



WEFE SENEGAL

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



Guinée



Mali



Mauritanie



Sénégal

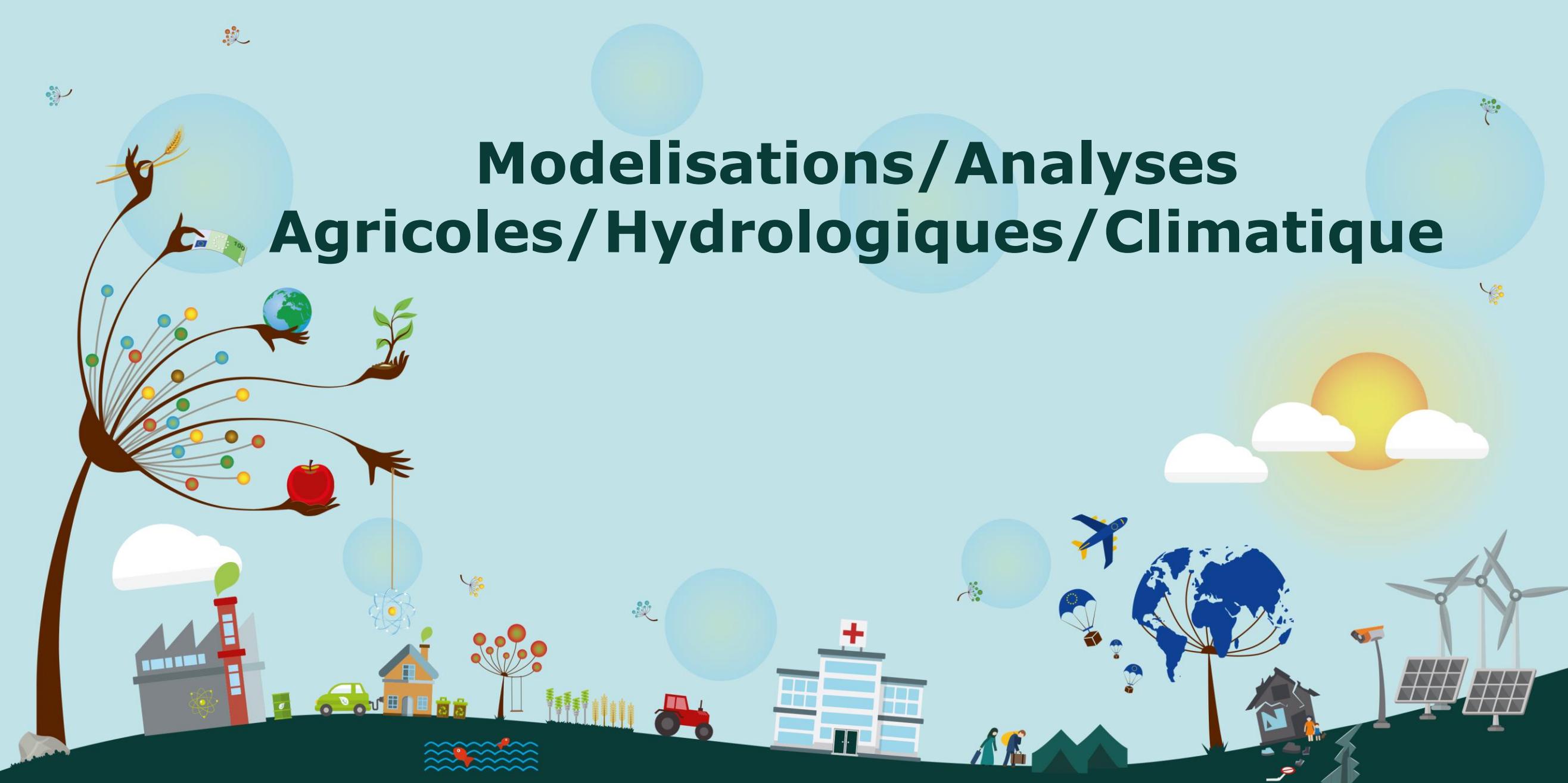


Présentation d'outils et de Méthodes disponibles

CCR

Modélisation agro-hydro-météorologiques disponibles

Modélisations / Analyses Agricoles / Hydrologiques / Climatique



Buts de la modélisation

- Quantifier la disponibilité de l'eau dans le bassin hydrographique influencée par le climat et la gestion
- Évaluer la productivité agricole actuelle et la simuler selon les scénarios et la variabilité climatique et les différents modes de gestion
- Comprendre la pression globale de la qualité de l'eau sur les écosystèmes aquatiques
- Évaluer les besoins en eau et en éléments nutritifs pour les principales cultures du bassin selon différents scénarios de production
- Identifier les stratégies agricoles spatiales explicites pour la gestion des engrais et de l'irrigation, les principales sources de pollution par les nutriments et leur localisation
- Évaluer l'autosuffisance alimentaire comme une opportunité de réduire le problème de sécurité alimentaire dans la région
- Évaluer les futurs scénarios de développement et l'impact de cette demande en eau additionnelle sur la disponibilité de l'eau
- Évaluation de la variabilité climatique, de la fréquence et du retour des événements météorologiques extrêmes

SWAT /
LISFLOOD

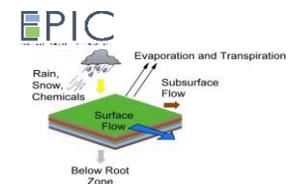
GREEN-Rgrid
MODEL

EPIC MODEL

MOO methods

Variabilité / SPI
/ L-moments

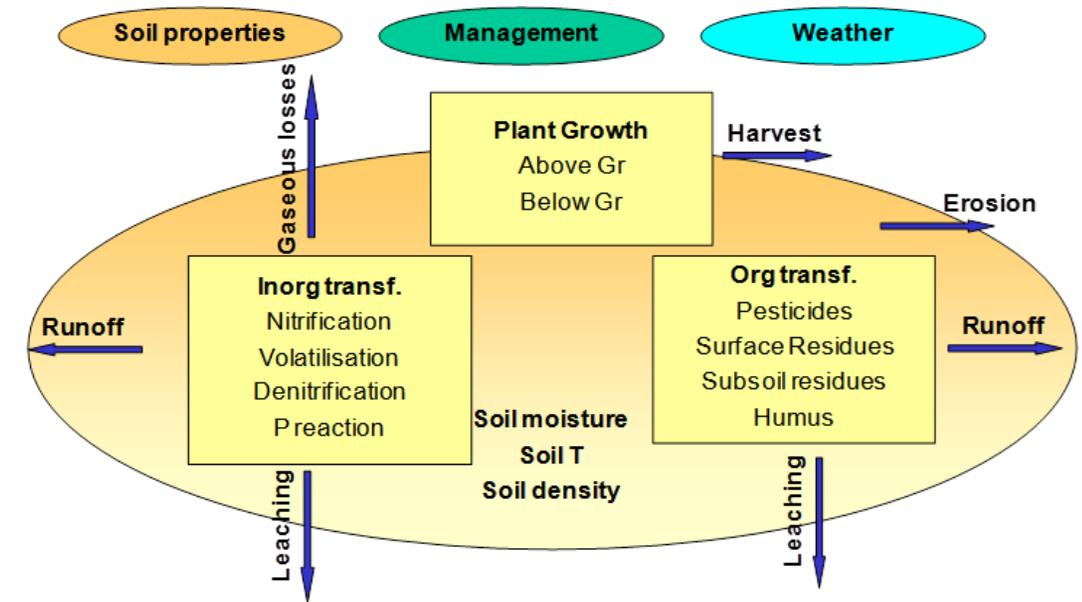
Modélisation agricole : EPIC



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

Description générale de l'outil/méthode

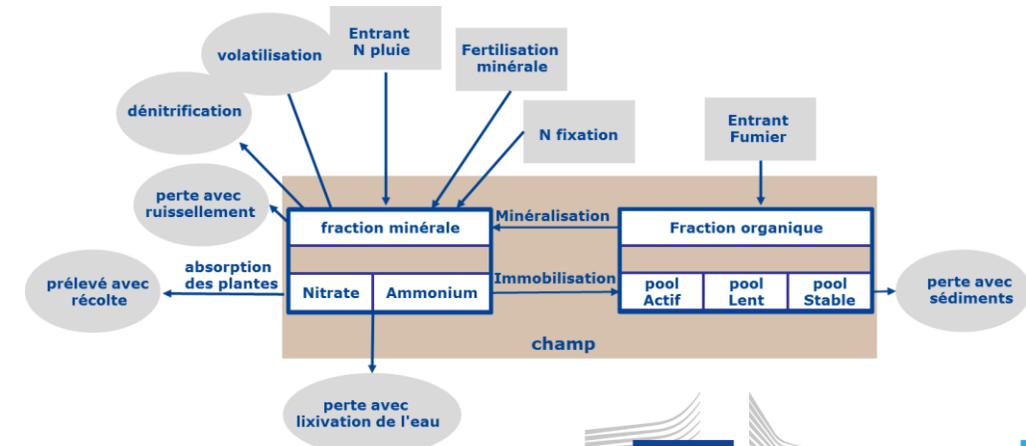
- ❑ Est un modèle biophysique de gestion des terres cultivées
- ❑ Il peut s'appliquer à l'échelle de la ferme (à l'échelle de la parcelle)
- ❑ Il propose une modélisation à un pas de temps journalier
- ❑ Il simule le développement d'une culture, voire de cultures associées (c'est-à-dire plusieurs espèces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



Processus

- 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.
- Bilan hydrique simplifié: le ruissellement de surface, la percolation et le flux latéral de sub-surface, évapotranspiration
- Qualité du système Sol-Eau: le cycle des nutriments et la balance de l'N et P sont considérés avec calcul du processus de transformation, des prélèvements de la plante et les mouvements dans le sol

CYCLES DES NUTRIMENTS EN EPIC



Modélisation agricole : EPIC

Description générale de l'outil/méthode

Cadre méthodologique et configuration des données

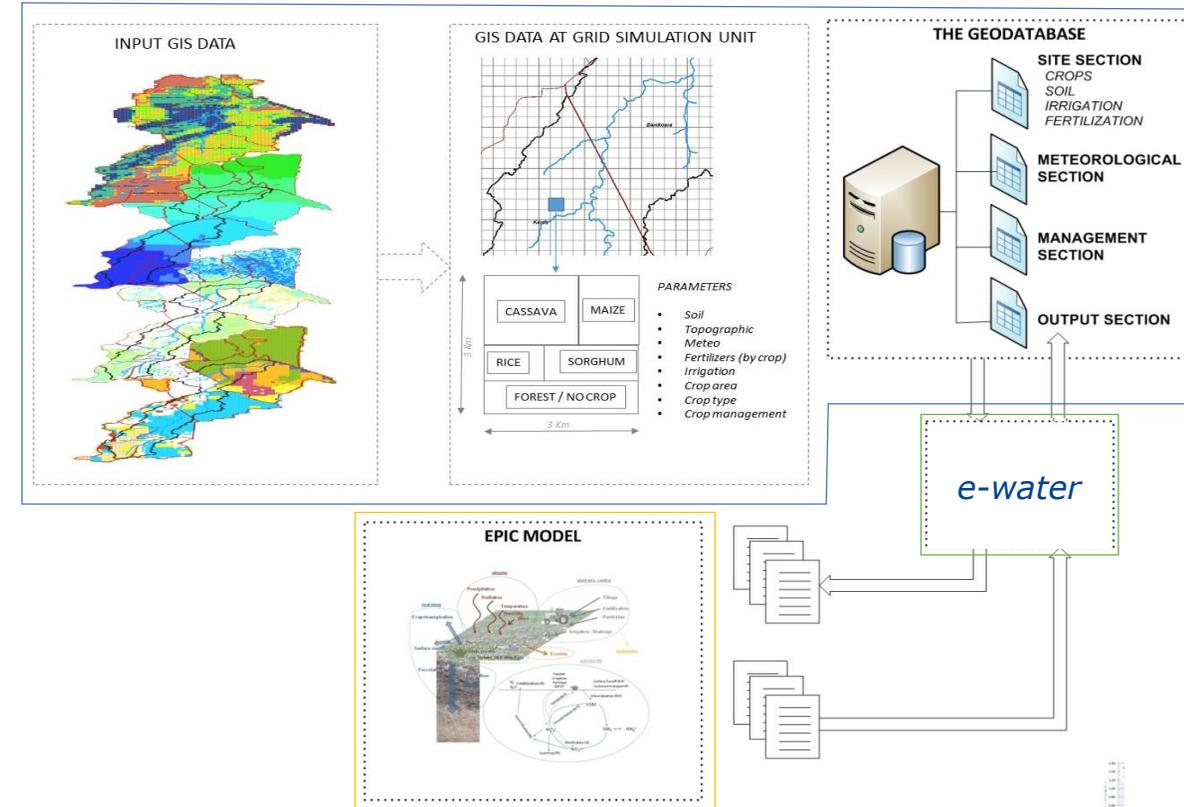
Cadre GIS (SIG)

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

geo-database pour permettre les simulations EPIC

La géo-database
Contient toutes les données nécessaires (sols, caractéristiques des cultures, fertilisation...)



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

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

Modélisation agricole: EPIC

Source: ESAC, 2015



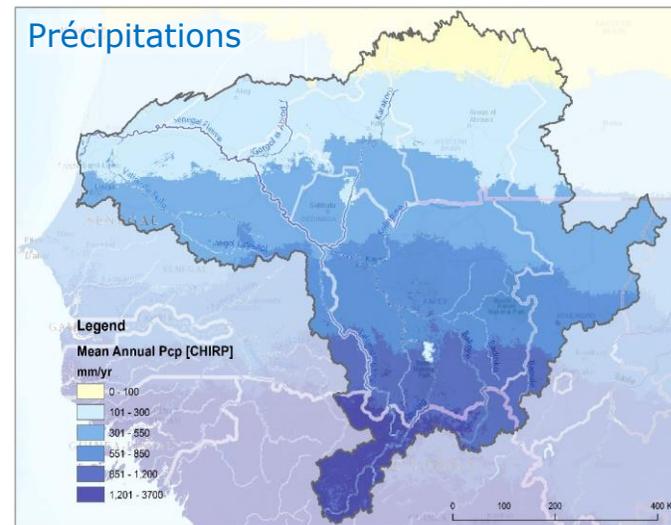
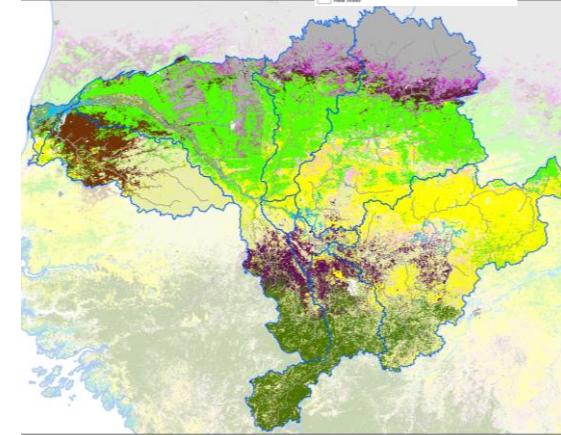
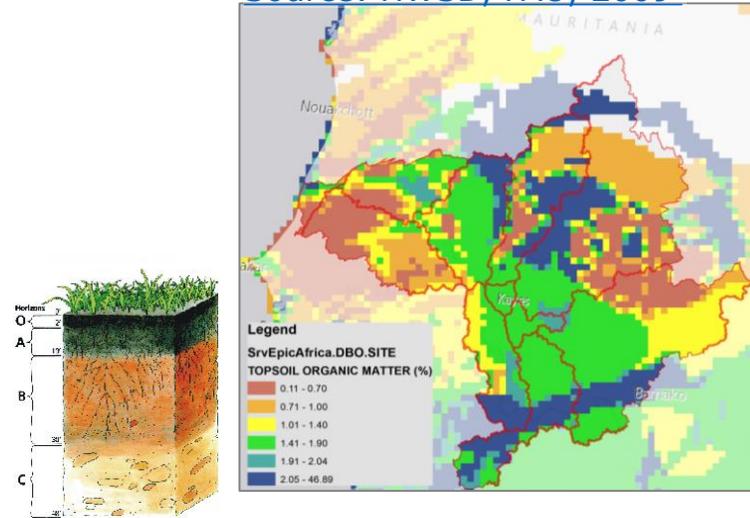
Données d'entrée requises

Cadre GIS (SIG)

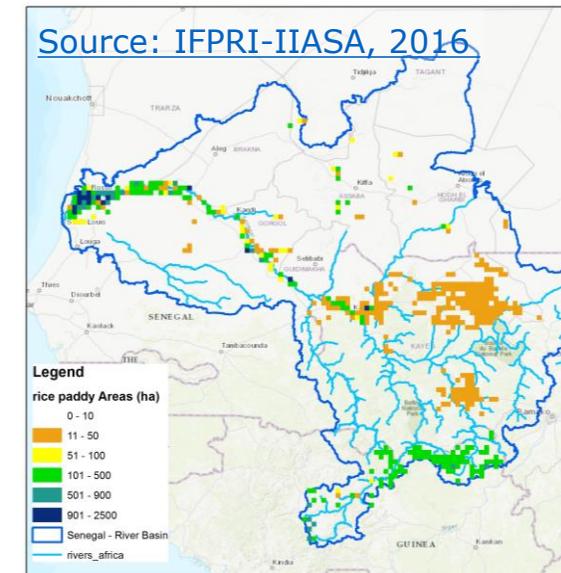
Données requises par le modèle

- ❑ Soil data: Données pour la texture, drainage, AWC, profondeur des sols, carbone organique, % graviers, densité, CaCO₃, TSB, etc. (HWSD), Slope/Pente a partir de MDT 30" ([NASA, 2017](#))
- ❑ Land use: Les cartes de culture SPAM (Spatial Production Allocation Model) ont été utilisées pour dériver un ensemble complet de données sur les terres, puis validées avec des statistiques locales
- ❑ Climate data: précipitations, température, rayonnement solaire, vitesse du vent et humidité relative avec une résolution spatiale of 0.1 (données journalière, période 1/1/1989-31/12/2016), dérivé de ERA-Interim global dataset.

Source: HWSD, FAO, 2009



Source: IFPRI-IIASA, 2016



Modélisation agricole: EPIC

Données d'entrée requises

- ❑ **Crop management:** La gestion des cultures est très importants. Il comprend des calendriers détaillés et les caractéristiques des opérations de culture les plus courantes, y compris **les semis, la récolte, le travail du sol, la fertilisation et l'irrigation**, pour chacune des cultures utilisées, le type de cultures (température optimal, profondeur des racines, indice de surface foliaire)

IRRIGATION

- ❑ L'irrigation avec arroseur ou par sillon peut être simulée et un programme d'irrigation appliqué.
- ❑ les applications d'irrigation peuvent être simulées a des dates (et quantités) spécifiques (défini 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 plant ([0-1]: 1 où 1= pas de stress);
 - volume max appliqué dans la saison vegetative (mm);
 - Fraction perdue du ruissellement;
 - Chaque apport min et max en volumes (mm);
 - l'intervalle de temps min entre deux irrigation en jours

FERTILISATION

- ❑ Application de fertilisants fonctionne de la meme facon que celle pour l'irrigation – une programmation peut etre mise en place ou automatique– de maniere fixe ou variable.
- ❑ Entrees requises pour une version automatique inclus: *Un seuil (stress N de la plante entre (0-1)); Un max annuel de N apporté a la culture en kg ha-1; Un minimum de temps entre les apports en jours.*
- ❑ Les Apports Automatiques sont déclenchés seulement que 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.



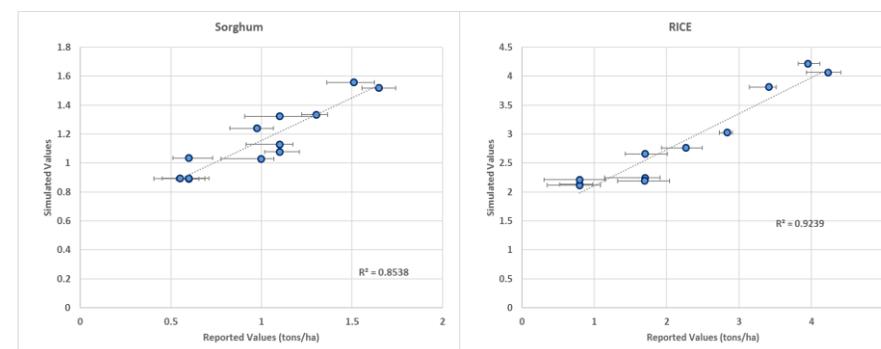
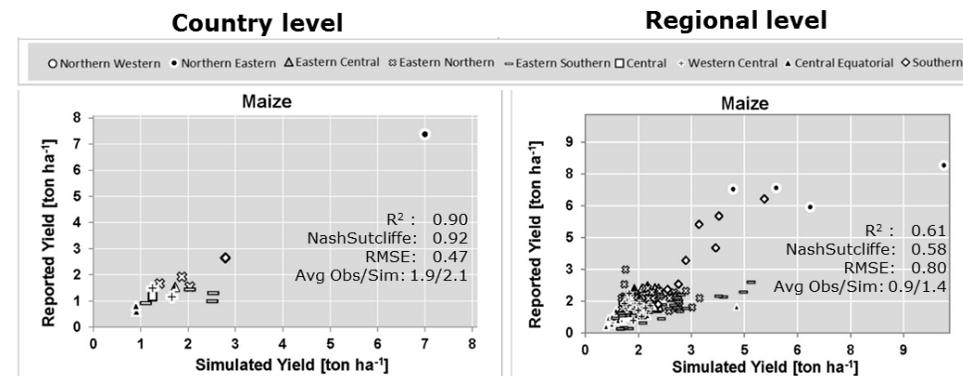
Modélisation agricole: EPIC

Données d'entrée requises

Données requises par le CALAGE/étalonnage

rendements annuel observés des cultures, ETP, LAI

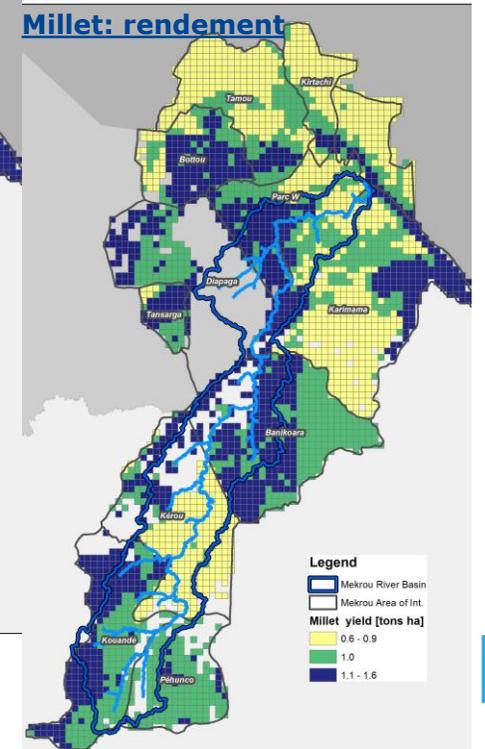
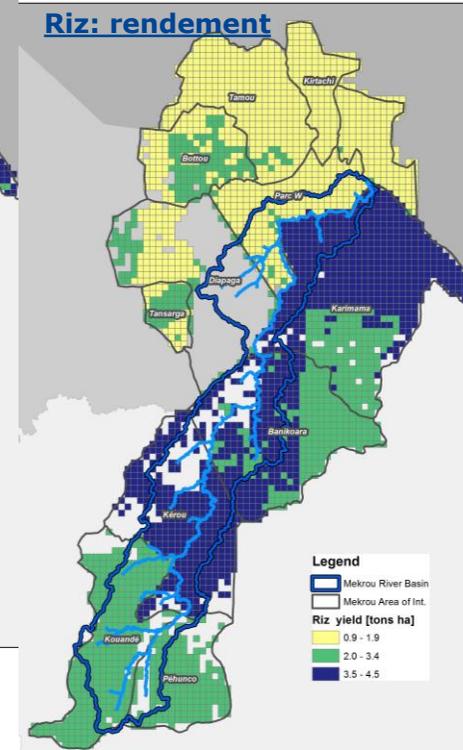
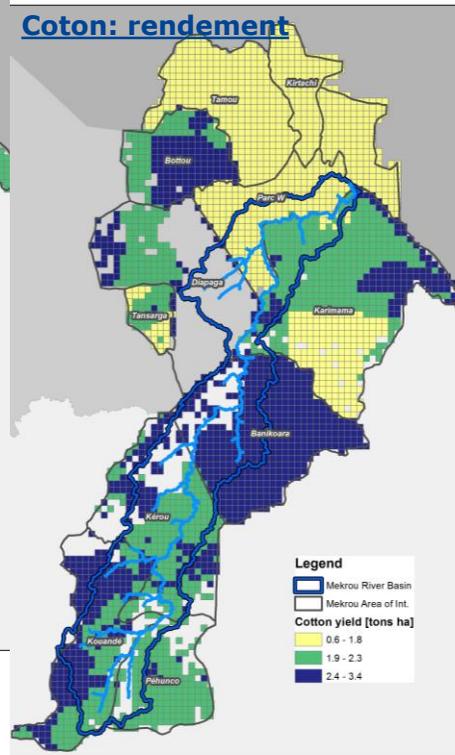
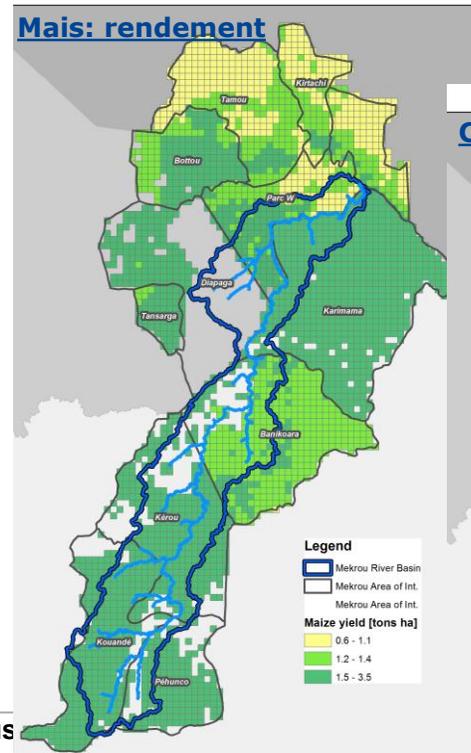
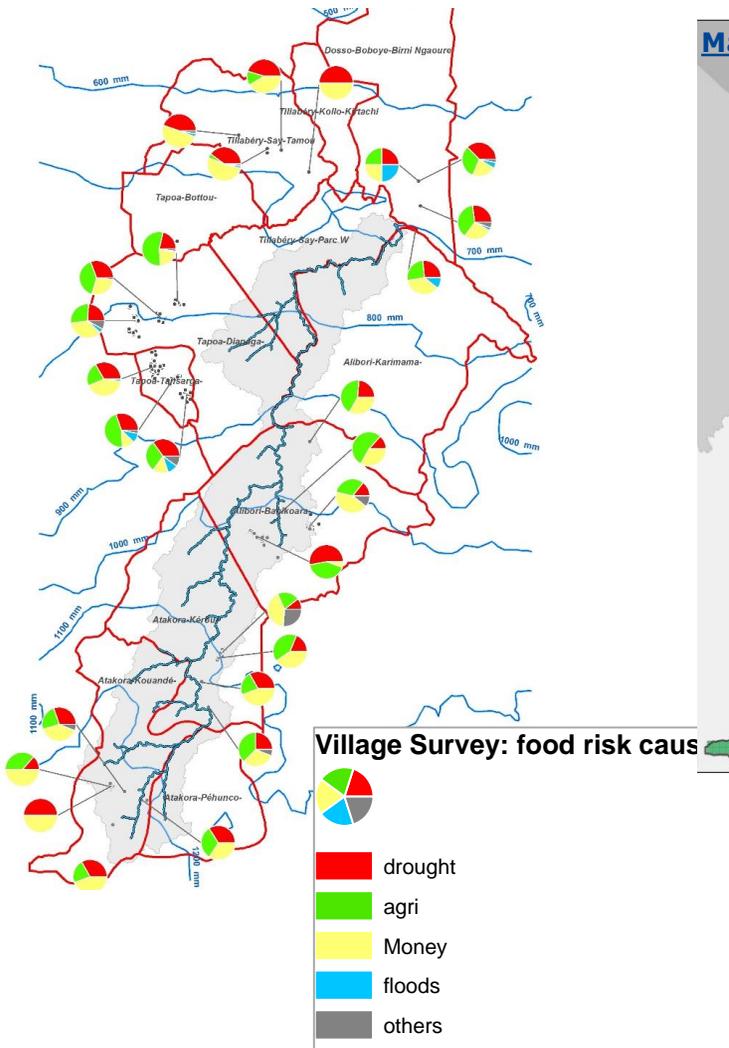
- a) Rendements observés pour
- Chaque culture: *variabilité des cultures*
 - Chaque région: *variabilité spatiale*
 - plusieurs années: *variabilité temporelle / variabilité par facteurs climatiques*
 - plusieurs management: *variabilité des facteurs externes (saison, culture pluviale / irriguée)*
- b) Exemple de paramètres d'étalonnage: indice de récolte, efficacité d'utilisation du rayonnement, température optimale, densité de semis, hauteurs maximales, MAX/MIN index foliaire
- La quantité correcte de rendements de culture améliore la fiabilité du modèle sur l'absorption de nutriments par la plante et la répartition de l'eau entre le stockage du sol et l'évapotranspiration réelle.



Modélisation agricole: EPIC

Exemples de resultats/analyses

- Identification spatiale des zones à faible production qui contribuent à l'insécurité alimentaire

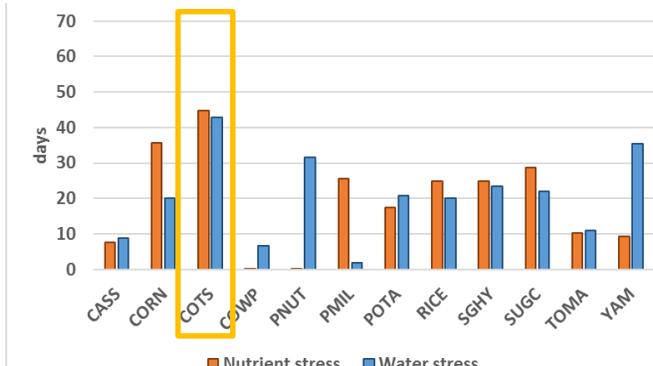
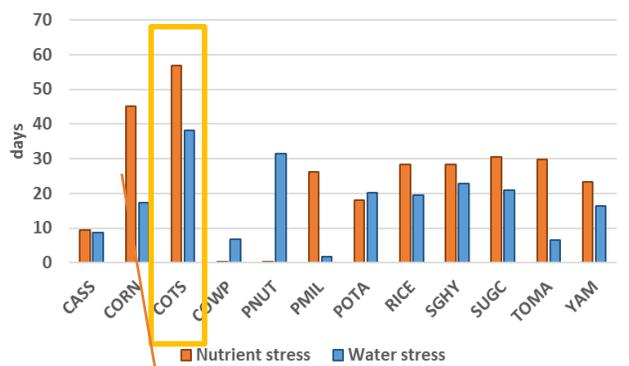


Modélisation agricole: EPIC

Exemples de resultats/analyses

- Identification des **facteurs** (spécifique à la culture et spécifique au site) **limitant** la croissance des cultures
- **Besoins en nutriments et en eau** pour différents niveaux de production
- 'Yield Gap Analysis': **Analyse de l'écart** de rendement (définie comme la différence entre **le rendement potentiel** en l'absence de contraintes hydriques et nutritives (ou limitées) et **le rendement actuel**)

nombre de jours de stress pour plusieurs cultures et scenarios

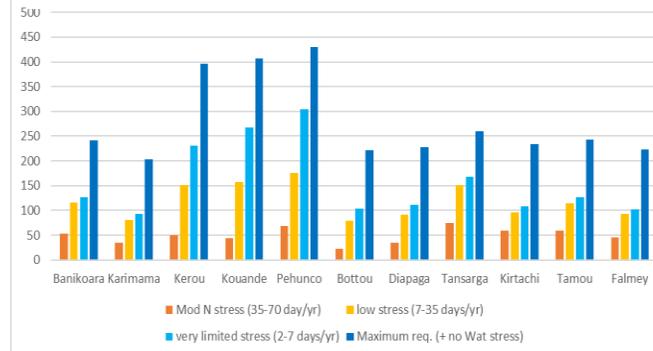


- La disponibilité de l'Azote N est plus important pour toutes les céréales

- dans le cas du maïs et du coton, 45-55 jours de stress correspondent à un stress de longue durée

- l'augmentation du N implique une augmentation parallèle de la consommation d'eau.

Besoin Nutriment (N kg/ha)

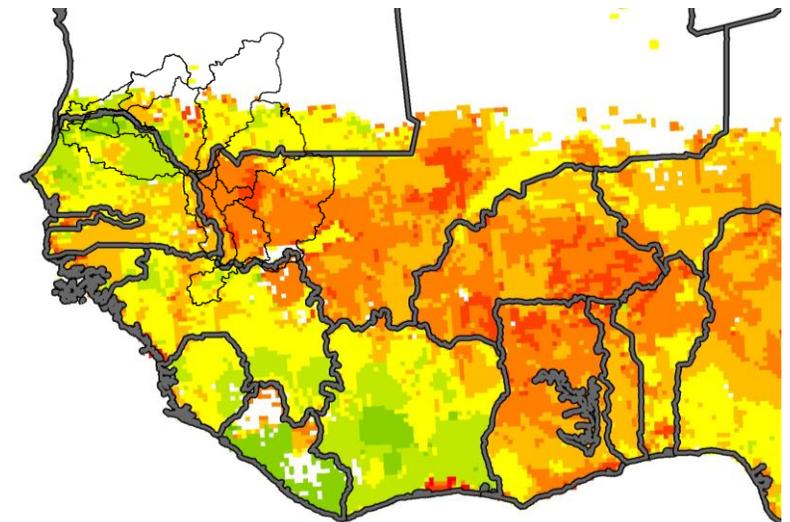
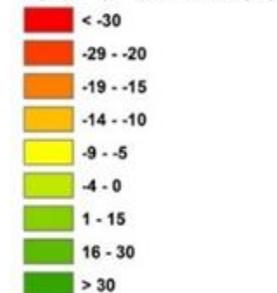


développement durable des pratiques actuelles

Indicateur dérivé de la simulation du modèle: l'apport d'azote par la fertilisation et l'absorption d'azote

$$N_{index} = FERT N_{model input} - N_{model crop uptake}$$

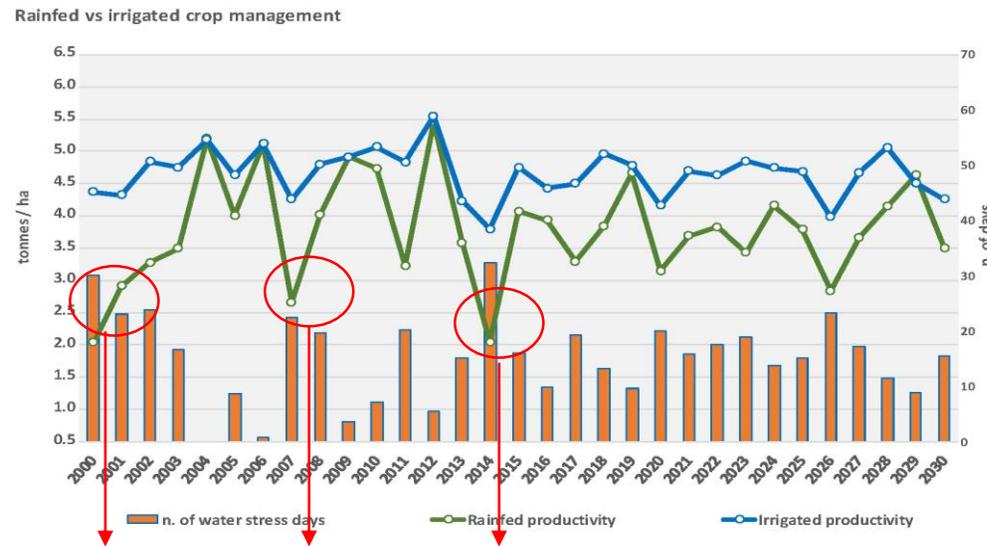
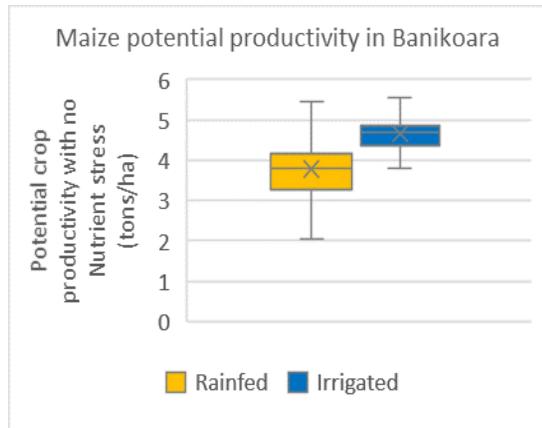
Nidx [N bal. Act.Agr.Sys] kg ha⁻¹ y⁻¹ [no fix. crops]



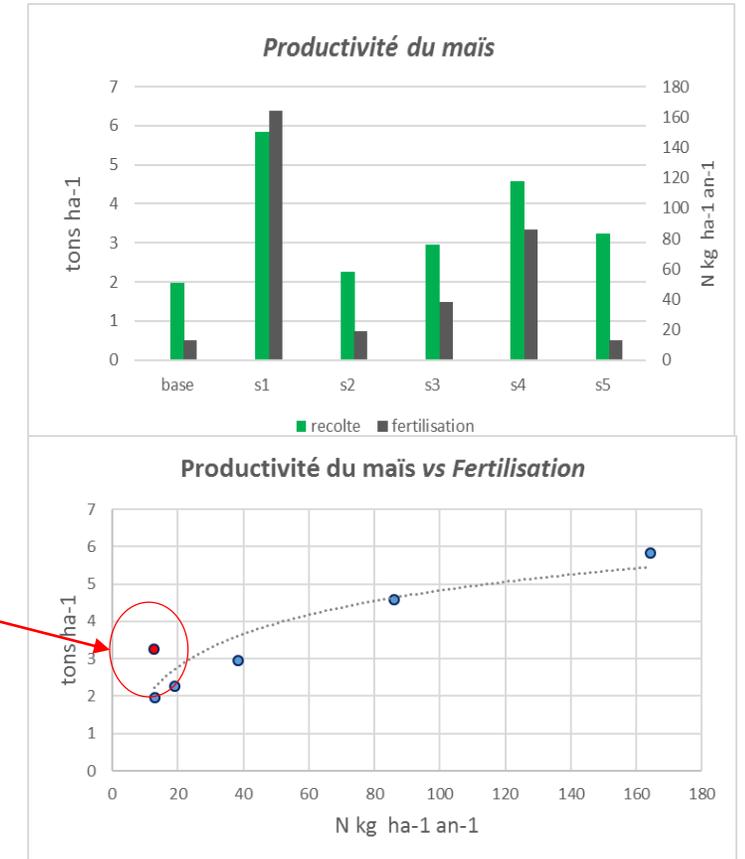
Modélisation agricole: EPIC

Exemples de resultats/analyses

- Analyse de l'impact des nouvelles stratégies de gestion des cultures: différents niveaux de fertilisation, N culture de fixation, cultures de couverture, agriculture pluviale contre agriculture irriguée.
- l'utilisation de culture fixatrice d'azote, introduite dans la rotation comme culture de couverture après la saison de croissance principale (saison des pluies), permet d'obtenir une augmentation importante du rendement en céréales (+ 65% dans cette analyse) sans augmenter l'utilisation d'engrais minéraux
- Variabilité annuelle de la productivité des cultures affectée par le climat selon différentes stratégies de gestion



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.



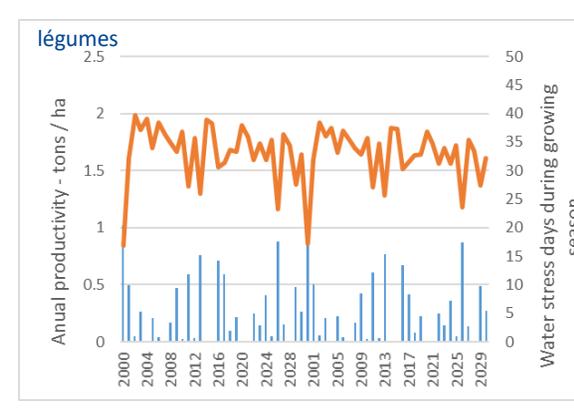
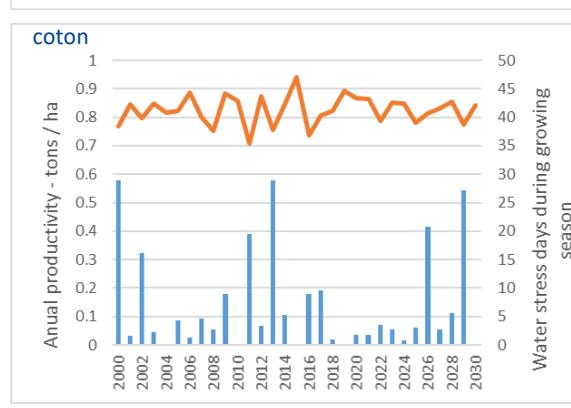
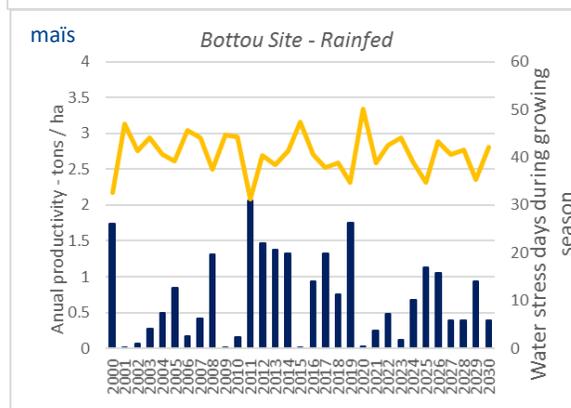
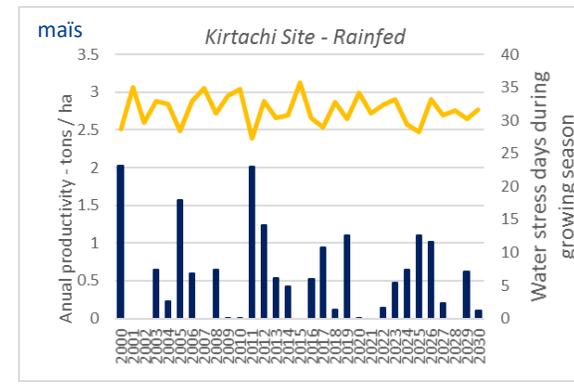
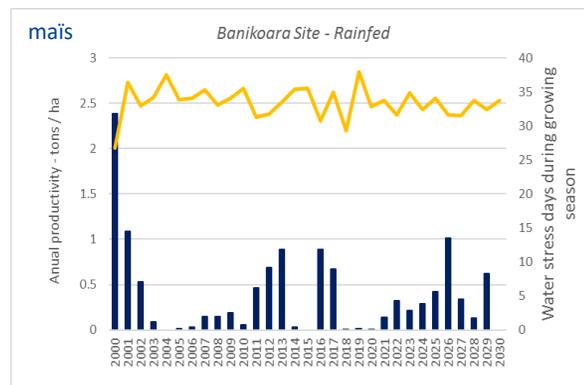
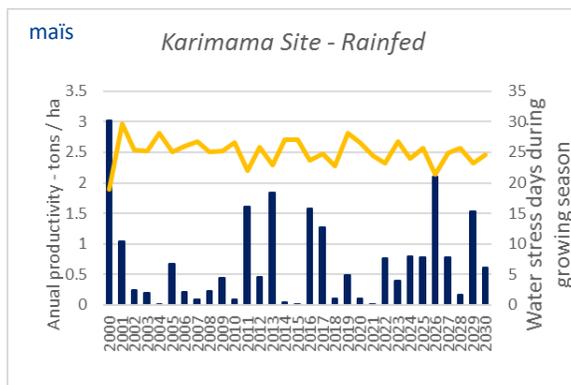
Modélisation agricole: EPIC

Exemples de résultats/analyses

- 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





Thanks

Questions?

You can find me at [**marco.pastori@ext.ec.europa.eu**](mailto:marco.pastori@ext.ec.europa.eu)

Other tools