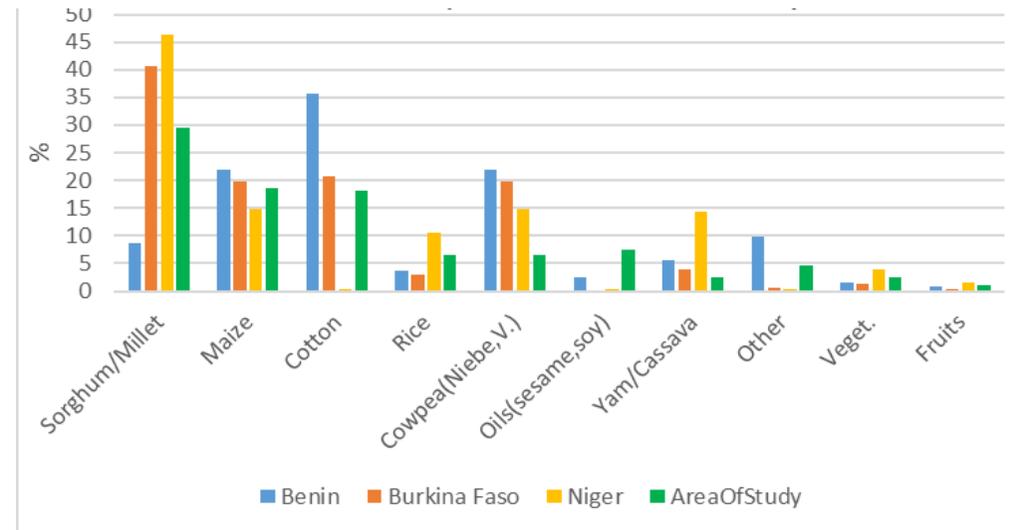
Unité simulation = 3km (résolution originale 5 arcminutes)

Source : données disponibles gratuitement <http://mapspam.info/> Spatial Production Allocation Model (SPAM) 2005 Ver 1.0.

La cohérence avec les statistiques agricoles locales, la surface totale des cultures calculées correspondent à celles recensées pour chaque commune.

DONNEES d'OCCUPATION des sols

- Le coton est dominant à Kerou (69%), Banikoara (44%) et Pehunco (32%) du total des terres cultivées;
- Le maïs est dominant à Banikoara et Pehunco au Bénin, et assez important dans les communes du Niger (autour de 22%);
- Le riz est important in Karimama (22% des terres cultivées) et dans le parc W (11%);
- Les tubercules (Manioc et Igname) sont dominants à Kouandé (24% des zones moissonnées) et Pehunco (17%).
- Les haricots (Niébé ou voandzou) sont localement dominants à Karimama au Bénin (23% des terres cultivées) et à Birni pour le Niger (12%).



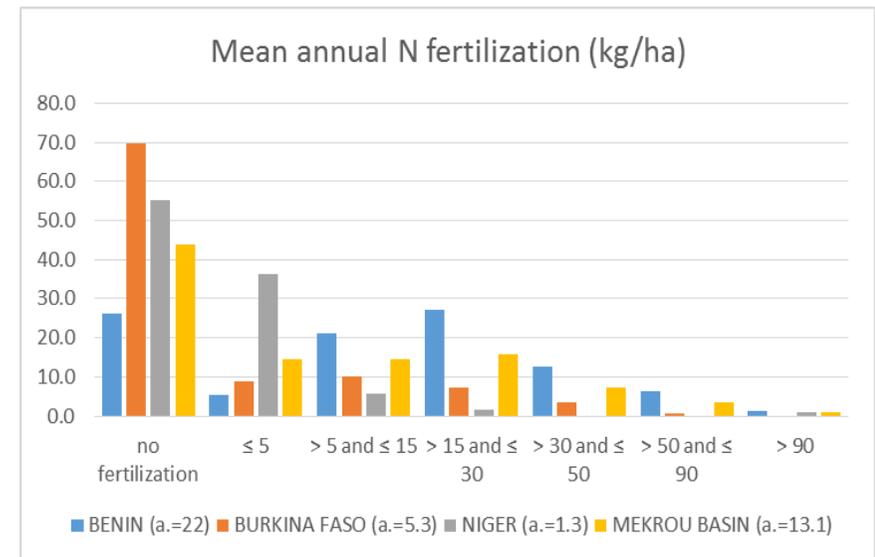
GESTION DE LA CULTURE

Les pratiques de gestion agricoles sont des données très important dans le modèle EPIC, soient:

- Planning et caractéristiques des opérations agricoles : planification des semis, labours et récoltes, fertilisation chimique, utilisation de fumiers, irrigation.
POUR CHAQUE CULTURE
- Ces pratiques peuvent être considéré homogène à l'échelle administratif de la commune. Il n'est pas nécessaire de détailler les pratiques agricole à une résolution plus grande (comme celle d'une grille de 3 km).
- Les pratiques agricoles sont considérées homogènes à l'intérieur d'une même commune

GESTION DE LA CULTURE

- FERTILISATION (organique et minérale)
 - Les statistiques nationales rapportent un faible niveau d'utilisation des fertilisants <20 kg/ha d'Azote au Benin, Niger et Burkina Faso
 - Selon l'enquête des ménages, la moyenne de fertilisation Azotée (N) est supérieur au Benin avec 22 kg/ha
 - Burkina Faso estimé à 5.3 kg/ha en moyenne et 1.3 kg N / ha au Niger.
- Les fumiers sont également importants pour la productivité et la fertilisation des sols



GESTION DE LA CULTURE

FERTILISATION (organique et minérale)

- Numéro total d'animaux par commune permet d'estimer la quantité potentiel N disponible pour l'agriculture grâce à des coefficients d'excrât de référence
- C'est une valeur potentielle parce cela suppose une distribution uniforme de ces fertilisants sur les cultures

a) Livestock statistics at commune level and final average N from manure									
NUTS_ID	Commune	Country	tot n ° of animals					cropland [km ²]	Average annual N from manure [kg N/ ha]
			Cattle	Sheep	Goats	Pigs	Chicken		
1062	Banikoara	Benin	181,887	63,859	51,783	2,463	253,626	1300	10.2
1063	Karimama	Benin	42,621	23,009	37,448	501	53,140	1290	2.6
1064	Kerou	Benin	93,861	21,660	25,992	8,664	59,205	483	14.2
1065	Kouande	Benin	72,779	32,924	20,505	3,610	50,469	957	5.6
1066	Pehunco	Benin	55,595	19,639	6,642	289	36,101	283	13.8
1067	Bottou	Burkina Faso	35,000	47,400	69,200	9,500	110,000	543	6.5
1068	Diapaga	Burkina Faso	23,150	27,200	37,300	10,600	82,000	275	8.7
1069	Tansarga	Burkina Faso	10,400	14,200	19,300	5,100	45,000	231	4.9
1070	Kirtachi	Niger	17,500	14,100	15,600	0	690	735	1.8
1071	Tamou	Niger	62,500	51,200	58,800	14	2,500	1805	2.7
1072	Birni Ngaoure	Niger	72,300	81,000	92,700	240	125000*	2867	2.1
1073	Parc W	Niger	1,030	600	860	0	38	973	0.1

*data corrected from National statistics because calculated value from Global Dataset was very high (450000)

b) Livestock excretion rates used in the model and resulting kg of N per animal per year					
Animal	Wheights [kg]	N excr. per anim. kg [kg/kg]	N excr. per animal [kg/yr]	Recov. %	N manure [kg/ha]
Cattle	110	0.20	22.0	30	6.6
Pigs	28	0.15	4.2	70	2.9
Sheep	10	0.67	6.7	10	0.7
Goats	8	0.83	6.7	10	0.7
Poultry	0.8	0.30	0.2	60	0.1

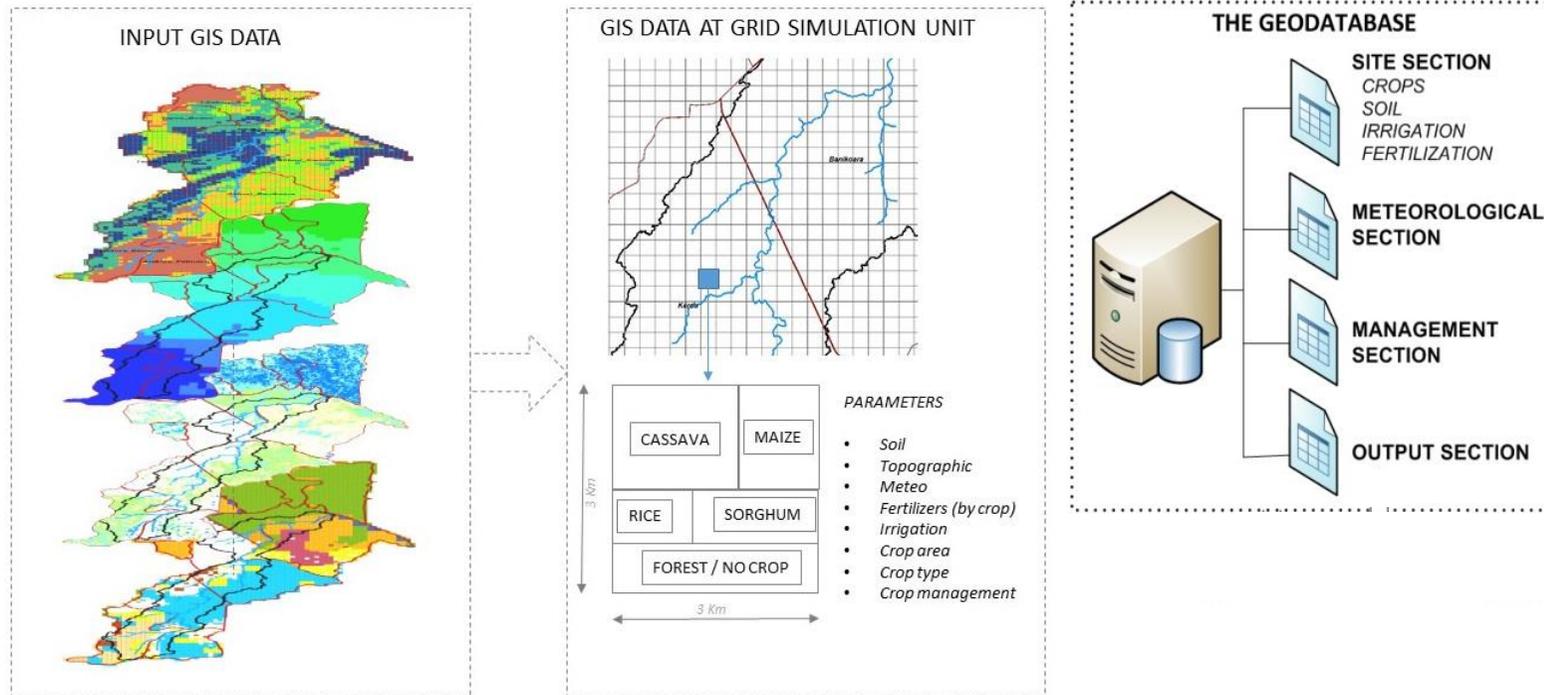
Total N from livestock = n.of cattle * 6.6 kg/N/yr + n.of pigs * 2.9 kg/N/yr + n.of goats/sheep * 0.7 kg/N/yr + n.of chicken * 0.1 kg/N/yr

GESTION DE LA CULTURE: Calendrier de gestion

- Actuellement, la planification des semis et de la récolte a été dérivée à partir des précipitations
- **Date de récolte:** calculée en croisant les caractéristiques du climat et le temps de maturation de la culture à partir du stade de semis;
- **Date déplacement de la culture** = Date de récolte + 1 jour. Cela correspond au déplacement physique de la récolte en dehors du champs;
- **Date de labourage:** date de semis -3 jours ;
- **Date d'irrigation:** quand l'irrigation est active, l'option EPIC de planification de celle-ci est utilisée. La quantité d'eau pour l'irrigation est calculée par rapport au stress hydrique journalier de la plante. D'autres paramètres sont disponibles pour décrire l'irrigation (type, planification des arrosages, pratiques locales...)
- **Fertilisation de culture:** la fertilisation minérale est faite après la date de semis (+15 jours) quand l'utilisation des fumiers est faite durant 2 périodes distinctes (-10 jours) et juste après la récolte (+10 jours).

Préparation des tables EPIC

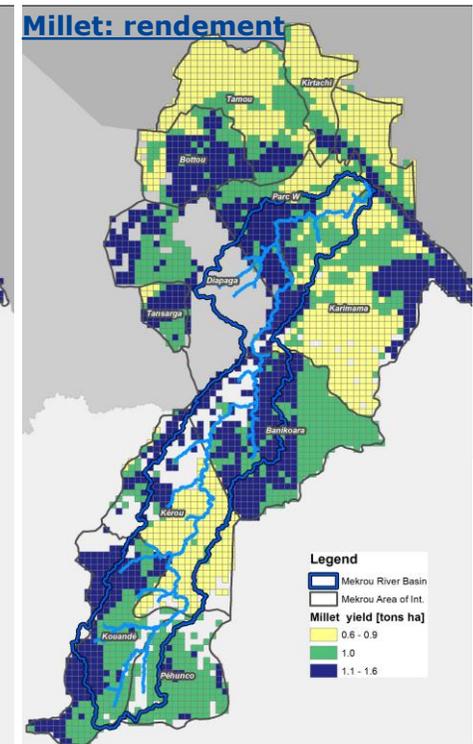
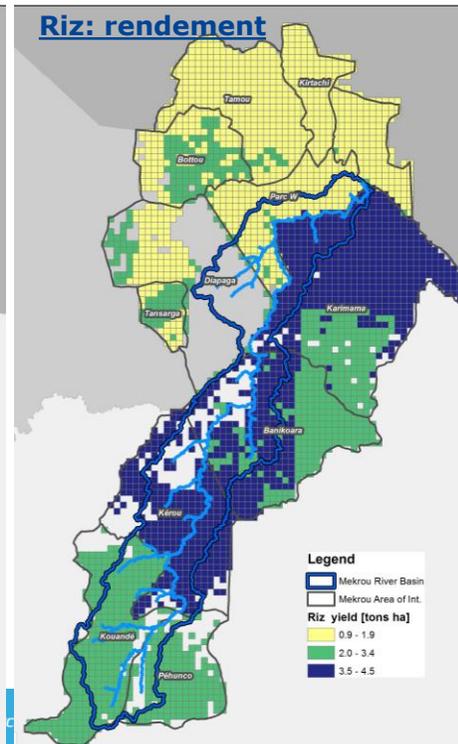
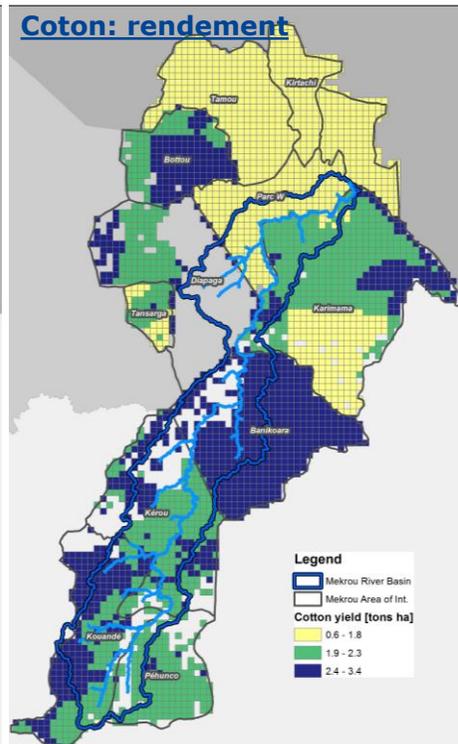
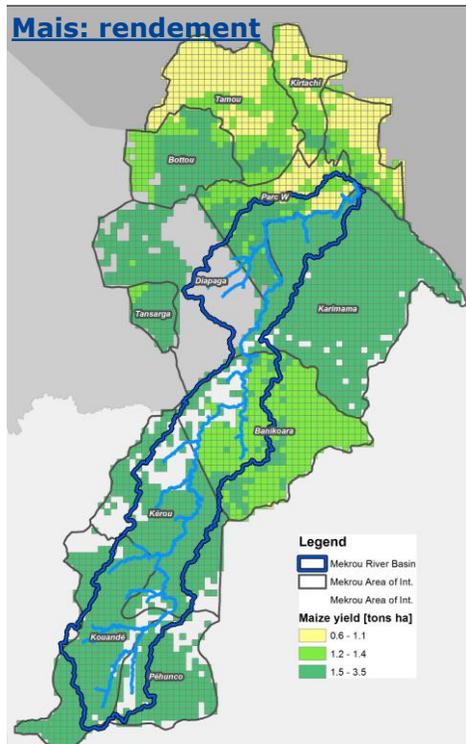
- ❑ **IMPORTANT:** le modèle EPIC travaille à l'échelle de la parcelle.
- ❑ Une parcelle = Un site
- ❑ Toutes les données doivent être référencées à une **unité SITE**



EPIC dans le bassin du fleuve Mékrou

Exemples d'analyses du modèle

IDENTIFICATION des zones avec une faible production/contribuant à l'insecurité de alimentaire dans le bassin

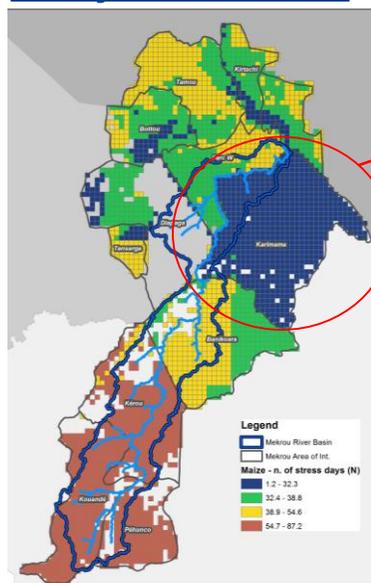


Objectifs potentiels: **Augmenter la production**, gestion des engrais minéraux, améliorer la gestion de l'irrigation, améliorer la fertilité des sols, changement de culture, gestion des engrais organiques

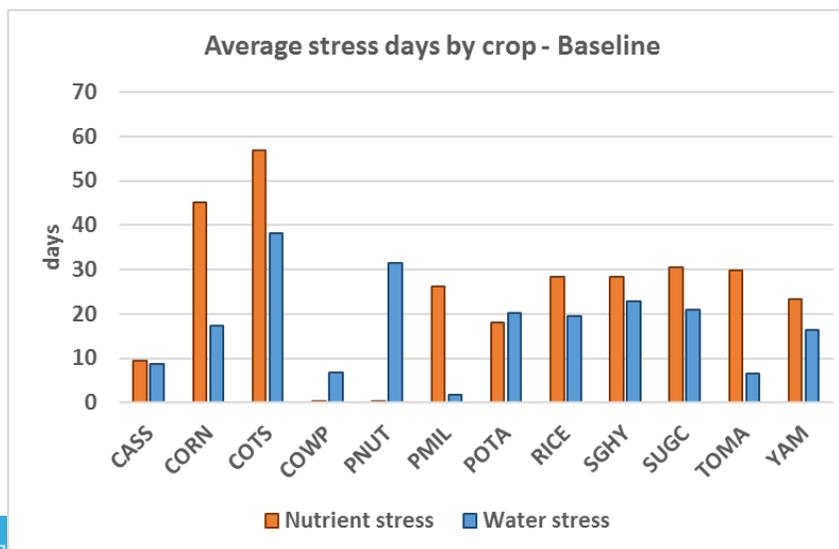
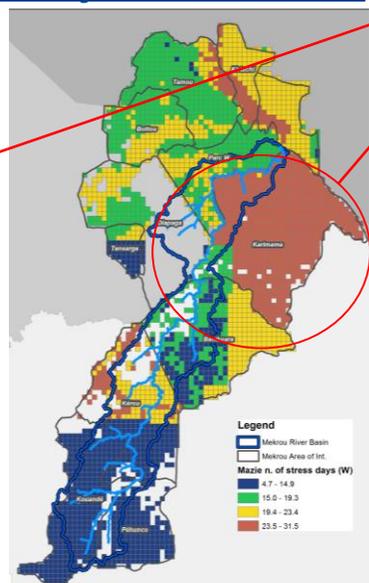
IDENTIFICATION des stress agronomiques qui limitent la production /contribuant à l'insecurité alimentaire dans le bassin

Zone avec stress N faible (fertilisée) et un stress hydrique fort (haut rendements = forte demande en eau)

Mais: jours de N stress

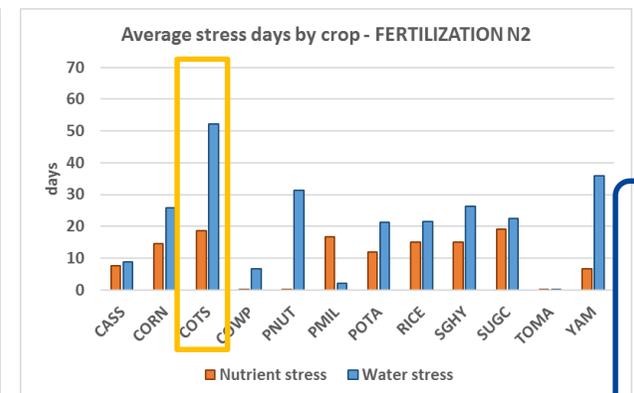
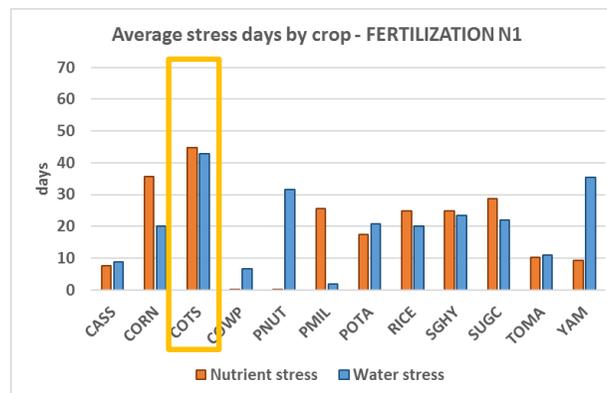
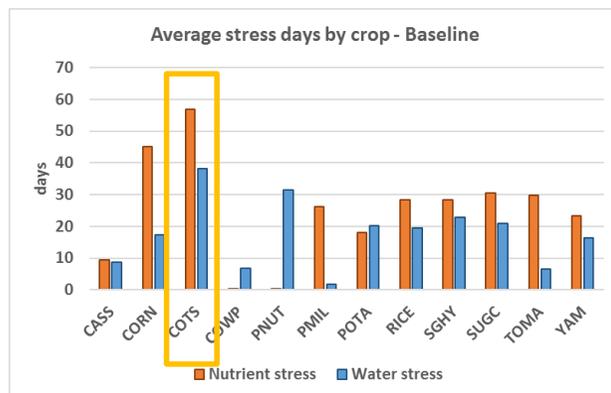


Mais: jours de stress Eau



FACTEURS LIMITANTS LA PRODUCTIVITÉ

- La disponibilité de l'Azote N est plus importante pour toutes les céréales comme le maïs, le coton, le sorgho, le millet et le riz, mais aussi les légumes.
- Exemple : dans le cas du maïs et du coton, 45-55 jours de stress correspondent à un stress de longue durée qui impacterait de manière forte la production.
- Il est possible d'identifier comment les fertilisants peuvent augmenter le stress hydrique: par exemple les graphiques ci-dessous montrent comment le stress hydrique évolue selon le niveau de fertilisation selon les scénarios Baseline, N1 et N2 (Baseline: haute stress autorisé; 2: modéré, 3: faible) l'augmentation du N implique une augmentation parallèle de la consommation d'eau.



Variabilité de la productivité des cultures dans un contexte de changement climatique.

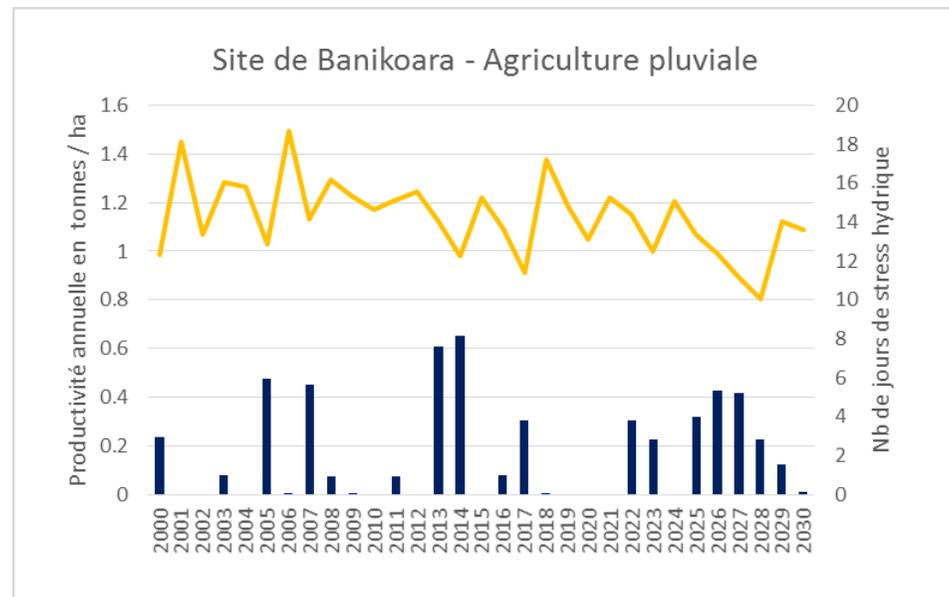
- La variabilité de la production agricole dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants sont les facteurs climatiques et de gestion de la culture.
- Le facteur climatique est généralement central dans le cas de l'agriculture pluviale où les variables climatiques, températures et précipitations affectent la croissance de la culture.
- La distribution des précipitations est importante, ainsi que le début et la fin de la saison de pluie dans le cas de la région de la Mékrou.
- Au niveau des pratiques agricoles, un autre facteur important est le niveau de fertilisation, en particulier dans la zone sub-saharienne où celui-ci niveau est souvent très faible. En effet, la disponibilité des nutriments contrôle le cycle de la croissance de la culture.

Le modèle EPIC permet d'estimer la production annuelle d'une ou plusieurs cultures en considérant les pratiques agricoles et les scénarios climatiques (avec un forçage des scénarios AFR-44 CORDEX).

La variabilité de la production agricole annuelle avec EPIC

- Dans les conditions du scénario Baseline/courant (Scénario climatique RCP4.5, agriculture pluviale et faible/actuelle fertilisation = 3kg de N /ha), la productivité du maïs fluctue entre -15% et +15% autour de la moyenne sur la période 2000-2030.
- La précipitation se situe entre 768 mm et 1612 mm par an avec une moyenne annuelle de 1060 mm pour la période 2000-2025.
- La fertilisation appliquée actuellement est très faible (3kg N/ha) d'où le fait que la disponibilité des nutriments est le facteur limitant, dans le cas du Mékrou.

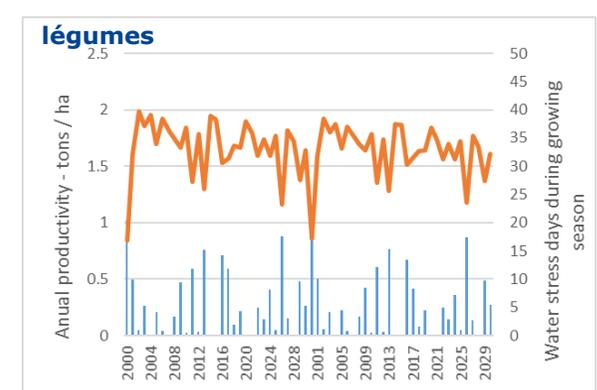
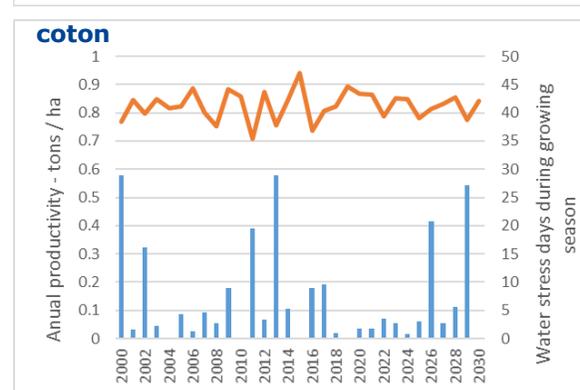
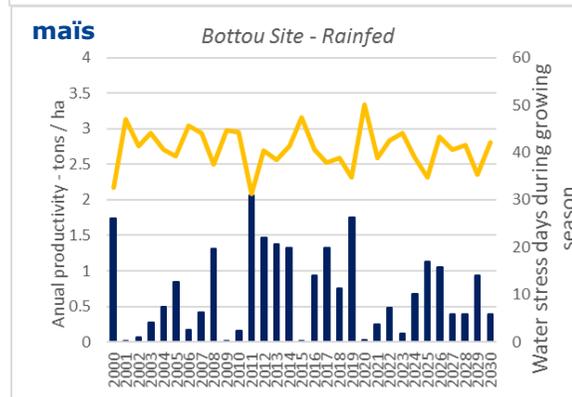
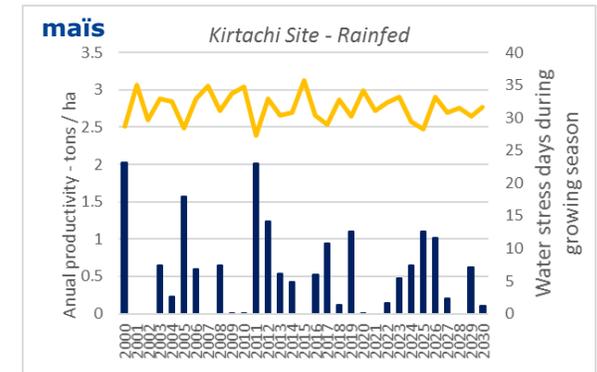
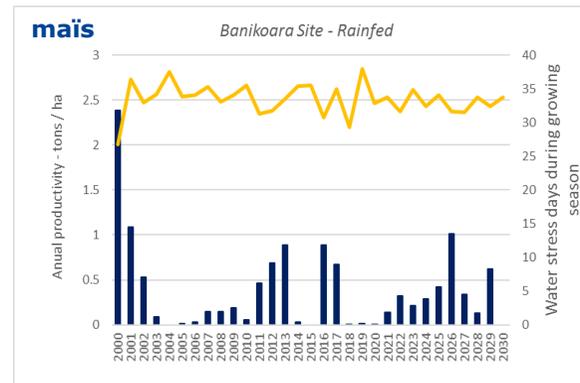
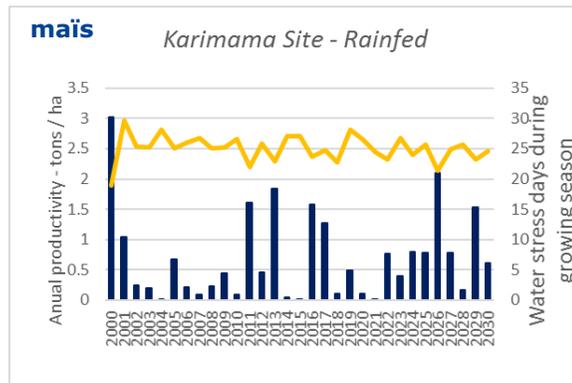
→ un effet du stress hydrique sur la productivité peut être observé, du moins durant les années sèches:



La variabilité de la production agricole annuelle sous contrainte climatique

SCENARIO : agriculture pluviale – stress N modéré

- Scénario RCP 4.5 de 2006 et suivant
- Agriculture pluviale (selon distribution actuelle)
- Fertilisation fixe = 40 kg N/ha (stress azoté-N modéré autorisé)
- Période 2000-2030



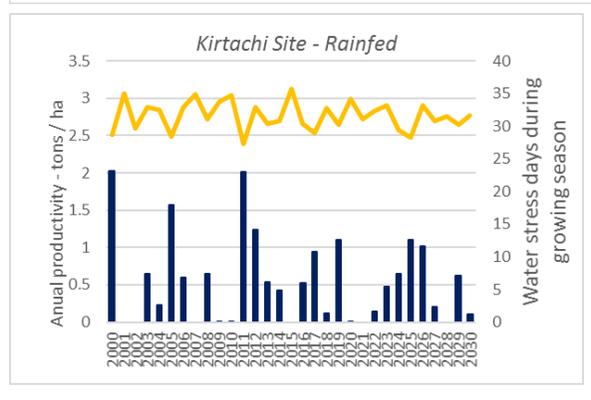
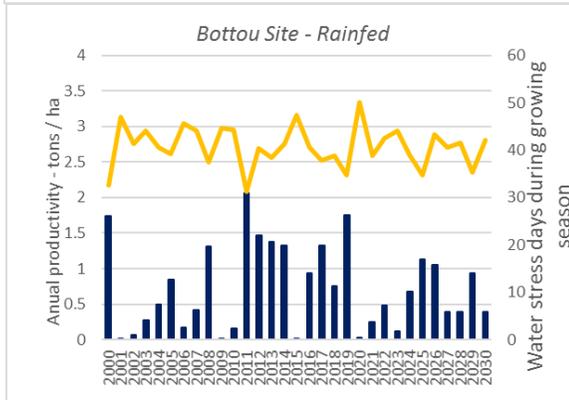
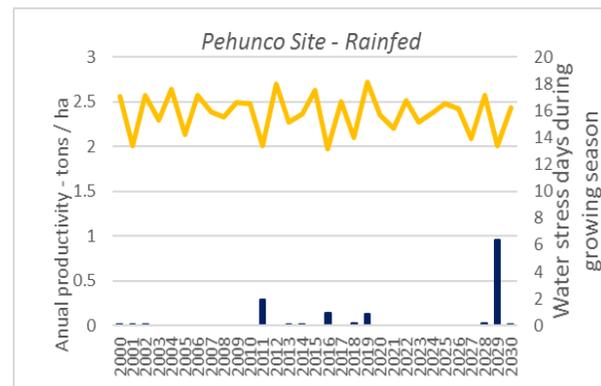
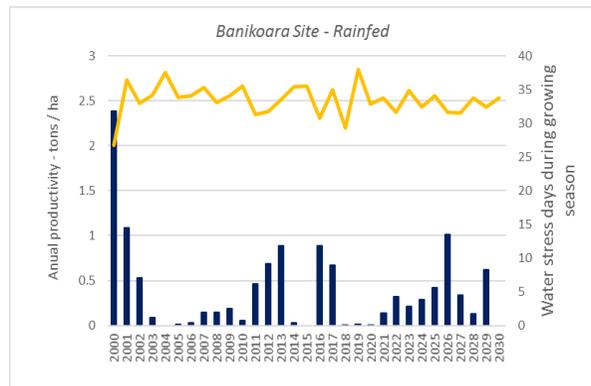
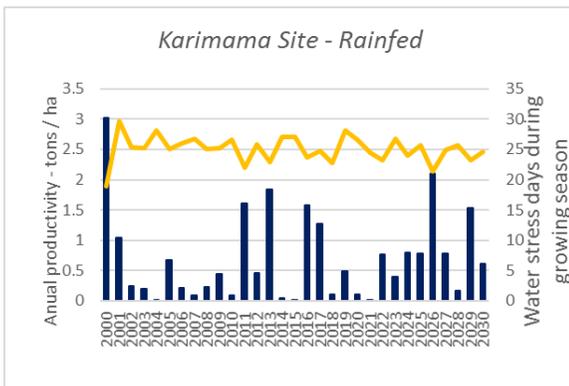
La variabilité de la production agricole annuelle sous contrainte climatique

SCENARIO: agriculture pluviale – stress N modéré - culture du maïs (1/2)

- **Karimama:** La productivité annuelle varie entre -25% et +18% par rapport à la moyenne estimée de 2.5 tonnes/ha sur la période 2000-2030. Le nombre de jours calculé de stress hydrique affectant la productivité est compris entre 0 et 30 (médiane de 14 jours). Le stress hydrique le plus important se produit/est prévu en 2000, 2011, 2013 et 2026 avec une réduction importante des rendements.
- **Banikoara:** La productivité annuelle varie modérément, entre -21% et +12% par rapport à la moyenne estimée de 2.5 tonnes/ha sur la période 2000-2030. Le nombre de jours calculé de stress hydrique affectant la productivité est compris entre 0 et 32 mais avec une moyenne de 5 jours.
- **Pehunco :** La variabilité de la productivité annuelle est très limitée et oscille entre -17% et +14% sur la période 2000-2030. Le nombre de jours calculé de stress hydrique est très faible avec seulement quelques années où sont calculés des jours avec stress hydrique.
- **Bottou :** La simulation indique une variabilité annuelle comprise entre [-23%, +23%] par rapport à une moyenne estimée de 2.7 tonnes/ha. Le stress hydrique est assez important et prévu pour la plupart des années simulées avec un nombre maximum de jours de stress de 31 quand la moyenne est à 7 jours avec stress hydrique.
- **Kirtachi :** La variabilité est moins importante que les autres communes avec une fluctuation de la productivité comprise entre [-13%, +13%]. Le niveau de rendements les plus faibles se produit en 2000 et 2011, ce qui correspond également au nombre le plus important de jours de stress hydrique.

La variabilité de la production agricole annuelle sous contrainte climatique

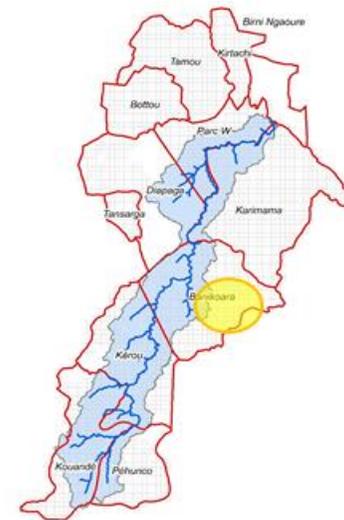
SCENARIO : agriculture pluviale – stress N modéré - culture du maïs (2/2)



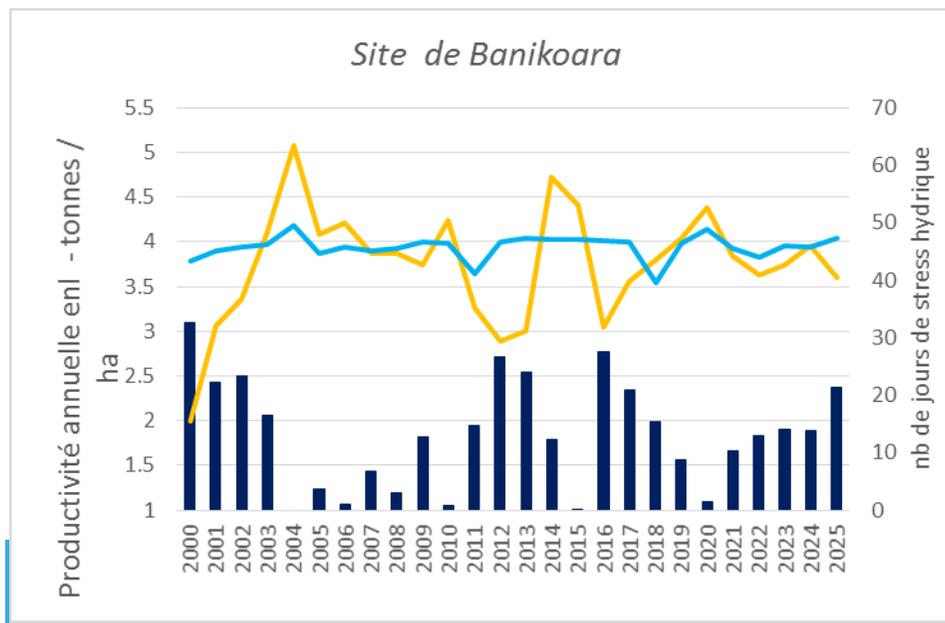
La variabilité de la production agricole annuelle sous contrainte climatique

Simulations SCENARIO 2a et 2b incluant une STRATEGIE d'IRRIGATION

- Scénario climatique RCP 4.5 pour 2006 et après
- Scénario 2a = Agriculture pluviale (selon distribution actuelle)
- Scénario 2b = irrigation durant les jours détectés avec stress hydrique
- Fertilisation fixe = 70 kg N/ha (faible stress nutritif)
- Période 2000-2030



→ Il peut être observé que la variabilité annuelle de l'agriculture pluviale (2.a ligne jaune) est bien plus prononcée que dans le cas l'irrigation (2.b ligne bleue).

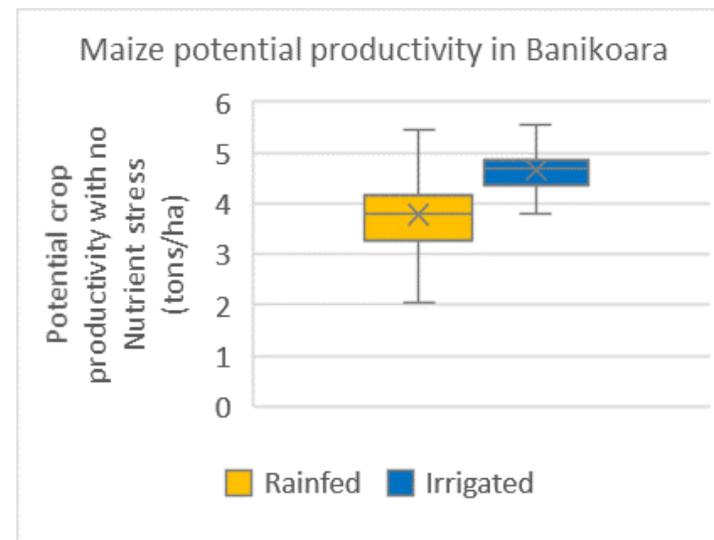
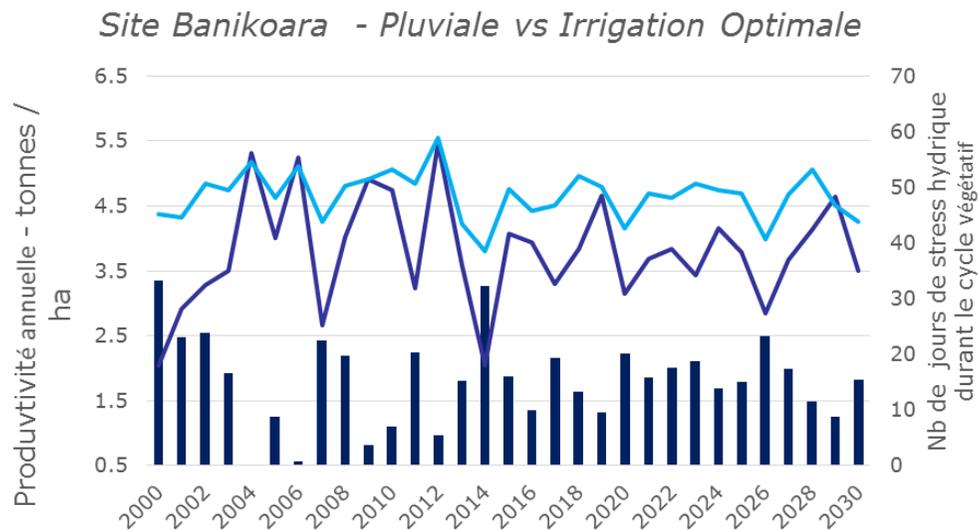


La variabilité de la production agricole annuelle sous contrainte climatique

SCENARIO 3: IMPACT de l'IRRIGATION et FERTILISATION OPTIMALE

- Scénario climatique RCP 4.5 pour 2006 et après
- Agriculture pluviale (selon distribution actuelle) ou irrigation durant les jours détectés avec stress hydrique
- Fertilisation fixe à un niveau significatif (70kgN/ha) ou à un niveau optimale/pas de stress nutritif (la contrainte des nutriments est importante. Avec EPIC, cette contrainte peut être totalement annulée en autorisant le modèle à fournir toutes les quantités de nutriments nécessaires)
- Période 2000-2030

EXEMPLE Maïs



Analyse des Résultats pour le maïs

- En considérant cette hypothèse sans stress nutritif, la contribution de l'irrigation durant les jours de stress hydrique est plus visible.
- La productivité du maïs qui bénéficie de l'irrigation est moins variable d'une année sur l'autre, le rendement moyen est également plus élevé et le rendement minimum réduit.
- Il est rappelé que l'irrigation peut être moins nécessaire durant les années où la précipitation est suffisante pour assurer la croissance de la culture, mais peut limiter les pertes durant les années sèches.

Par exemple, pour les années 2000, 2012 et 2016 qui présentent un stress hydrique fort (fertilisation rate de 70 kg N/ha), les différences de rendement entre le scénario pluvial et celui irrigué sont de -47%, -28% et -24% respectivement.



EXERCISE PRATIQUE AVEC E-WATER

Onglet Agriculture

PARTIE 4: Pratique de Préparation des tables EPIC

Préparation des tables EPIC

- ❑ En installant E-WATER, il s'agit de charger les tables avec les données disponibles sur la Mekrou, en format csv. Elles peuvent être importées dans la base de données en utilisant directement l'outil E-WATER.
- ❑ Il est possible de travailler directement avec la base de données avec PostgreSQL, installées sur votre ordinateur local. Cela demande une maîtrise plus avancée des opérations sur PostgreSQL
- ❑ Les routines EPIC sont disponibles sous l'ONGLET "AGRICULTURE"

Préparation des tables EPIC

- ❑ Le calage du modèle dans la région d'étude a besoin des données d'entrée suivantes, qui impactent fortement sur l'estimation du modèle –à renseigner de manière la plus précise possible.
- ❑ Les données importantes pour le calage du modèle EPIC sont:

❑ GESTION DE LA CULTURE

[CROP MANAGEMENT - TABLE]

❑ TYPE DE CULTURE ET CARACTÉRISTIQUES
LOCALES

[CROP.dat]

❑ LANDUSE:
DISTRIBUTION DES CULTURES

[SITE CROPS - TABLE]

❑ DONNEES METEO

[METEO DAILY - TABLE]

❑ DONNEES SOL

[SITE SOIL - TABLE]

Préparation des tables EPIC

□ GESTION DE LA CULTURE

Les pratiques de gestion agricoles sont des données cruciales dans le modèle EPIC, soient:

- Planning et caractéristiques des opérations agricoles : planification des semis, labours et récoltes, fertilisation chimique, utilisation de fumiers, irrigation.
POUR CHAQUE CULTURE
- Ces pratiques peuvent être considérées homogènes à l'échelle administrative. Il n'est pas nécessaire de détailler les pratiques agricoles à une résolution plus grande (comme celle d'une grille de 3 km).
- Pour le Mékrou les pratiques agricoles sont considérées homogènes à l'intérieur d'une même commune

PRATIQUE - Édition de la gestion des cultures

- ❑ Le première étape = changer les entrants de la gestion des cultures
- ❑ EN MODE MANUEL, cette édition consiste à changer directement sur les valeurs de ces paramètres dans la table correspondante de la base de données du modèle;
- ❑ **A FAIRE** : changer la période des semis; la densité des plantes et le total des PHU pour le bassin de la Mékrou.

<i>Paramètres</i>	<i>Table de localisation des paramètres</i>	<i>Name of EPIC Input file</i>	<i>Short Description</i>
planting date	CROP_MANAGEMENT	epic.OPS	Début de la saison végétative jour/mois/année
planting density	CROP_MANAGEMENT	epic.OPS	Dentité des plants au moment du semis (plants/m ²)
PHU	CROP_MANAGEMENT	epic.OPS	Potential heat units (PHU) requis es , de la germination à la maturité de la plante

PRATIQUE - Édition de la gestion des cultures

- ❑ Ouvrir la table Input disponible: Input\EPIC\Input\MGT
- ❑ Le fichier que vous devez créer pour EPIC est un fichier *.csv file (voir MGT_EX1.csv)
- ❑ La 1ière étape est d'ouvrir le fichier Access 'CROP_MANAGEMENT.mdb'
- ❑ et ouvrir la requête 'Voir_la_table_originale'

Voir_la_table

NAME	NUTS_IC	CC	REGION	DATE_MONTH	DATE_DAY	OPERATION	CROP	JX7	OPV1	OPV2	OPV3	OPV4	OPV5	OPV6	OPV7
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	20	DF_FERTILIZING	CORN	1	6	20	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	28	TILLAGE	CORN	0	0	0	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	29	PESTICIDE	CORN	79	0	1	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	30	SOWING	CORN	0	2017	0	0	0	5	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	5	30	N_FERTILIZING	CORN	36	68.76	20	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	8	8	HARVESTING	CORN	0	0	0	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	8	9	KILLING	CORN	0	0	0	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	8	20	DF_FERTILIZING	CORN	1	6	20	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	20	DF_FERTILIZING	CORN	1	150	20	0	0	0	0	0

PRATIQUE - Édition de la gestion des cultures

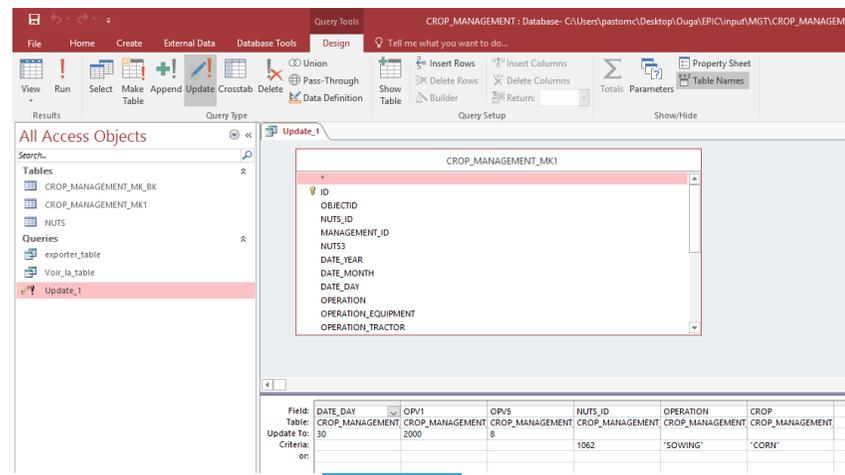
- ❑ Pour chaque commune (identifier par NUTS_ID dans les tables EPIC) tous les paramètres requis sont la pour décrire la gestion des cultures dans EPIC
- Les colonnes d'intérêt sont:
 - DATE_MONTH, DATE_YEAR, DATE_DAY: date des opérations
 - OPERATION: type d'opération
 - CROP: culture
 - OPV1: nombre PHU pour arriver à la maturité des cultures

Voir la table

NAME	NUTS_ID	CC	REGION	DATE_MONTH	DATE_DAY	OPERATION	CROP	JX7	OPV1	OPV2	OPV3	OPV4	OPV5	OPV6	OPV7
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	20	DF_FERTILIZING	CORN		1	6	20	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	28	TILLAGE	CORN		0	0	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	29	PESTICIDE	CORN		79	0	1	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	30	SOWING	CORN		0	2017	0	0	0	5	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	5	30	N_FERTILIZING	CORN		36	68.76	20	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	8	8	HARVESTING	CORN		0	0	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	8	9	KILLING	CORN		0	0	0	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	8	20	DF_FERTILIZING	CORN		1	6	20	0	0	0	0
Banikoara	1062	Benin	Alibori	4	20	DF_FERTILIZING	CORN		1	150	20	0	0	0	0

PRATIQUE - Édition de la gestion des cultures

- ❑ Pour modifier la table, utiliser une requête pour la mise à jour **Update_1 in the Access file (ouvrez la requête en mode design)**
 - ❑ Cela permettra de mettre à jour les dates de semis, le total de PHU et la densité de semis avec les nouvelles valeurs : 30 Avril, 2000 PHU , 8 plants/m2
- Exécuter Update_1**
- ❑ Exporter la table en cliquant "exporter_table" en format texte (options: Delimited: comma, text qualifier: "none", include: Field names on First row)



PRATIQUE - Édition de la gestion des cultures

- Une fois la base de données modifiée, il s'agira d'importer les tables, en suivant les étapes suivantes.

1. Ouvrir E-Water – Module Agriculture et modifier la liste pour la table de gestion

Management Mode

Current

Auto

Auto (current fert. min.)

Current

Éditer liste

Visualiser table de management des

1. sélectionner les tables modifiées à importer
→ Sélectionner le fichier mod. et la fiche MGT_EX_2.csv

Edit list

Name	Table
CROP_MANAGEMENT_current	CROP_MANAGEMENT_current
CROP_MANAGEMENT_MK3	CROP_MANAGEMENT_MK3
CROP_MGT_EX2	CROP_MGT_EX2
current	current

Search Delete

New Table

Input file Browse

Table name Add

Short name (label)

Close

PRATIQUE - Édition de la gestion des cultures

□ Simulation du modèle avec les tables modifiées

Et. 1: Définir la unité de simulation
(sélectionner «ID du site» et chercher le site 15730)

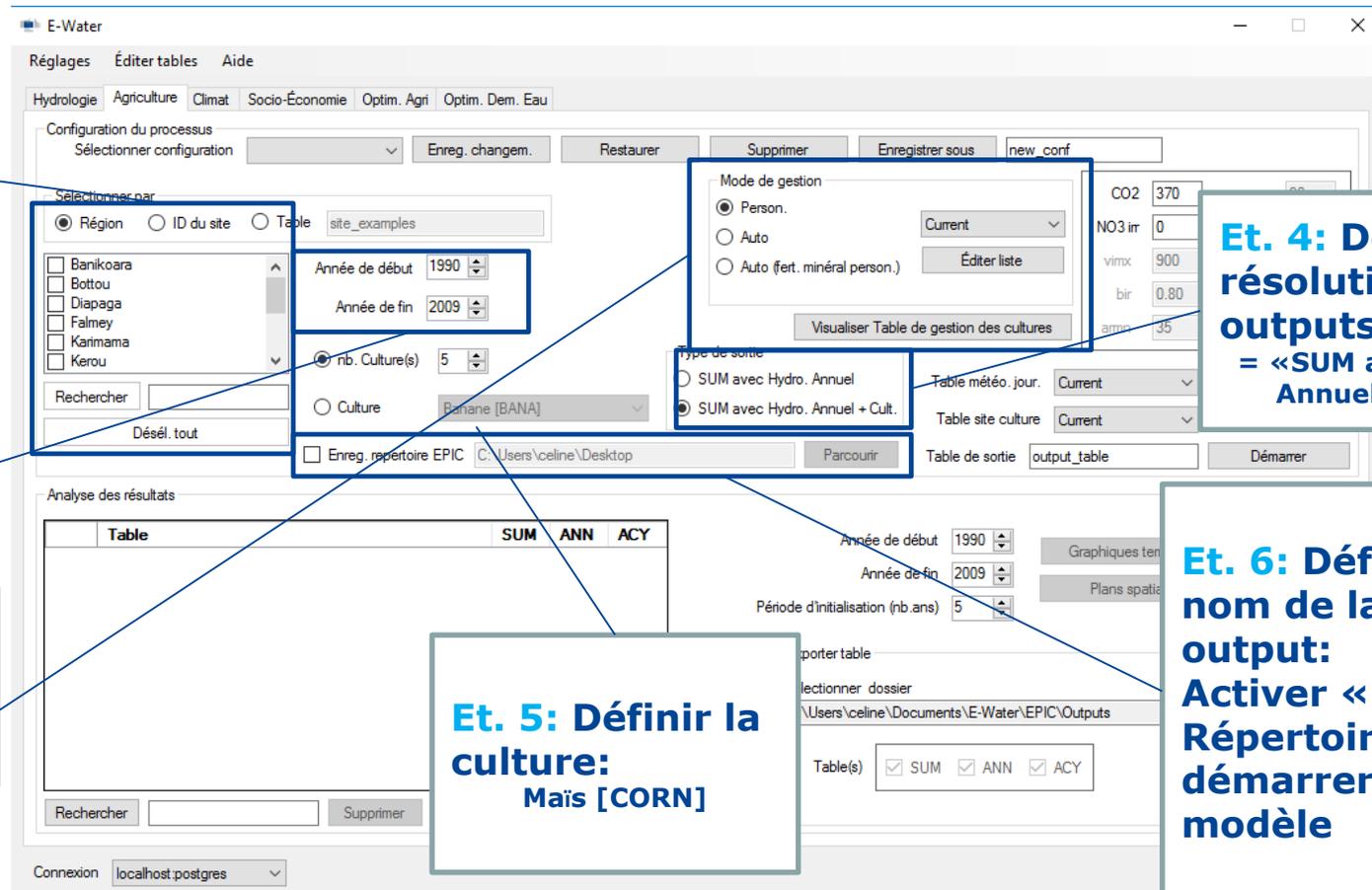
Et. 2: Définir la période de simulation

Et. 3: Définir le mode de gestion:
Ex Person.= « modifié »

Et. 5: Définir la culture:
Mais [CORN]

Et. 4: Définir la résolution des outputs
= «SUM avec Hydro Annuel+Cult.»

Et. 6: Définir le nom de la table output:
Activer «Enreg. Répertoire» et démarrer le modèle

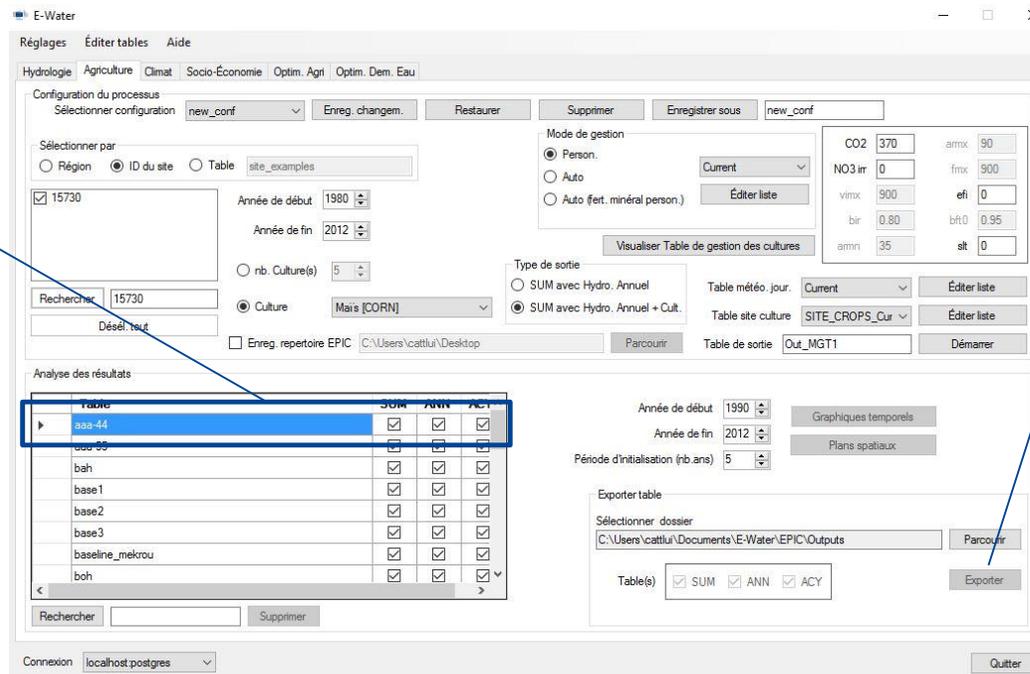


The screenshot shows the 'E-Water' software interface with the 'Éditer tables' window open. The window has tabs for 'Régions', 'ID du site', and 'Table'. The 'Régions' tab is selected, showing a list of regions: Banikoara, Bottou, Diapaga, Falmei, Kanimama, and Kerou. The 'Année de début' is set to 1990 and 'Année de fin' to 2009. The 'nb. Culture(s)' is set to 5. The 'Mode de gestion' is set to 'Person.'. The 'Culture' is set to 'Banane [BANA]'. The 'Enreg. répertoire EPIC' checkbox is checked. The 'Table de sortie' is set to 'output_table'. The 'Table météo. jour.' is set to 'Current'. The 'Table site culture' is set to 'Current'. The 'Table de sortie' is set to 'output_table'. The 'Démarrer' button is visible at the bottom right.

PRATIQUE - Édition de la gestion des cultures

□ Simulation du modèle avec les tables modifiées (MGT1 ET MGT2)

Et. 1:
sélectionner
l'output et



The screenshot shows the E-Water software interface. The 'Configuration du processus' section is active, showing site selection (15730), start/end years (1980-2012), and crop type (Mais [CORN]). The 'Analyse des résultats' section shows a table of results with columns for 'Table', 'SUM', 'ANN', and 'ACY'. The 'Exporter table' section is also visible, showing the output directory and selected tables (SUM, ANN, ACY).

Table	SUM	ANN	ACY
aaa-44	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
aaa-99	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
bah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
baseline_mekrou	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
boh	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Et. 2: Exporter
les résultats

PRATIQUE - Édition de la gestion des cultures

Simulation du modèle avec les tables modifiées

- Analyser les sorties: comparer les deux sorties pour voir l'effet du changement de la période d'ensemencement, la densité de plantation et la PHU.

POUR CELA

- Exporter les deux fichiers de sortie .csv

SUM table = résumé des statistiques de la simulation EPIC (valeurs moyennes pour la période de simulation)

ANN table = les valeurs de paramètres biophysiques (type météorologiques, flux dans le sol..ect)

ACY table = les valeurs des paramètres de rendements des cultures (productivité, consommation des nutriments ..ect)

- Compiler les 2 résultats correspondant aux 2 scénarios
- et comparer les résultats en faisant dans Excel des graphiques de votre intérêt

(sortie stockée et importée dans le fichier Out_Ex_1.xls)

Préparation des tables EPIC

- ❑ Le calage du modèle dans la région d'étude a besoin la définition des données d'entrées importantes (très sensibles qui impacte fortement l'estimation du modèle)
- ❑ Données importantes pour le calage du modèle EPIC sont:
 - ❑ GESTION DE LA CULTURE
 - ❑ TYPE DE CULTURE ET CARACTÉRISTIQUES LOCALES
 - ❑ LANDUSE: DISTRIBUTION DES CULTURES
 - ❑ DONNEES METEO

Préparation des tables EPIC

- ❑ Après avoir modifié la gestion des cultures, il est également important de valider des paramètres spécifiques des cultures.
- ❑ La croissance de la culture est un processus central qui va impacter tous les autres: la balance hydrologique, les cycles des nutriments, l'estimation des besoins nutritifs, la demande en eau, le sol et sur la qualité de l'eau
- ❑ Les plus importants sont ceux liés directement à la croissance de biomasse:
 - Temperature base
 - Temperature optimale
 - Ratio Biomass-energie
 - Indice de récolte,
 - Indice LAI
 - Unités PHU requises pour arriver à maturation.

PRATIQUE - Edition des types de cultures

Paramétrage de la culture

- La base de données d'EPIC est stockée dans un fichier texte "crop.dat" (on laisse toutes les listes des cultures ORIGINALES dans ce fichier
- Chaque culture est caractérisée par 56 paramètres (voir EPIC Manual: <http://agrilife.org/epicapex/files/2015/10/EPIC.0810-User-Manual-Sept-15.pdf>)

C:\Program Files\European Commission\E-Water\EPIC\zone1\crop.dat - Notepad++

File Edit Search View Encoding Language Settings Tools Macro Run Plugins Window ?

METEO_DAILY_AFR_44_rcp85.csv METEO_DAILY_CURRENT.csv METEO_DAILY_LOCAL2.csv README.txt crop_table.txt variables.txt

1	CROP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	# NAME	WA	HI	TOP	TBS	DMLA	DLAI	DLAP1	DLAP2	RLAD	RBMD	ALT	GSI
3	1 SOYB	25.00	0.25	24.00	10.00	4.00	0.90	15.05	50.95	0.10	1.00	3.00	0.0070
4	2 CORN	38.00	0.40	27.00	8.00	5.00	0.80	15.05	50.95	1.00	0.10	3.00	0.0070
5	3 GRSG	37.00	0.50	27.50	10.00	5.50	0.80	15.01	60.95	0.50	0.50	2.00	0.0070
6	4 COTS	25.00	0.50	27.50	12.50	6.00	0.95	15.05	50.95	0.50	0.50	3.00	0.0200
7	5 COTP	25.00	0.40	27.50	12.50	6.00	0.95	15.05	50.95	0.50	0.50	3.00	0.0200
8	6 Pnut	25.00	0.25	25.00	9.00	5.00	0.85	15.01	50.95	1.00	0.50	4.00	0.0100

CROP data

PRATIQUE

PRATIQUE - Edition des types de cultures

Paramétrage de la culture

- La procédure d'optimisation des paramètres des cultures ajuste au mieux les rendements simulés aux rendements rapportés
- Solutions: vérifier s'il y a des stress de température qui affectent les rendements et corriger les valeurs correspondantes dans le fichier **[crop.dat]**
- Le rendement peut être corrigé en changeant le HI (+-20%)
- L'exercice se focalisera sur l'indice de récolte (harvest index) et les températures de référence pour la croissance de la culture.

Edition des tables EPIC

- ❑ **Les autres tables importantes**
 - ❑ **GESTION DE LA CULTURE**
 - ❑ **TYPE DE CULTURE ET CARACTÉRISTIQUES LOCALES**
 - ❑ **LANDUSE: DISTRIBUTION DES CULTURES**
 - ❑ **DONNEES METEO**

PRATIQUE - Edition de l'occupation des sols

□ LANDUSE

Le modèle EPIC exige:

Le type spécifique de culture (et la gestion correspondante) par UNITE de simulation.

Pour avoir une distribution préliminaire, les données censitaires, sont dérivées et ajustées à la taille de la cellule:

Unité simulation = 3km (résolution originale 5 arcminutes)

Source : données disponibles gratuitement <http://mapspam.info/> Spatial Production Allocation Model (SPAM) 2005 Ver 1.0.

- Ouvrir la Table Input (01_site_crops_AOI.xls) que vous trouver dans :
Input\EPIC\LANDUSE**
- Le fichier que l'on doit créer pour EPIC est un fichier *.csv
(voir SITE_CROPS_modifie.csv)**

PRATIQUE - Edition de l'occupation des sols

□ LANDUSE

□ 1^{Etape} ouvrir le fichier Excel '**site_crops_AOI.xls**'

□ Et Ouvrir la feuille/sheet '**SITE_CROPS**':

C'est un fichier requis pour la base données EPIC E-WATER :

- Pour chaque commune et parcelle, la surface en ha doit être renseignée (plusieurs cultures ont une surface de 0)
- Dans la feuille/sheet **Pivot**, il y a le récapitulatif de la distribution des cultures sur le bassin, par communes. Il est possible de créer des cartes en utilisant QGIS, ArcGIS ou autres, grâce au shapefile produit (SITE_MEKROU_RUN.shp)
- Il est possible de changer manuellement les surfaces respectives à chaque culture dans des zones spécifiques et ensuite actualiser le BD EPIC pour procéder à des simulations

PRATIQUE - Edition de l'occupation des sols

□ LANDUSE

□ A FAIRE:

“Augmenter la surface dédiée au Maïs à Banikoara et Bottou de +20% et réduire la culture de Sorgho de -20%. Actualiser la table EPIC correspondante de E-WATER

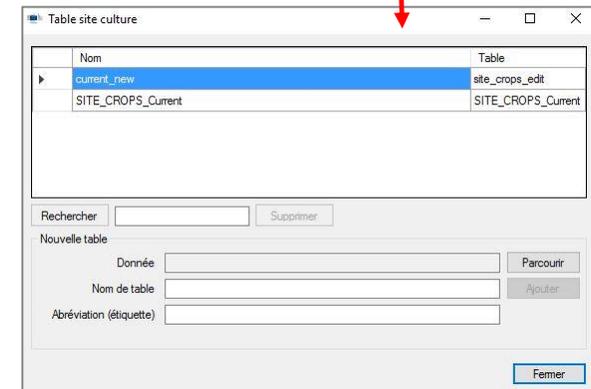
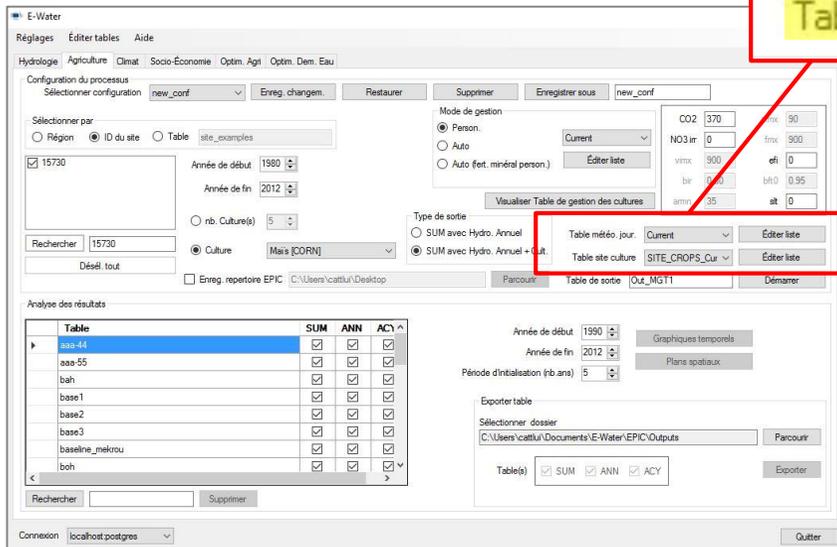
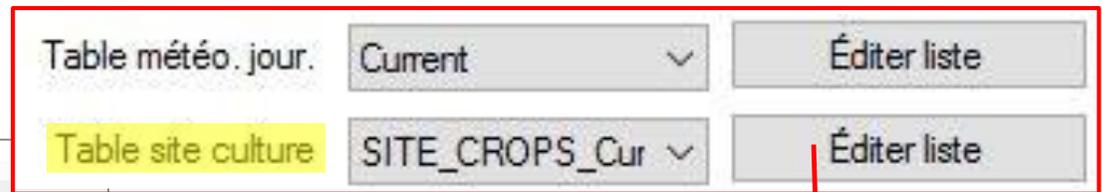
Ouvrir la feuille/sheet “Change” et corriger les valeurs de changement des cultures et communes cibles (pour augmenter de 20%, écrire la valeur 1.2 pour réduire de 20% écrire la valeur 0.8)

Changement de Landuse (occupation des sols) doit être fait à l'échelle globale grâce un outil GIS et faire une analyse spatiale de cellules SITE.

Exporter la table corrigée SITE CROP TABLE as csv (utiliser la feuille CSV) et importer la dans e-water

PRATIQUE - Edition de l'occupation des sols

LANDUSE



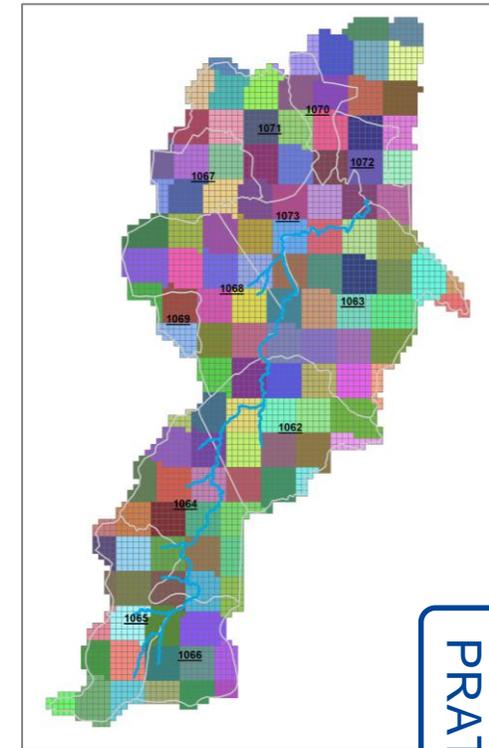
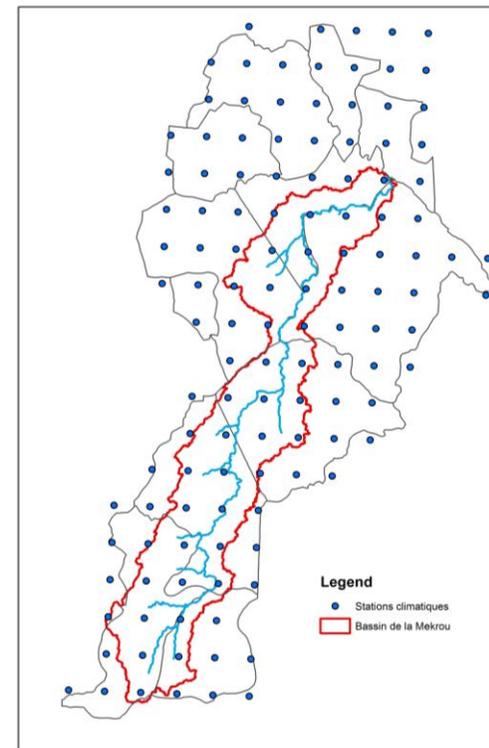
Sélectionner les tables modifiées à importer
→ **Sélectionner le fichier csv. et importer la liste SITE_CROPS_Modifie.csv)**

PRATIQUE - Edition de la météorologie

□ METEO

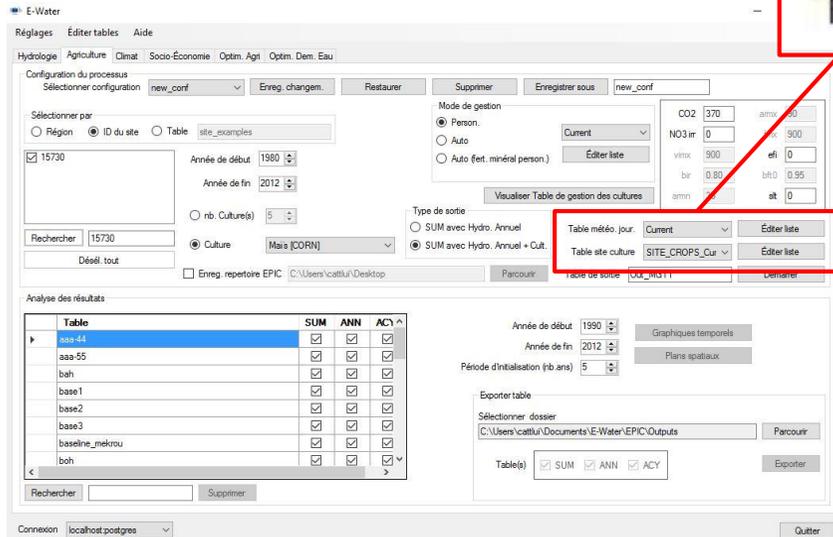
The table avec données Météo data dans la BD EPIC E-Water est structurée:

- Chaque SITE (Parcelle) est associée à une station météo virtuelle (125 points for la Mékrou)
- Pour chacune, il y a une table avec des statistiques mensuelles (Meteo_Monthly.csv)
- Pour chacune, il y a une table avec des données journalière (Meteo_daily.csv)
- (Meteo_Monthly.csv)



PRATIQUE - Edition de la météorologie

☐ METEO



Configuration du processus
Sélectionner configuration: new_conf

Sélectionner par: Région, ID du site, Table (selected)

Mode de gestion: Person (selected), Auto, Auto (fert. minéral person.)

Type de sortie:
 SUM avec Hydro. Annuel
 SUM avec Hydro. Annuel + Cult.
 Table météo. jour
 Table site culture

Table(s): SUM ANN ACY

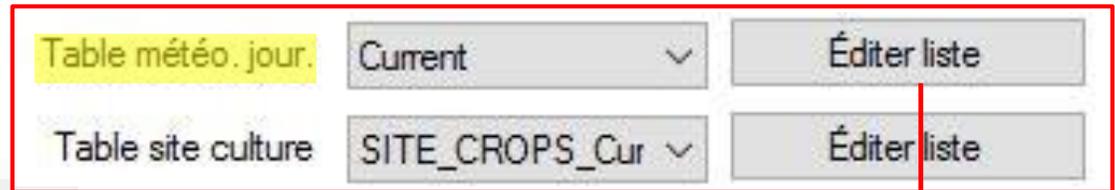
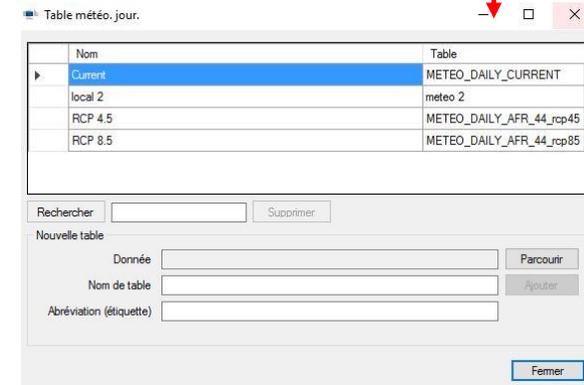


Table météo. jour. Current [v] Éditer liste

Table site culture SITE_CROPS_Cur [v] Éditer liste



Nom	Table
Current	METEO_DAILY_CURRENT
local 2	meteo 2
RCP 4.5	METEO_DAILY_AFR_44_rcp45
RCP 8.5	METEO_DAILY_AFR_44_rcp85

Rechercher: [] Supprimer

Nouvelle table

Donnée: [] Parcourir

Nom de table: [] Ajouter

Abréviation (étiquette): []

Fermer

Importer les 3 fichiers disponibles de la diapo suivante

PRATIQUE - Edition de la météorologie

□ **METEO**

A FAIRE: Importer

- **Le scénario Baseline METEO_DAILY_CURRENT.csv**
- **Le scénario du changement climatique METEO_DAILY_AFR_44_rcp45.csv**
- **Le scénario du changement climatique METEO_DAILY_AFR_44_rcp85.csv**

PARTIE 5: Pratique de simulations EPIC avec E-WATER

Activité 1: évaluer les différentes pratiques agricoles et leur impacts sur la productivité agricole

Pour améliorer la gestion de la fertilisation et de l'irrigation, améliorer la fertilité des sols, augmenter la production

- ❑ Avec la modalité "potentielle" (potential), l'utilisateur EPIC à l'option de simuler différentes combinaisons de gestion agricoles pour identifier les besoins optimaux de différent cultures.
- ❑ Les apports annuels N (et P) varient selon les besoins de la culture, la capacité des sols à subvenir à ces besoins et la magnitude du stress N par rapport aux stress hydrique et des températures.

Simulation de scénarios avec EPIC E-Water

- ❑ Pour cette analyse, on utilise le modèle EPIC avec les options automatiques pour la fertilisation et l'irrigation.

- ❑ IRRIGATION: Paramètres à définir pour la Routine d'auto-irrigation

- '*bir*' niveau de stress hydrique de la plante ([0-1]: 1 où 1= pas de stress);
- '*vmx*' volume max appliqué durant la saison végétative (mm);
- '*amn et amx*' Chaque apport min et max en volumes (mm);
- '*efi*' fraction perdue du ruissellement;

CO2	370	amx	90
NO3 irr	0	fmx	900
vimx	900	efi	0
bir	0.90	bft0	0.95
amn	35	slt	0

Simulation de scénarios avec EPIC E-Water

- Pour cette analyse, on utilise le modèle EPIC avec les options automatiques pour la fertilisation et l'irrigation.

- FERTILISATION: Paramètres à définir pour la Routine d'auto-fertilisation

- '*bft0*' niveau de stress N de la plante ([0-1]: 1 où 1 = pas de stress);
- '*fmx*' max annuel de N apporté à la culture en kg ha^{-1} ;

CO2	370	amx	90
NO3 irr	0	fmx	900
vimx	900	efi	0
bir	0.90	bft0	0.95
amn	35	slt	0

Simulation de scénarios avec EPIC E-Water

- ❑ Les résultats sont générés dans le base de données (sauvés dans la table de sortie nommée)
- ❑ Les résultats peuvent être analyser avec la production de graphiques temporels, avec des plans spatiaux (moyennes reportées à l'échelle de la commune)
- ❑ Graphiques et plans peuvent être exporter pour plus d'analyses avec des autres outils (Excel, Qgis, ArcGIS par exemple)

Simulation de scénarios avec EPIC E-Water

Résultats [Plot Mode Annual crop Yield]

1. **YLDG / YLDF: Productivité annuelle de la culture, exprimée en rendement sec/Annual crop productivity expressed as dry yield; C'est l'indice de productivité (tonnes ha-1)**
2. **BIOM: Production totale de Biomasse/Total biomass production; résultant du rendement corrigé par les stress définis (tonnes ha-1)**
3. **YLN / YLDP: Besoins en Azote et Phosphore. C'est la quantité adsorbée par la plante (kg ha-1)**
4. **FTN / FTP: Quantités totales d'Azote et Phosphore ajoutées grâce à la fertilisation. (kg ha-1)**
5. **IRGA: Besoin en eau d'irrigation (mm ha-1)**

Simulation de scénarios avec EPIC E-Water

Résultats [Plot Mode Annual crop Yield]

6. **WS: nombre de jours de stress hydrique (tot jours / saison de croissance)**
7. **NS: nombre de jours de stress nutritif (N) (tot jours / saison de croissance)**
8. **TS: nombre de jours de stress thermique (tot jours / saison de croissance)**

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer des différentes pratiques de gestion et leurs impacts sur la productivité des cultures

- Toutes les données d'entrée nécessaires se trouvent dans le dossier *Input*, Le dossier *shapefile* contient le fichier *.shp* relatif aux limites du bassin du Mékrou**

- Création et configuration de la simulation**

Paramètres généraux d'Entrée

- **Unité / région de de simulation (par ex Parcelle 15730)**
- **Période de simulation: début et fin (1990 – 2012)**
- **Gestion de la culture: actuelle**
- **Météo: actuelle**
- **Culture: Maïs**
- **Dossier de sortie/output: « mettre un nom »**

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer des différentes pratiques de gestion et leurs impacts sur la productivité des cultures

❑ Création et configuration de la simulation (1 – modalité standard pour la gestion)

E-Water

Réglages Éditer tables Aide

Hydrologie Agriculture Climat Socio-Économie Optim. Agri Optim. Dem. Eau

Configuration du processus

Sélectionner configuration: new_conf | Enreg. changem. | Restaurer | Supprimer | Enregistrer sous: new_conf

Sélectionner par: Région ID du site Table | site_exemples

15730 | Année de début: 1980 | Année de fin: 2012

nb. Culture(s): 5

Rechercher: 15730 | Désé. tout

Enreg. repertoire EPIC: C:\Users\cattlu\Desktop | Parcourir

Mode de gestion: Person. | Current | Éditer liste

Auto

Auto (fert. minéral person.) | Éditer liste

Visualiser Table de gestion des cultures

CO2	370	armx	90
NO3 irr	0	fmx	900
vimx	900	efi	0
bir	0.80	bft0	0.95
amrn	35	slt	0

Type de sortie: SUM avec Hydro. Annuel | Table météo. jour: Current | Éditer liste

SUM avec Hydro. Annuel + Cult. | Table site culture: SITE_CROPS_Cur | Éditer liste

Table de sortie: Out_MGT1 | Démarrer

Analyse des résultats

Table	SUM	ANN	ACY
aaa-44	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
aaa-55	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
bah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
baseline_mekrou	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
boh	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Rechercher: | Supprimer

Année de début: 1990 | Graphiques temporels

Année de fin: 2012 | Plans spatiaux

Période d'initialisation (nb.ans): 5

Exporter table

Sélectionner dossier: C:\Users\cattlu\Documents\E-Water\EPIC\Outputs | Parcourir

Table(s): SUM ANN ACY | Exporter

Connexion: localhost.postgres | Quitter

Démarrer

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer des différentes pratiques de gestion et leurs impacts sur la productivité des cultures

- Création et configuration de la simulation (2 – modalité potentielle pour la gestion) **Scénario Potentiel (maximal)**

Paramètres généraux d'Entrée

- Unité / région de de simulation (Parcelle 15730)
- Périod de simulation: début et fin (1990 – 2012)
- Gestion de la culture: actuelle
- Météo: actuelle
- Culture: Maïs
- Dossier de sortie: « mettre un nom »

Paramètres spécifiques d'Entrée

Scénario Potentiel (maximal)

1) Activer la fertilisation automatique

$Bft0 = 0.9$

$Fmx = 900 \text{ kg/ha}$

2) Activer l'irrigation automatique

$vmix = 900 \text{ mm}$

$Bir = 0.80$

$Amn = 35 \text{ mm}$

$Amx = 90 \text{ mm}$

Démarrer

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer des différentes pratiques de gestion et leurs impacts sur la productivité des cultures

- ❑ Création et configuration de la simulation (2 – modalité potentielle pour la gestion) **Scénario Fertilisation (stress 'haut' / 'modéré' / 'faible')**

Paramètres généraux d'Entrée

- **Unité / région de de simulation (Parcel 15730)**
- **Période de simulation: début et fin (1990 – 2012)**
- **Gestion de la culture: actuelle**
- **Meteo: actuelle**
- **Culture: Maïs**
- **Dossier de sortie: « mettre un nom »**

Paramètres spécifiques d'Entrée Scenario Potentiel (maximal)

1) Activer la fertilisation automatique

$Bft0 = 0.9$

$Fmx = 20 / 40 / 90$ (kg/ha)

2) désactiver l'irrigation automatique

$vmix = 0$ mm

$Bir = 0.0$

$Amn = 0$ mm

$Amx = 0$ mm

Démarrer (3)

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer des différentes pratiques de gestion et leurs impacts sur la productivité des cultures

- ❑ Création et configuration de la simulation (2 – modalité potentielle pour la gestion) Scénario avec une culture de fixation de l'N après la culture principale

Paramètres généraux d'Entrée

- Unité / région de de simulation (Parcel 15730)
- Période de simulation: début et fin (1990 – 2012)
- Initialisation: 10
- Gestion de la culture: importer le scénario du gestion modifié
- Meteo: actuelle
- Culture: Maïs
- Dossier de sortie: « mettre un nom »

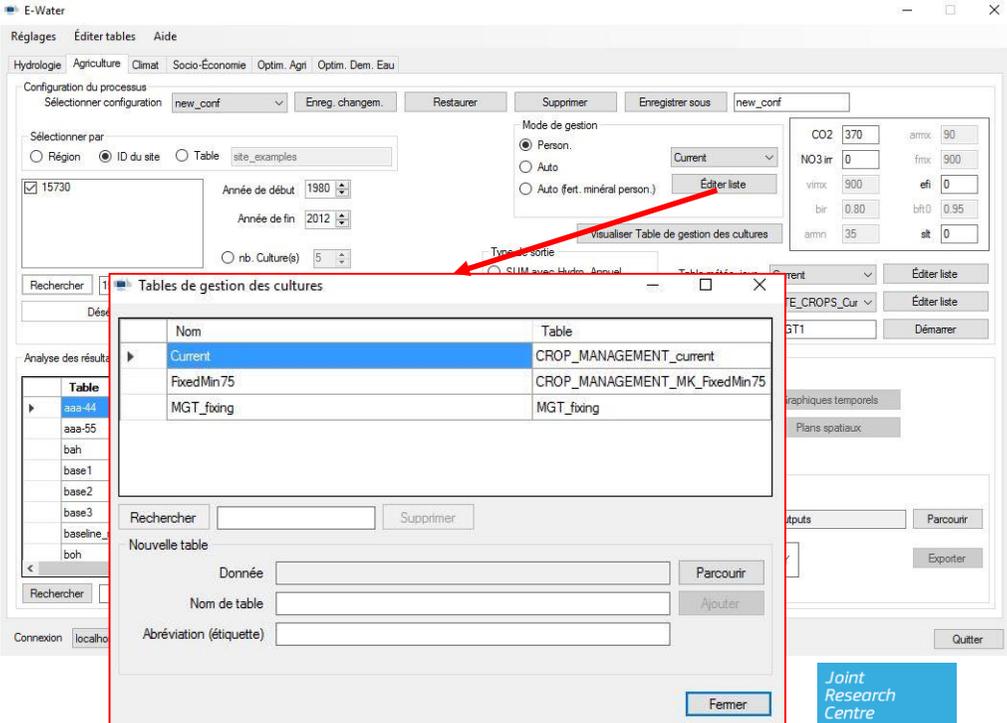


PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer des différentes pratiques de gestion et leurs impacts sur la productivité des cultures

❑ **Création et configuration de la simulation (2 – modalité potentielle pour la gestion) Scénario avec scénario avec une culture de fixation de l’N après la culture principale**

- **Gestion de la culture: importer le scénario de gestion modifié**



Nom	Table
Current	CROP_MANAGEMENT_current
FixedMin75	CROP_MANAGEMENT_MK_FixedMin75
MGT_fixing	MGT_fixing

- **Importer le données de gestion de la culture**

Fichier:
EPIC\Input\MGT\MGT_fixing.csv

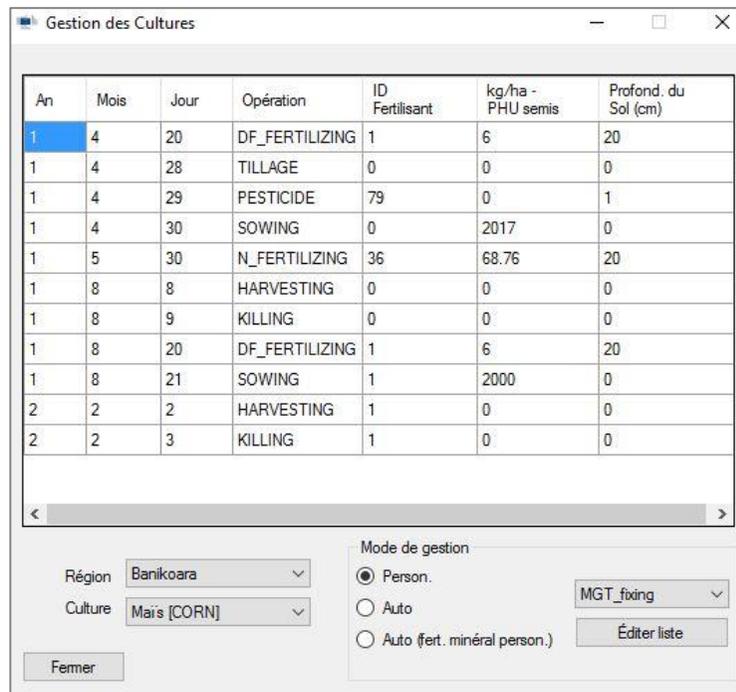
Éditer Liste

- **visualiser le données de gestion de la culture**

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer des différentes pratiques de gestion et leurs impacts sur la productivité des cultures

- visualiser le données de gestion de la culture



An	Mois	Jour	Opération	ID Fertilisant	kg/ha - PHU semis	Profond. du Sol (cm)
1	4	20	DF_FERTILIZING	1	6	20
1	4	28	TILLAGE	0	0	0
1	4	29	PESTICIDE	79	0	1
1	4	30	SOWING	0	2017	0
1	5	30	N_FERTILIZING	36	68.76	20
1	8	8	HARVESTING	0	0	0
1	8	9	KILLING	0	0	0
1	8	20	DF_FERTILIZING	1	6	20
1	8	21	SOWING	1	2000	0
2	2	2	HARVESTING	1	0	0
2	2	3	KILLING	1	0	0

Région: Banikoara
Culture: Mais [CORN]

Mode de gestion:
 Person.
 Auto
 Auto (fert. minéral person.)

MGT_fixing
Éditer liste

Fermer

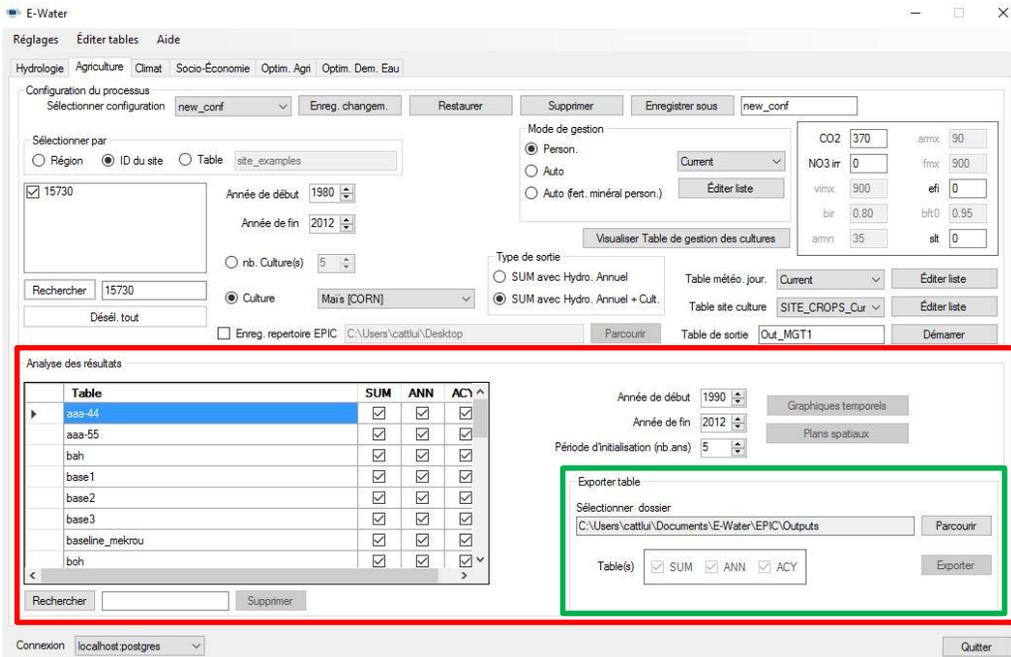
opérations pour le maïs

opérations pour la culture avec N fixation

PRATIQUE - Activité 1:

Évaluer des différentes pratiques de gestion et leurs impacts sur la productivité des cultures

☐ Analyses des résultats



Configuration du processus
Sélectionner configuration: new_conf | Enreg. changem. | Restaurer | Supprimer | Enregistrer sous: new_conf

Sélectionner par
 Région | ID du site | Table: site_exemples

Mode de gestion
 Person. | Auto | Auto (fert. minéral person.)

Type de sortie
 SUM avec Hydro. Annuel | SUM avec Hydro. Annuel + Cult.

Table météo. jour.: Current | Éditer liste

Table site culture: SITE_CROPS_Cur | Éditer liste

Table de sortie: Out_MGT1 | Démarrer

Année de début: 1980 | Année de fin: 2012 | Période d'initialisation (nb. ans): 5

Graphiques temporels | Plans spatiaux

Exporter table
Sélectionner dossier: C:\Users\cattiva\Documents\E-Water\EPIC\Outputs | Parcourir

Table(s): SUM ANN ACY | Exporter

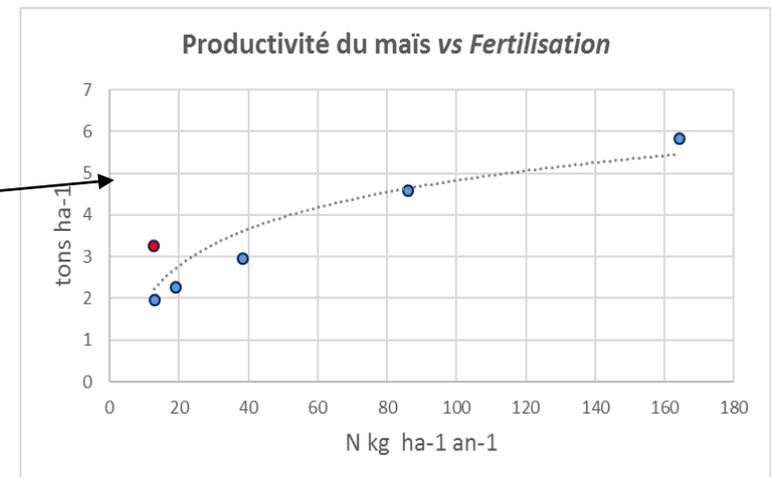
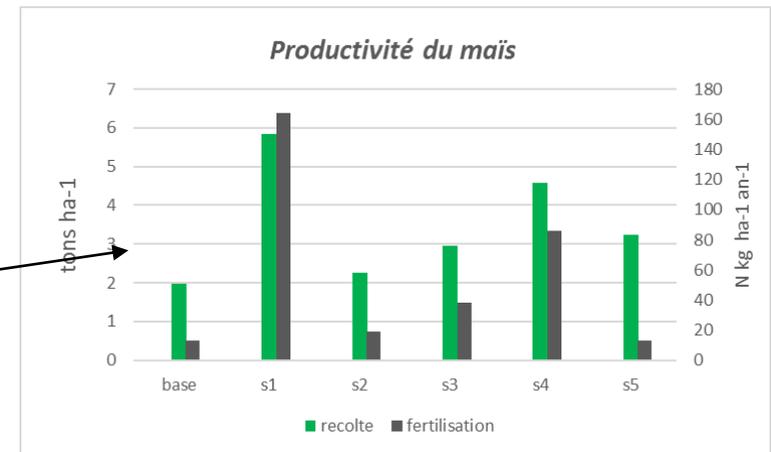
Table	SUM	ANN	AC
aaa-44	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
aaa-55	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
bah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
baseline_mekrou	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
boh	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

E-water

- Utiliser le module Graphique temporels pour analyser YLDG, BIOM, YLN, IRGA, WS, NS pour les différents outputs
- Comparer les différents niveaux de productivité, les besoins N et irrigation pour les différents scénarios
- Exporter les outputs en Excel
- Pour analyse, il est aussi possible d'exporter la table complète des outputs

Fichier: EPIC\Output\Example_Out.xls

- Comparer les différents niveaux de productivité, les besoins N et d'irrigation pour les différents scénarios
- Le niveau de productivité sous différents scénarios de fertilisation peut être évalué
- l'effet de différents niveaux de fertilisation est évident
- l'introduction d'une culture de fixation permet d'augmenter le rendement de 65% sans ajouter de fertilisation
- les coûts dues à ce changement d'opérations et leur faisabilité doivent être évalués



Simulation de scénarios avec EPIC E-Water

Activité 2: estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

La variabilité de la production agricole dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants sont les facteurs climatiques et de gestion de la culture.

- ❑ Le facteur climatique est généralement central dans le cas de l'agriculture pluviale où les variables climatiques, températures et précipitations affectent la croissance de la culture
- ❑ un autre facteur important est le niveau de fertilisation, en particulier dans la zone sub-saharienne où celui-ci niveau est souvent très faible
- ❑ EPIC estime la productivité agricole en incluant 2 principaux facteurs limitants : la disponibilité des nutriments pour la culture et le stress hydrique
 - Plusieurs scénarios peuvent être développés autour de ces deux types de paramètres: agriculture pluviale avec un stress nutriments très élevé, moyen et inexistant, ou /et agriculture irriguée avec un stress nutriments très élevé, moyen et inexistant.
- ❑ EPIC estimera la productivité agricole ainsi que le nombre de jours de stress hydrique durant la période végétative de la culture
- ❑ EPIC peut être paramétré avec un niveau de fertilisation fixe afin de mieux comprendre l'influence de la précipitation sur la productivité annuelle

Activité 2: estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

- ❑ Afin d'avoir une longue série de données météorologiques, nous utiliserions pour cette analyse **des données qui s'étendent de 1986-2100** soient les données historiques jusqu'en 2006 et données des scénarios climatique après 2006.
- ❑ **2 différents scénarios sont disponibles: RCP4.5 and RCP8.5.**
(Les données météorologiques utilisées ont une résolution temporelle journalière et les paramètres suivants : Précipitation, Température min et max journalière, humidité relative, vitesse des vents et radiation solaire)

PRATIQUE - Activité 2:

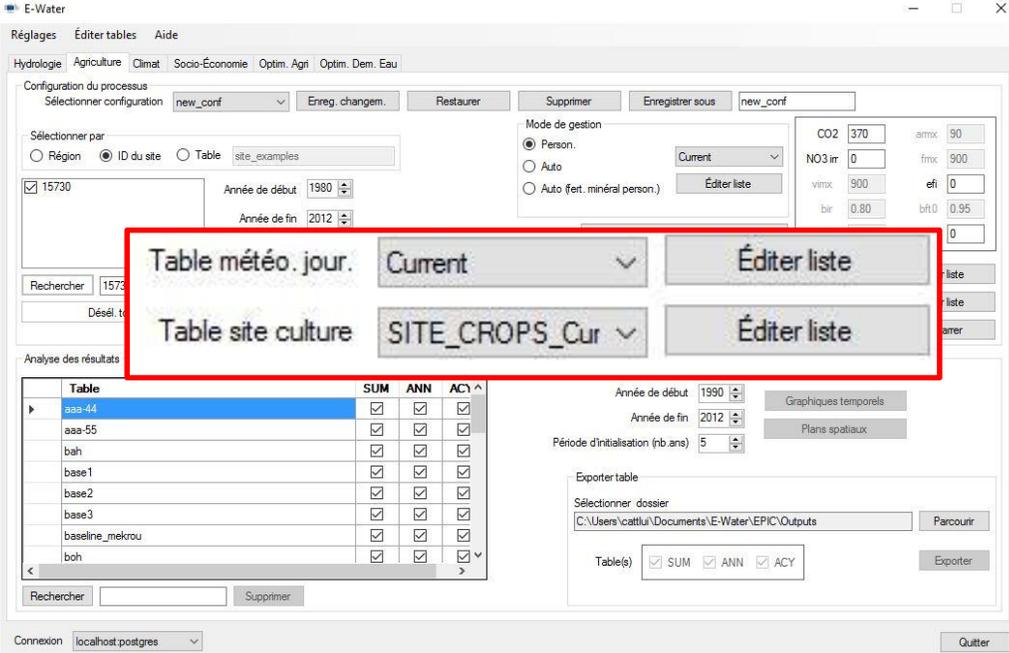
Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

- 1. Importer le données climatiques**
- 2. Importer le données de gestion de la culture**
- 3. Création et configuration des simulations (choix de la culture, et du scénario de gestion)**
- 4. Analyse des résultats**

PRATIQUE - Activité 2:

Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

1. Importer le données climatiques



The screenshot shows the 'E-Water' software interface. The 'Configuration du processus' window is open, showing various settings. A red box highlights the 'Table météo. jour.' and 'Table site culture' settings, both set to 'Current' and 'SITE_CROPS_Cur' respectively, with 'Éditer liste' buttons next to them.

Table	SUM	ANN	ACY
aaa-44	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
aaa-55	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
bah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
base3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
baseline_mekrou	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
bah	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- Importer le données climatiques

Fichier:

EPIC\Input\meteo\METEO_DAILY_AFR_44_rcp45.csv

EPIC\Input\meteo\METEO_DAILY_AFR_44_rcp85.csv

Éditer Liste

PRATIQUE - Activité 2:

Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

2. Modifier et importer le données de gestion de la culture

- voir ici la liste des engrais utilisés dans EPIC: INPUT\EPIC\Config\fert.dat

ID	NAME	Mineral N fraction	Mineral P fraction	Mineral K fraction	Organic N fraction	Organic P fraction	Ammonia N fraction	Organic C fraction	Salt	Cost (\$/kg)	Carbo emission (not used)
36	18-46-00	0.18	0.2	0	0	0	0	0	0	0.273	0.23
	1B-FRESH	0.014	0.008	0	0.026	0.004	0.8	0.3	0.001	0.012	0
	2B-FDLT-S	0.001	0.003	0	0.009	0.002	0.5	0.3	0.009	0.012	0
	3B-FDLT-P	0.03	0.004	0	0.02	0.002	0.99	0.3	0.001	0.009	0
	4B-FDLT-C	0.002	0.004	0	0.013	0.002	0.99	0.3	0.001	0.012	0
	5D-FRESH	0.012	0.004	0	0.021	0.002	0.99	0.3	0.001	0.012	0
	6D-1-LAGH	0.68	0.17	0	0.07	0.08	0.9	0.3	0.001	0.012	0
	7D-1-LAGE	0.7	0.15	0	0.08	0.07	0.9	0.3	0.001	0.012	0
	8D-SQ-LGN	0.049	0.082	0	0.648	0.221	0.972	0.3	0.001	0.012	0
	9D-LQ-LGN	0.566	0.09	0	0.102	0.242	0.987	0.3	0	0.012	0
	10goat-fsh	0.019	0.01	0	0.038	0.005	0.99	0.3	0	0.012	0
	11hog-frsh	0.021	0.016	0	0.04	0.007	0.99	0.3	0	0.012	0
	12horse-fs	0.013	0.006	0	0.023	0.003	0.99	0.3	0	0.012	0
	13P-DPIT-B	0.01	0.01	0	0.01	0.007	0.99	0.3	0	0	0
	14P-DPIT-L	0.01	0.01	0	0.01	0.007	0.99	0.3	0	0.012	0
	15P-FRSH-B	0.006	0.01	0	0.054	0.007	0.99	0.3	0	0.012	0
	16P-FRSH-D	0.003	0.005	0	0.027	0.002	0.99	0.3	0	0.012	0
	17P-FRSH-G	0.003	0.01	0	0.027	0.006	0.99	0.3	0	0.012	0

Exemple: calculer la valeur EPIC correspondant à une application de 100 N kg / ha avec un engrais commercial NPK(18-46-00; id: 36) Min N frac. = 0.18 ; Min P frac. = 0.2

EPIC valeur (OPV1 pour l'opération 'N_FERTILIZING' = $100 / 0.18 = 555$)

CRÉER un fichier de gestion avec la fertilisation N = 75 kg/ha ou UTILISER le fichier *Ficher: CROP_MANAGEMENT_MK_FixedMin75.csv*

PRATIQUE - Activité 2:

Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

CRÉER un fichier de gestion avec la fertilisation N = 75 (or 40) kg/ha ou **UTILISER**
 Fichier: *CROP_MANAGEMENT_MK_FixedMin75.csv* /
CROP_MANAGEMENT_MK_FixedMin40.csv

OBJECTID	NUTS_ID	MANAGEMENT_ID	NUTS3	DATE_YEA	DATE_MO	DATE_DAY	OPERATION	OPERATION_EQUIPMENT	OPERATION_TRACTOR	CROP	EPIC_CROP_JX7	OPV1	OPV2	OPV3	OPV4	OPV5	OPV6	OPV7	LUN	
				R	NTH															
10752	1062	CORN_1062	N_2718	1	5	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
10798	1063	CORN_1063	N_2721	1	5	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
10844	1064	CORN_1064	N_2726	1	5	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
10890	1065	CORN_1065	N_2727	1	5	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
10936	1066	CORN_1066	N_2730	1	5	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
10982	1067	CORN_1067	N_3055	1	6	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
11028	1068	CORN_1068	N_3056	1	6	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
11074	1069	CORN_1069	N_3062	1	6	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
11120	1070	CORN_1070	N_23305	1	6	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
11166	1071	CORN_1071	N_23307	1	6	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
11166	1072	CORN_1072	N_23307	1	6	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3
11166	1073	CORN_1073	N_23307	1	6	30	N_FERTILIZING	261	21	CORN	2	36	417	20	0	0	0	0	0	3

opération
à mettre
à jour

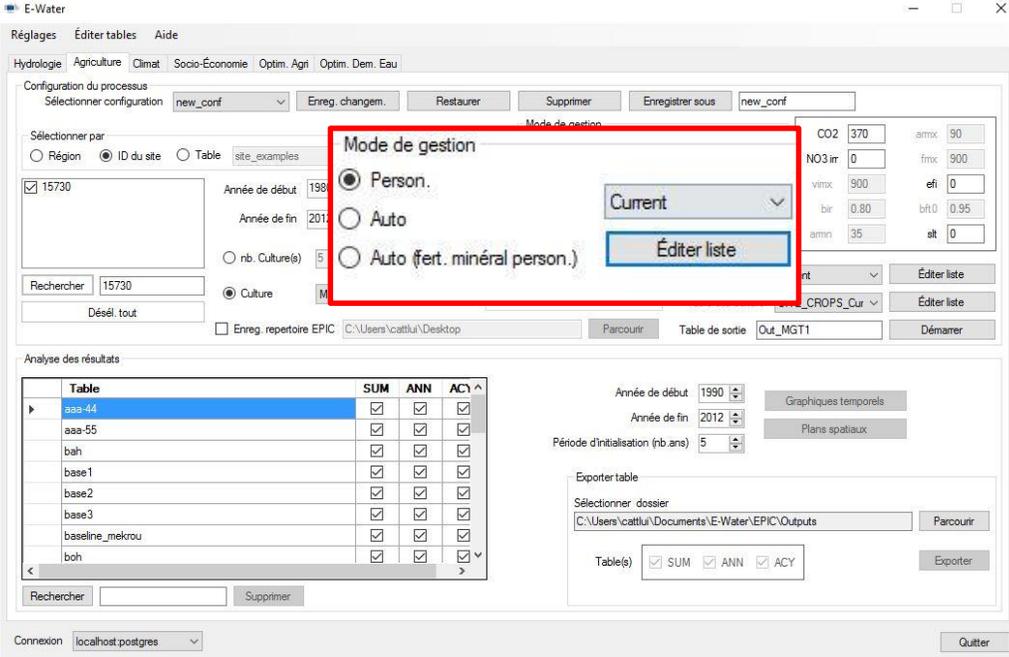
Culture
à mettre
à jour

Fertilisation
à mettre à
jour

PRATIQUE - Activité 2:

Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

2. Modifier et importer le données de gestion de la culture



The screenshot shows the 'E-Water' software interface. The 'Mode de gestion' (Management Mode) section is highlighted with a red box. It contains three radio button options: 'Person.' (selected), 'Auto', and 'Auto (fert. minéral person.)'. Below these options is a dropdown menu currently set to 'Current' and an 'Éditer liste' (Edit list) button. The interface also shows a table of results with columns 'Table', 'SUM', 'ANN', and 'ACY', and various configuration options for the process.

- Importer le données

Fichier:

CROP_MANAGEMENT_MK_FixedMin75.csv

Éditer Liste

PRATIQUE - Activité 2:

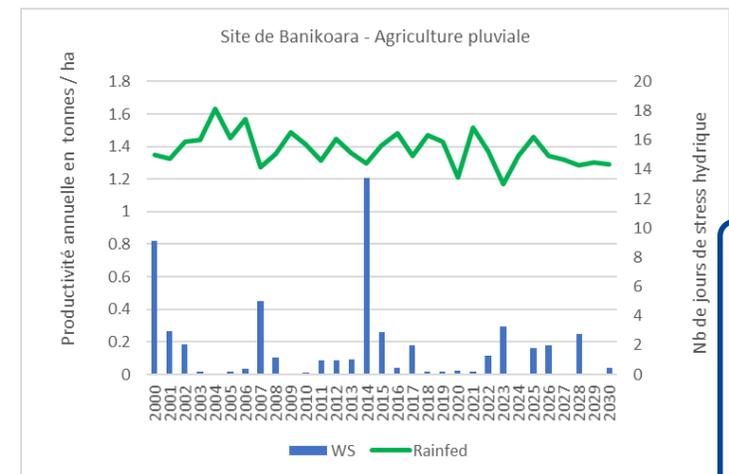
Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

3.) Création et configuration de la simulation (modalité standard pour la gestion - BASELINE)

Paramètres généraux d'Entrée

- **Unité / région de de simulation (Parcelle 15730, ...sélectionnez également d'autres régions)**
- **Période de simulation: début et fin (1986 - 2050)**
- **Initialisation: 14**
- **Gestion de la culture: actuelle**
- **Météo: scénario climatique AFR-44 CORDEX rcp4.5**
- **Culture: Maïs**
- **Dossier de sortie: « mettre un nom »**

Démarrer

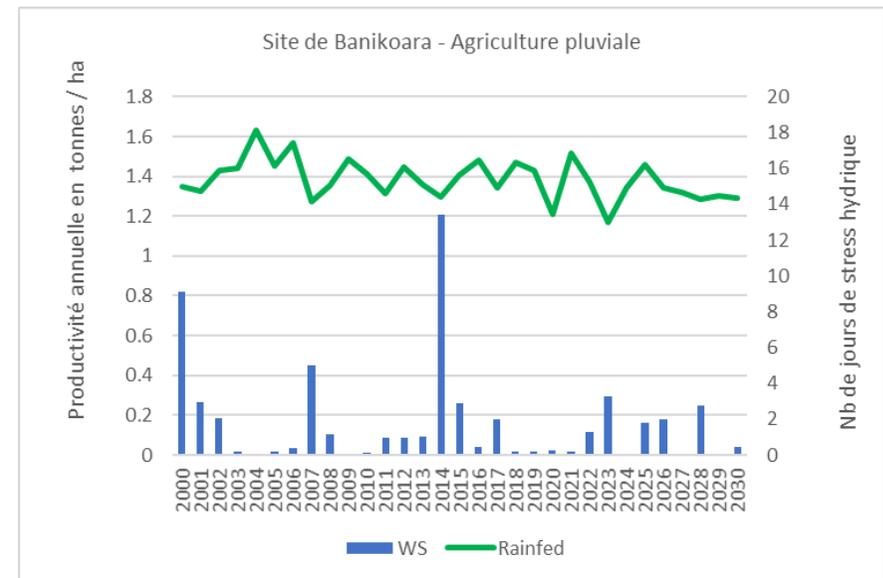


PRATIQUE - Activité 2:

Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

4.) exporter les données et analyser les variables YILDG et WS (NS)

- Dans les conditions du scénario Baseline/courant (Scénario climatique RCP4.5, agriculture pluviale et faible/actuelle fertilisation = 3kg de N /ha), la productivité du maïs fluctue entre -15% et +18% autour de la moyenne sur la période 2000-2030.
- La précipitation se situe entre 770 mm et 1500 mm par an avec une moyenne annuelle de 1067 mm pour la période 2000-2030.
- La fertilisation appliquée actuellement est très faible (13kg N/ha) d'où le fait que la disponibilité des nutriments est le facteur limitant, dans ce cas.
- Cependant, un effet du stress hydrique sur la productivité peut être observé au moins durant les années sèches.



PRATIQUE - Activité 2:

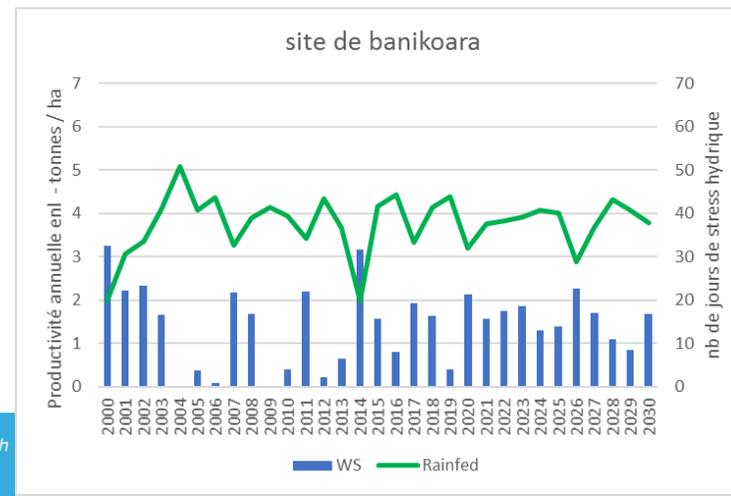
Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

SIMULATIONS D'AUTRES SCÉNARIOS

Créer des scénarios pour:

- a) Agriculture pluviale + - Scénario RCP 4.5 + maïs + - Fertilisation fixe = 70 kg N/ha (faible stress nutritif) – période pour l' analyses 2000-2030
- b) Agriculture irriguée + - Scénario RCP 4.5 + maïs + - Fertilisation fixe = 70 kg N/ha (faible stress nutritif) – période pour l' analyses 2000-2030

c) analyse des résultats



PRATIQUE - Activité 2:

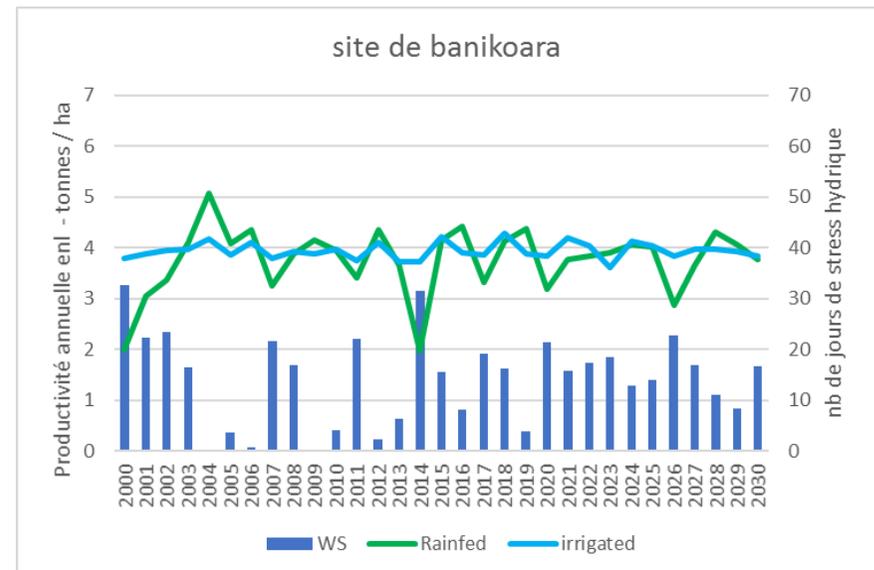
Estimer la variabilité de la production agricole annuelle en fonction des facteurs climatiques

□4.) exporter les données et analyser les variables YILDG et WS (NS)

- En considérant cette hypothèse sans stress nutritif, la contribution de l'irrigation durant les jours de stress hydrique est plus visible
- La productivité du maïs qui bénéficie de l'irrigation est moins variable d'une année sur l'autre, le rendement moyen est également plus élevé
- Il est rappelé que l'irrigation peut être moins nécessaire durant les années où la précipitation est suffisante pour assurer la croissance de la culture, mais peut limiter les pertes durant les années sèches.
- Par exemple, les différences de rendement entre le scénario pluvial et celui irrigué sont de -47%, -28% et -24% respectivement.

Fichier:

out_compare.xls





European
Commission

MERCI

JRC Mission

As the science and knowledge service of the European Commission, the Joint Research Centre's mission is to support EU policies with independent evidence throughout the whole policy cycle.



EU Science Hub
ec.europa.eu/jrc



@EU_ScienceHub



EU Science Hub - Joint Research Centre



Joint Research Centre



EU Science Hub