



PROGRAMME
DE RECHERCHE
CLIMAT

WEBINAIRE TRACCS

TRANSFORMER LA MODÉLISATION DU CLIMAT POUR LES SERVICES CLIMATIQUES

Les incertitudes des services climatiques : retours sur l'atelier participatif de l'AG TRACCS 2025

Julie Deshayes (IPSL-LOCEAN)

Benoit Hingray (IGE)

Guillaume Evin (INRAE)

Nelson Noubissi (IGE)

→ Vendredi 21/03/2025 de 11h à 12h



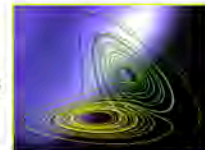
AG TRACCS 2024 :

Keynote de
Laurent Terray

Une typologie des sources d'incertitude (coté modélisation)

- **Incertitude épistémique:** vient d'une connaissance imparfaite (ou ignorance) des phénomènes
 - Modèles (lois physiques et formulation des équations, paramétrisations, aspects numérique et algorithmique, processus absents)
 - Forçages (aérosols, GHG, volcans, irradiation, usage des sols ...)
 - Conditions initiales du système climatique

Pas mesurable !
 - **Incertitude stochastique (Aleatoric):** nature chaotique du système climatique
 - **Incertitude réflexive:** cause (émissions) et solution (atténuation, adaptation, changements) du problème
- Pas estimable !*



AG TRACCS 2024 :

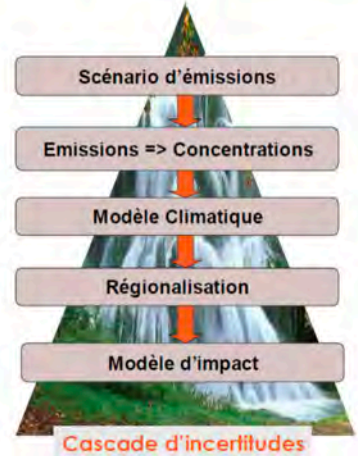
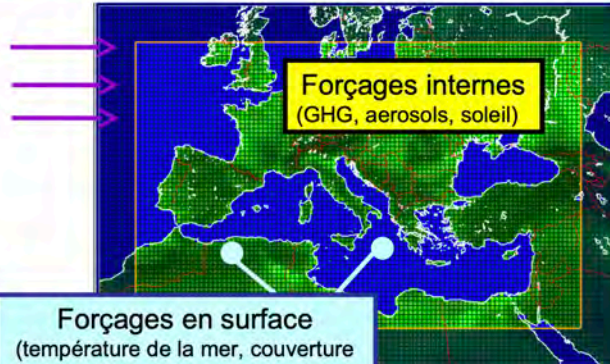
Matinée d'échanges autour de la modélisation du climat global et régional, à destination des non spécialistes

Slide tiré de la présentation de Samuel Somot :

RCM = Regional Climate Model

Chaîne de modélisation, forçages et incertitude

Forçage aux frontières latérales
(vent, température, humidité, pression)



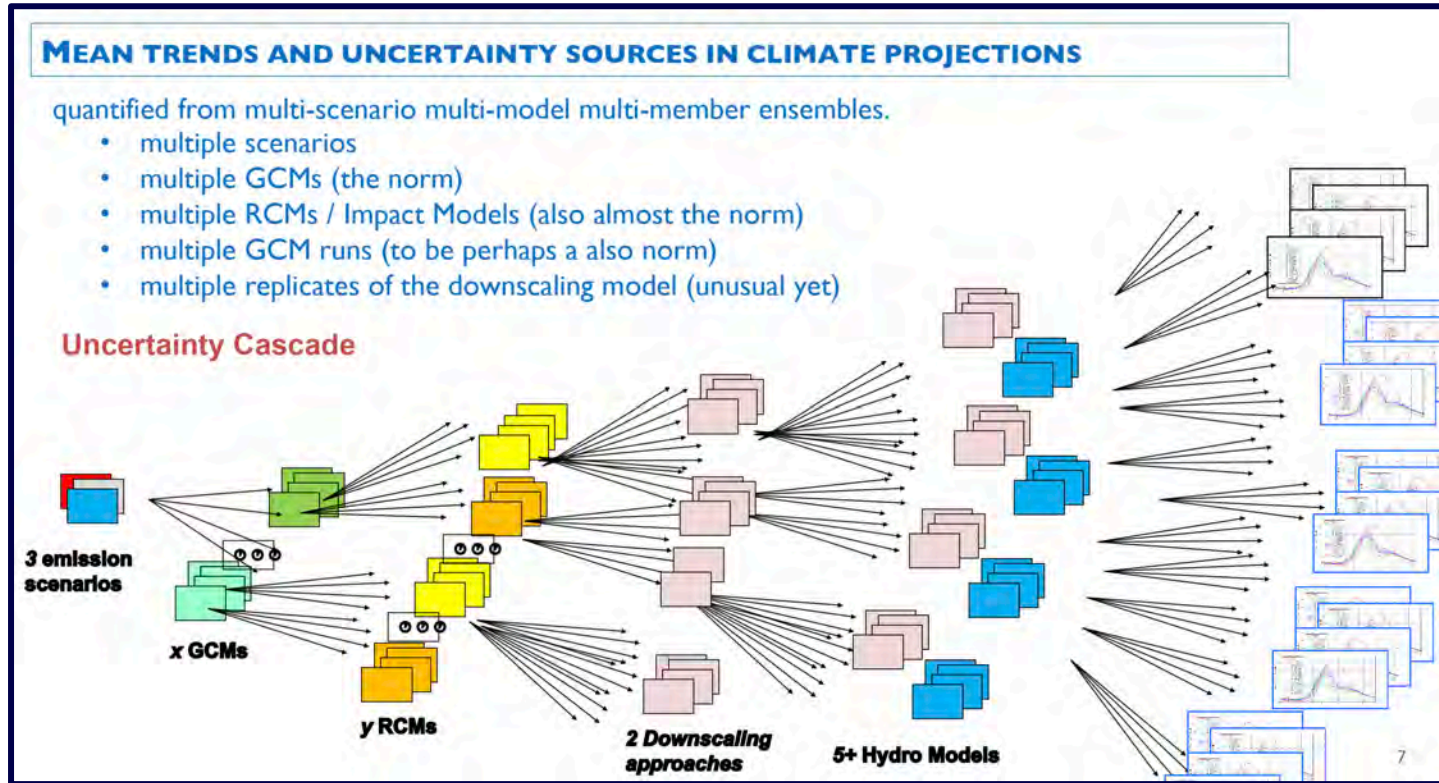
La qualité des simulations produites avec un RCM dépend du modèle régional utilisé et des forçages aux limites

AG TRACCS 2024 :

Matinée d'échanges

...

Slide tirée de la
présentation de
Benoit et Guillaume :



AG TRACCS 2024 :

Keynote de
Laurent Terray

=> Les incertitudes
sont partout
dans TRACCS !

[https://pepr-
traccs.fr/](https://pepr-traccs.fr/)

Présence du mot *incertitudes* dans les différents PCs

220 occurrences des mots (Incertitude-s ou incertain-e)

Le maillot jaune (sans surprise !) : QUINTET (PC6) 77

Sur le podium: 43 et 34

LOCALISING (PC10) et DIALOG (PC1)

Le peloton: 21 et 18

DEMOCLIMA (PC3) et EXTENDING (PC4)

La voiture balai: 7, 7, 6, 4 et 3

CYCLESIM (PC8), COMPACT (PC5), ISClim (PC9),

IMPRESSION-ESM (PC7), INVEST(PC2)

Objectifs de l'atelier pour AG TRACCS 2025

Atelier participatif sur les incertitudes des services climatiques, AG TRACCS 2025

- 1.1) susciter des interactions entre les participants de l'AG, surtout s'ils appartiennent à des Projets Ciblés (PC) différents
- 1.2) combiner les expertises respectives pour mieux appréhender *toutes* les incertitudes des services climatiques
- 1.3) confirmer (ou infirmer) l'hypothèse suivante : “la manière de tenir compte de toutes les incertitudes qui affectent un service climatique, dépend du service climatique”.

=> élaborer collectivement des **fresques des incertitudes** pour **plusieurs** services climatiques et les comparer

Matériel à disposition pour chaque fresque

Atelier participatif sur les incertitudes des services climatiques, AG TRACCS 2025

1 fiche descriptive du service climatique

20 cartes « incertitudes »

1 document décrivant chaque carte

4 cartes vierges

1 poster, des feutres, du scotch...

*à venir : mise à jour du
matériel pour de prochaines
éditions des fresques...*

Travail autour de 4 démonstrateurs de services climatiques de TRACCS

Démonstrateur DEM1 : Risques de dommages dûs à l'évolution du climat pour les productions de blé d'hiver et de maïs en France

Objectif : Quelles combinaisons de stress météorologiques pouvant conduire à des pertes significatives de rendement dans les 20 prochaines années ? fréquence d'apparition des stress ? combinaisons ? déjà vécus ?

Enjeu : préparer les acteurs de ces filières à d'éventuelles chutes de rendement futures

définir les stratégies d'adaptation

Acteurs (très variés) : Grands Instituts Techniques (e.g. Arvalis), chambres d'agriculture, semenciers, assureurs & ré-assureurs, enseignement agricole



Incertitudes : variabilité naturelle, notamment décennale ou multi-décennale vs Changement Climatique ; amplitude des extrêmes & biais des projections (limites physiologiques); interventions humaines; grande quantité de variétés

Démonstrateur DEM1 : Risques de dommages dûs à l'évolution du climat pour les productions de blé d'hiver et de maïs en France

Objectif : Quelles combinaisons de stress météorologiques pouvant conduire à des pertes significatives de rendement dans les 20 prochaines années ? fréquence d'apparition des stress ? combinaisons ? déjà vécus ?

Enjeu : préparer les acteurs de ces filières à d'éventuelles chutes de rendement futures

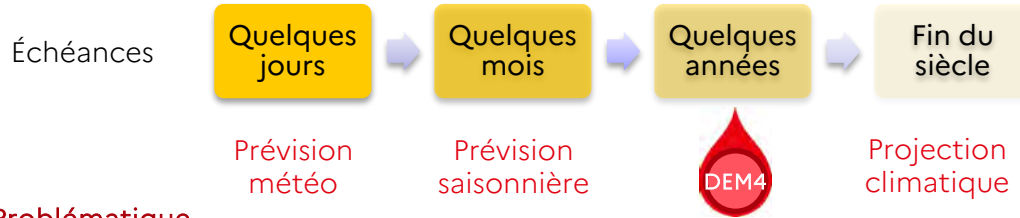
définir les stratégies d'adaptation

Acteurs (très variés) : Grands Instituts Techniques (e.g. Arvalis), chambres d'agriculture, semenciers, assureurs & ré-assureurs, enseignement agricole



Incertitudes : variabilité naturelle, notamment décennale ou multi-décennale vs Changement Climatique ; amplitude des extrêmes & biais des projections (limites physiologiques); interventions humaines; grande quantité de variétés

Démonstrateur DEM4 : Prévoir des rendements agricoles à l'échelle de temps pluriannuelle au Sénégal



Problématique

Fournir des prévisions pluriannuelles des rendements agricole au Sénégal

Acteurs / utilisateurs visés

Acteurs académiques : Universités, CIRAD

Acteurs opérationnels : Service Météo (ANACIM), Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Direction de l'Analyse, de la Prévision des Statistiques Agricoles (DAPSA), Centre de Suivi Ecologique (CSE)

Acteurs des ONG européennes au Sénégal (PFONGUE)

Acteurs décideurs publics : Directions de l'agriculture et de l'élevage

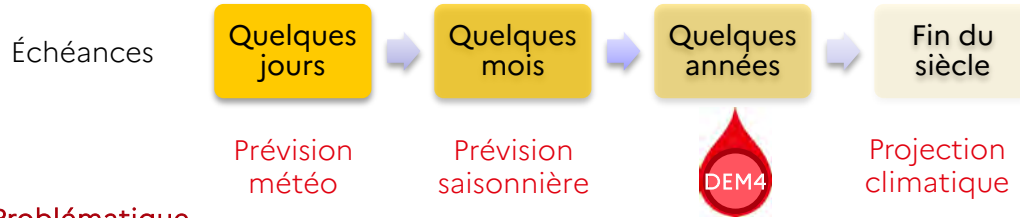
Facteurs climatiques et non climatiques qui conditionnent ces rendements

Facteurs naturels : Moyennes et extrêmes des températures et précipitations pendant la saison des pluies :
>> importance de l'intrasaisonnier et de la distribution journalière, durée de la saison des pluies.

Ces facteurs sont eux-mêmes influencés par la mémoire interne du système climatique (température de l'océan Atlantique et du Pacifique tropical), mais aussi par les événements météorologiques locaux.

Facteurs anthropiques : itinéraires techniques (intrants, choix de cultures, dates de semis...)

Démonstrateur DEM4 : Prévoir des rendements agricoles à l'échelle de temps pluriannuelle au Sénégal



Problématique

Fournir des prévisions pluriannuelles des rendements agricole au Sénégal

Acteurs / utilisateurs visés

Acteurs académiques : Universités, CIRAD

Acteurs opérationnels : Service Météo (ANACIM), Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Direction de l'Analyse, de la Prévision des Statistiques Agricoles (DAPSA), Centre de Suivi Ecologique (CSE)

Acteurs des ONG européennes au Sénégal (PFONGUE)

Acteurs décideurs publics : Directions de l'agriculture et de l'élevage

Facteurs climatiques et non climatiques qui conditionnent ces rendements

Facteurs naturels : Moyennes et extrêmes des températures et précipitations pendant la saison des pluies : >> importance de l'**intrasaisonnier** et de la distribution **journalière**, durée de la **saison des pluies**.

Ces facteurs sont eux-mêmes influencés par la **mémoire interne du système climatique** (température de l'océan Atlantique et du Pacifique tropical), mais aussi par les **événements météorologiques locaux**.

Facteurs anthropiques : itinéraires techniques (intrants, choix de cultures, dates de semis...)

Démonstrateur DEM3 : Risques climatiques futurs pour les réseaux électriques en Côte d'Ivoire et Afrique de l'Ouest

Enjeu : développement des énergies renouvelables variables,
pour un accès durable à une électricité propre et fiable.

Aléas possibles visés :

- Déséquilibres production/demande (multi échelles)
- Extrêmes pour combinaisons hydrométéo. critiques (e.g. sécheresses énergétiques)

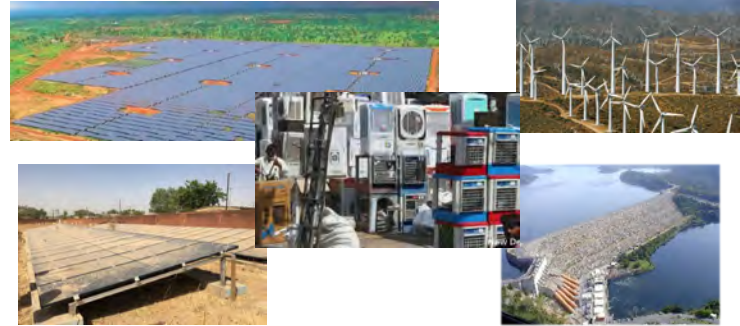
Questions :

- Faisabilité météo d'un développement massif des renouvelables
- Évolutions futures possibles (ressources, aléas)
- Potentiel de flexibilisation des barrages hydrauliques & impact sur autres usages
- Intérêt d'un foisonnement national, régional des productions renouvelables pour lissage variabilités



Météo-sensibilités

- HeatWaves et Demande électrique pour le refroidissement
- Renouvelables : éolien, solaire, hydro
=f(T, vent, rhum, GHI, Prec., poussières)



Acteurs : coopératives villageoises, compagnie nationale
d'électricité, WestAfricanPowerPool (~RTE)



Systèmes : réseaux électriques

Échelles : village (hors-réseau), national, régional

Village > National > Régional

Démonstrateur DEM3 : Risques climatiques futurs pour les réseaux électriques en Côte d'Ivoire et Afrique de l'Ouest

Enjeu : développement des énergies renouvelables variables, pour un accès durable à une électricité propre et fiable.

Aléas possibles visés :

- Déséquilibres production/demande (multi échelles)
- Extrêmes pour combinaisons hydrométéo. critiques (e.g. sécheresses énergétiques)

Questions :

- Faisabilité météo d'un développement massif des renouvelables
- Évolutions futures possibles (ressources, aléas)
- Potentiel de flexibilisation des barrages hydrauliques & impact sur autres usages
- Intérêt d'un foisonnement national, régional des productions renouvelables pour lissage variabilités



Météo-sensibilités

- HeatWaves et Demande électrique pour le refroidissement
- Renouvelables : éolien, solaire, hydro
=f(T, vent, rhum, GHI, Prec., poussières)



Acteurs : coopératives villageoises, compagnie nationale d'électricité, WestAfricanPowerPool (~RTE)



Systèmes : réseaux électriques

Échelles : village (hors-réseau), national, régional

Village > National > Régional

Démonstrateur DEM* : Risques climatiques futurs pour la gestion multiusage de l'eau sur Bandama-River

Enjeu : durabilité de la gestion des ressources en eau sur le bassin versant de la rivière Bandama (100'000km², Cotelvoire)

Aléas possibles visés :

- Déséquilibres ressources/usages (multiéchelles)
- Extrêmes pour combinaisons hydrométéo. critiques (e.g. sécheresses agricoles, hydro., crues)

Questions :

- Durabilité de la ressource eau
- Évolutions futures possibles (ressources, aléas)
- Défaillances futures possibles (tensions sur partage de l'eau)
- Faisabilité d'une gestion intégrée durable de la ressource et adaptations nécessaires de la gestion des barrages hydrauliques multiusages (eau potable, pêche, hydroélectricité, gestion de crue, soutien d'étiage)

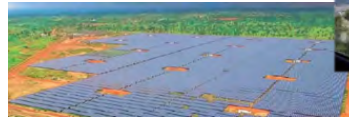
Acteurs : Agence de l'eau-Bandama, Coopératives villageoises, pêcheurs, Compagnie Nationale d'Electricité, Villes de Bouaké, Douala, Compagnie Sucrière Ivoirienne (Canne à Sucre)



Village > National > Régional

Météo-sensibilités

- Ressource en eau et aléas hydrologiques
- Agriculture villageoise, périmètres irrigation agroindustrie
- Production d'hydroélectricité pour équilibrer Demande électrique nationale (=f(Climatisat°)) / Et Production Énergies Renouvelables (PV)



Systèmes : barrage de Kossou, bassin et sous bassins versants du Bandama

Démonstrateur DEM* : Risques climatiques futurs pour la gestion multiusage de l'eau sur Bandama-River

Enjeu : durabilité de la gestion des ressources en eau sur le bassin versant de la rivière Bandama (100'000km², Cote d'Ivoire)

Aléas possibles visés :

- Déséquilibres ressources/usages (multiéchelles)
- Extrêmes pour combinaisons hydrométéo. critiques (e.g. sécheresses agricoles, hydro., crues)

Questions :

- Durabilité de la ressource eau
- Évolutions futures possibles (ressources, aléas)
- Défaillances futures possibles (tensions sur partage de l'eau)
- Faisabilité d'une gestion intégrée durable de la ressource et adaptations nécessaires de la gestion des barrages hydrauliques multiusages (eau potable, pêche, hydroélectricité, gestion de crue, soutien d'étiage)

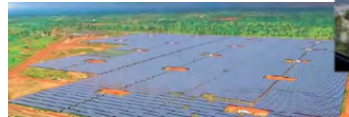
Acteurs : Agence de l'eau-Bandama, Coopératives villageoises, pêcheurs, Compagnie Nationale d'Electricité, Villes de Bouaké, Douala, Compagnie Sucrière Ivoirienne (Canne à Sucre)



Village > National > Régional

Météo-sensibilités

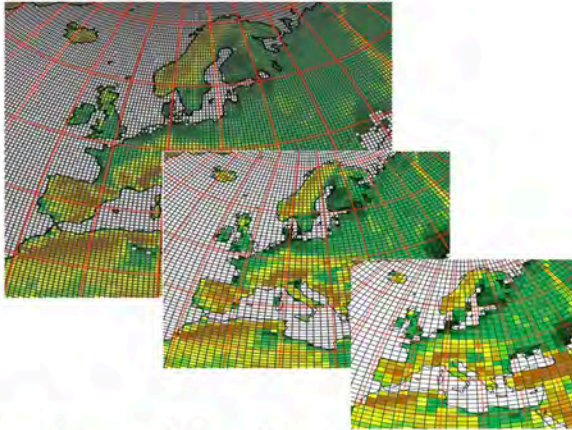
- Ressource en eau et aléas hydrologiques
- Agriculture villageoise, périmètres irrigation agroindustrie
- Production d'hydroélectricité pour équilibrer Demande électrique nationale (=f(Climatisat°)) / Et Production Énergies Renouvelables (PV)



Systèmes : barrage de Kossou, bassin et sous bassins versants du Bandama

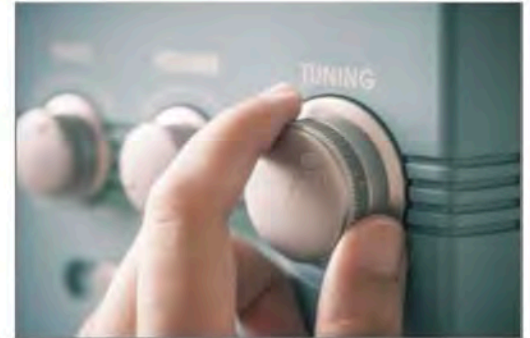
Les cartes incertitudes

Incertitudes provenant des modèles climatiques

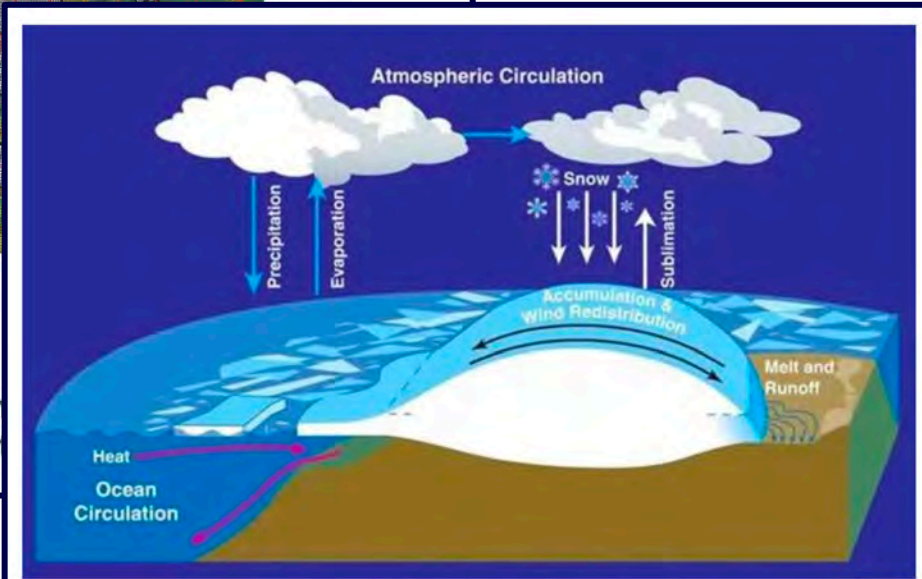
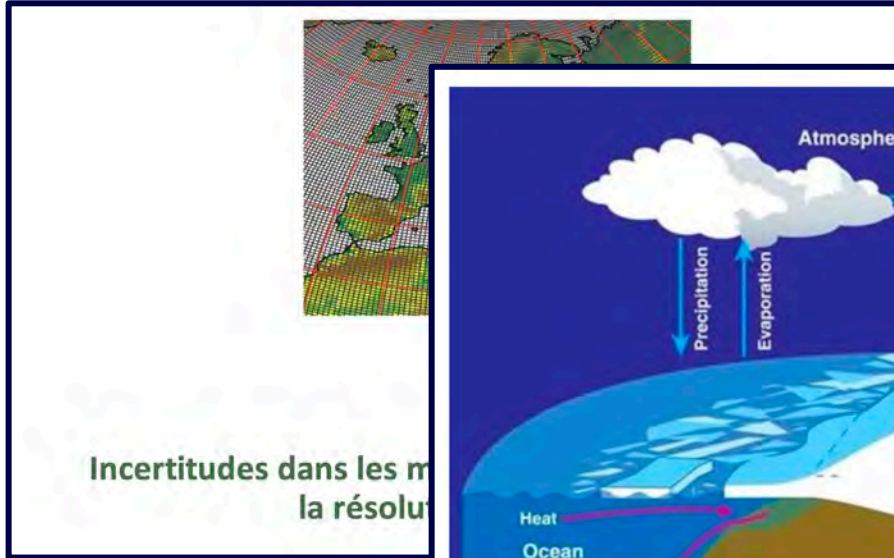


Incertitudes dans les modèles climatiques dues à
la résolution spatiale

Incertitudes dans les modèles climatiques dues à
la calibration des paramètres



Incertitudes provenant des modèles climatiques

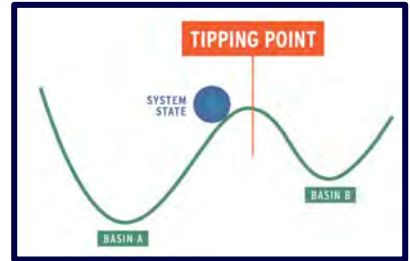
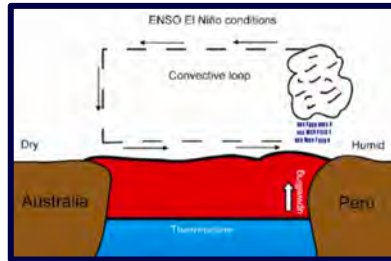


Rétroactions climatiques



Incertitudes

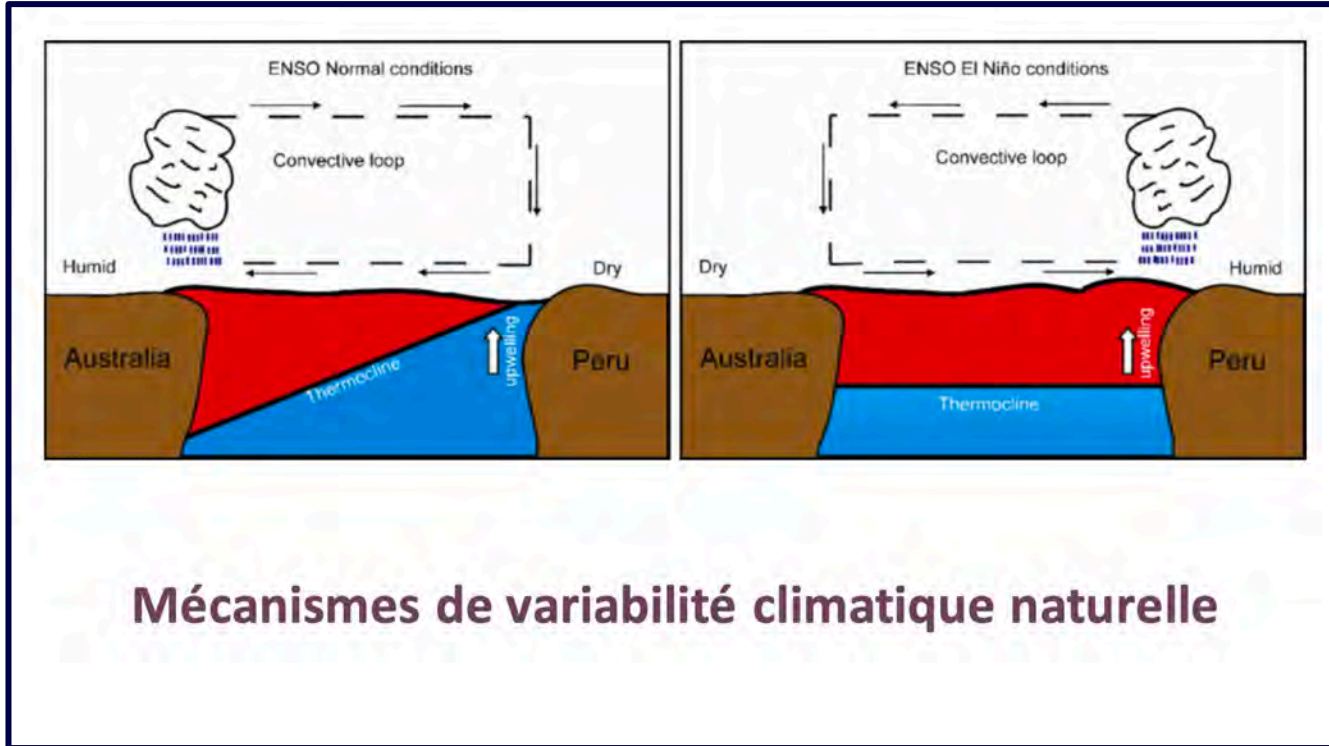
sur les conditions environnementales futures



Forçages externes



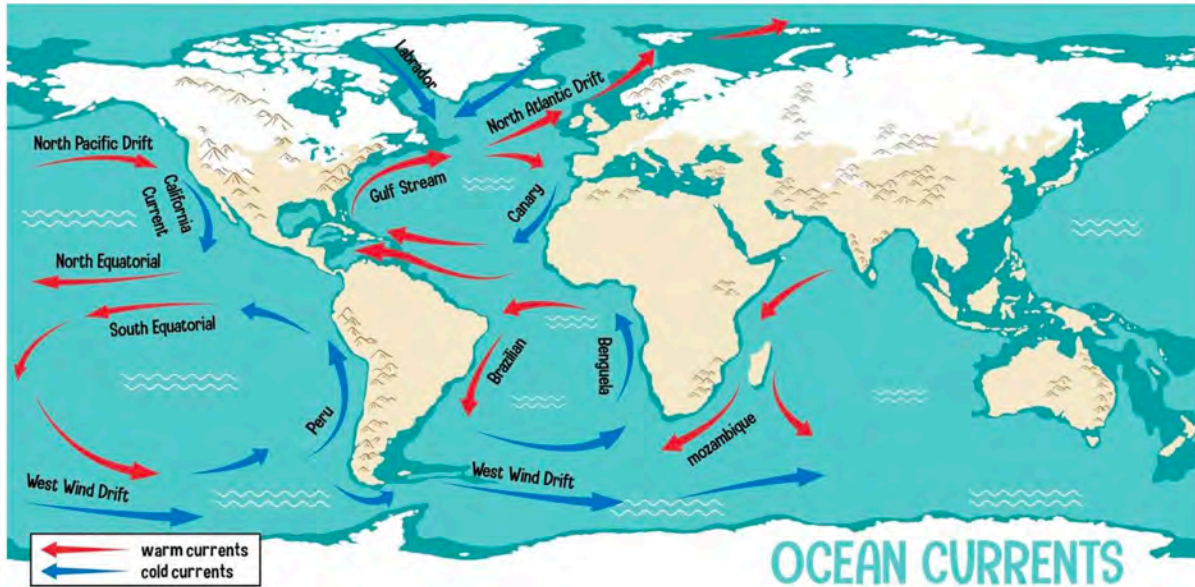
éruptions volcaniques, variations solaires...



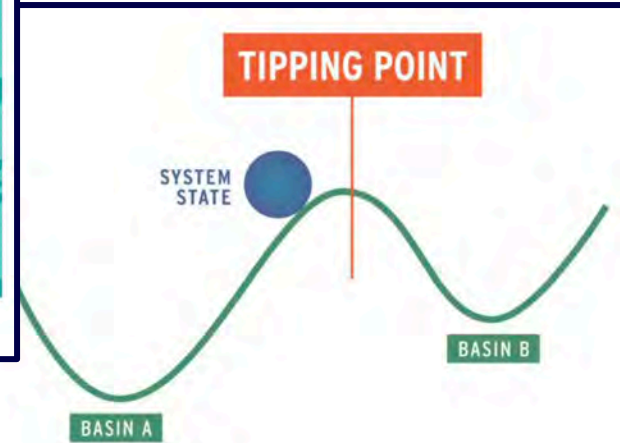
Mécanismes de variabilité climatique naturelle

impacts régionaux + globaux

Comportement des courants marins



via redistribution de chaleur et CO₂



Points de bascule

en réponse aux
contraintes
anthropiques et aux
événements
« naturels »,

libère CO₂ des
arbres et réduit
séquestration par le
sol => rétroactions
sur climat



Évolution des forêts

Évolution des aérosols et des particules en suspension



Incertitudes sur l'adaptation des écosystèmes à l'évolution des conditions environnementales



Incertitudes sur l'adaptation des écosystèmes à l'évolution des conditions environnementales

Évolution des surfaces continentales



Incertitudes sur l'adaptation des écosystèmes à l'évolution des conditions environnementales



Incertitudes sur les informations climatiques d'intérêt pour les services climatiques

Incertitudes sur les informations climatiques d'intérêt pour les services climatiques

Mécanismes des évènements extrêmes



Incertitudes sur les informations climatiques d'intérêt pour les services climatiques

Mécanismes des évènements



Modification des zones urbaines



Incertitudes sur les informations climatiques d'intérêt pour les services climatiques

Modification des zones urbaines



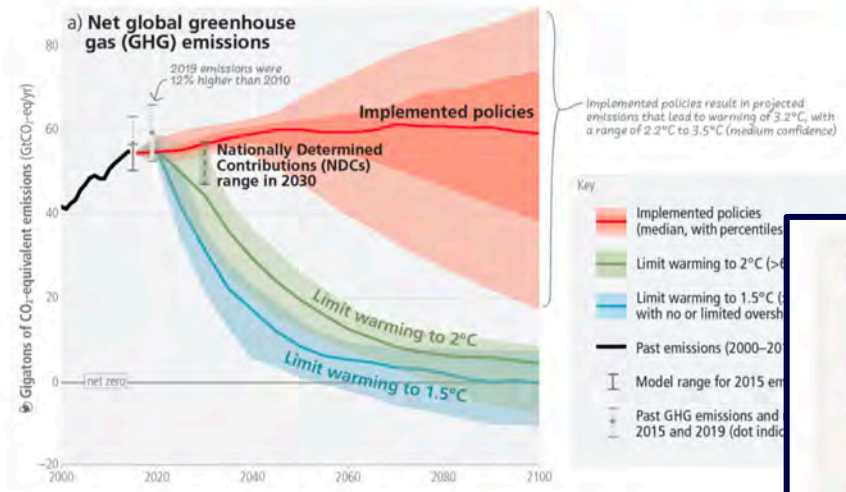
Modification de l'usage des sols



Mécanismes des é



Évolution des émissions de gaz à effet de serre



Incertitudes socio-économiques sur les trajectoires futures

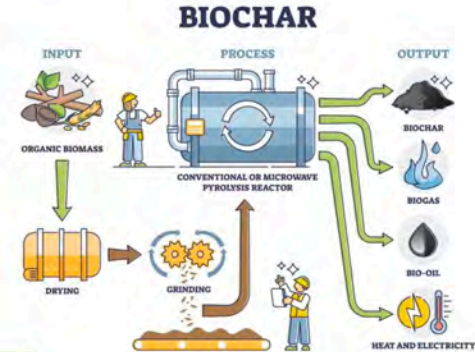
Évolution des capacités d'adaptation face au changement climatique

Évolution des politiques publiques et de la coopération internationale



Incertitudes socio-économiques sur les trajectoires futures

anr⁺

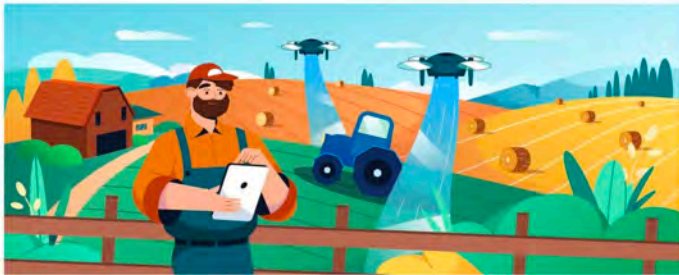


Évolutions
technologiques

Évolution des politiques publiques et de la coopération internationale

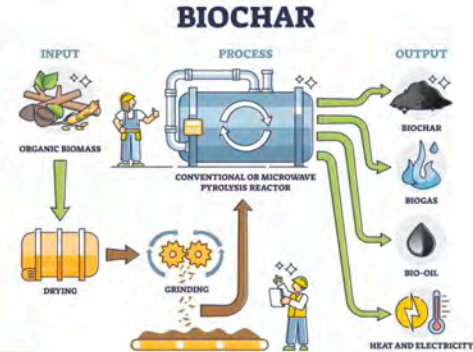


Évolution des pratiques agricoles



Incertitudes socio-économiques sur les trajectoires futures

anr⁺



Évolutions technologiques





Produits finis

Forçages externes

Évolution des aérosols et des particules en suspension

Évolution des forêts (action directe des humains)

Évolution des surfaces continentales (influence du changement climatique)

FORÇAGE

Incertitudes dans les modèles climatiques dues à la calibration des paramètres

Incertitudes dans les modèles climatiques dues à la résolution spatiale

Rétroactions climatiques (exhaustivité de la physique)

BIAS

Incertitudes intrinsèques (irréductibles) et structurelles (liées aux limites des modèles & méthodes)

TIPPING POINT

Points de bascule (écosystèmes, océans)

Mécanismes de variabilité climatique naturelle

Mécanismes des événements extrêmes

+ hot wave drought + flooding

Analyse expertis

Modification de l'usage des sols (au détriment de l'eau, de la biodiversité, de la santé...)

IPCC (GIEC)

On sait qu'on ne sait pas (ex. été 2022)

the unknown unknown

Indicateurs

Évolution des capacités d'adaptation face au changement climatique

Plan pour l'usage de l'eau (imagination)

Évolution des pratiques agricoles

agriculture raisonnée

Modification Adaptation Génétique des plantes

DEMI : Risques de dommages dus à l'évolution du climat pour les productions de blé d'hiver et de maïs en France

Objectif : Quelles combinaisons de stress météorologiques pourraient conduire à des pertes significatives de rendement dans les 20 prochaines années ? Fréquences d'apparition des stress ? combinaisons ? effets cumulés ?

Enjeux : préparer les acteurs de ces filières à d'éventuelles chutes de rendement futures -> définir les stratégies d'adaptation

Acteurs (dans un ordre) : Grands Instituts Techniques (e.g. ARVALIS), chambres d'agriculture, semenciers, assureurs & ré-assureurs, enseignement agricole

Incertitudes : variabilité naturelle, notamment décennale à multi-décennale en CC, amplitude des extrêmes & leur détermination, limites physiologiques, interactions humaines, petite quantité de variétés

Politiques publiques

Restriction sur l'usage de l'eau

Évolution des politiques publiques et de la coopération internationale (PAC)

DRILL BABY DRILL

Mécanismes de variabilité climatique naturelle

Rétroactions climatiques

Mécanismes des événements extrêmes

Forçages externes

Réponse

Évolution des surfaces continentales

Adaptation des plantes

SYSTÈME CLIMATIQUE EN CHANGEMENT

OU LE MODÈSE

Incertitudes dans les modèles climatiques dues à la calibration des paramètres

Incertitudes dans les modèles climatiques dues à la résolution spatiale

prise de décision

Évolution des politiques publiques et de la coopération internationale

Évolution des pratiques agricoles

Évolution des capacités d'adaptation face au changement climatique

Modification de l'usage des sols

INCERTITUDES

- ||| FORT
- || MODÈRE
- | FAIBLE

DEM4 : Prévoir des rendements agricoles à l'échelle de temps pluriannuelle au Sénégal

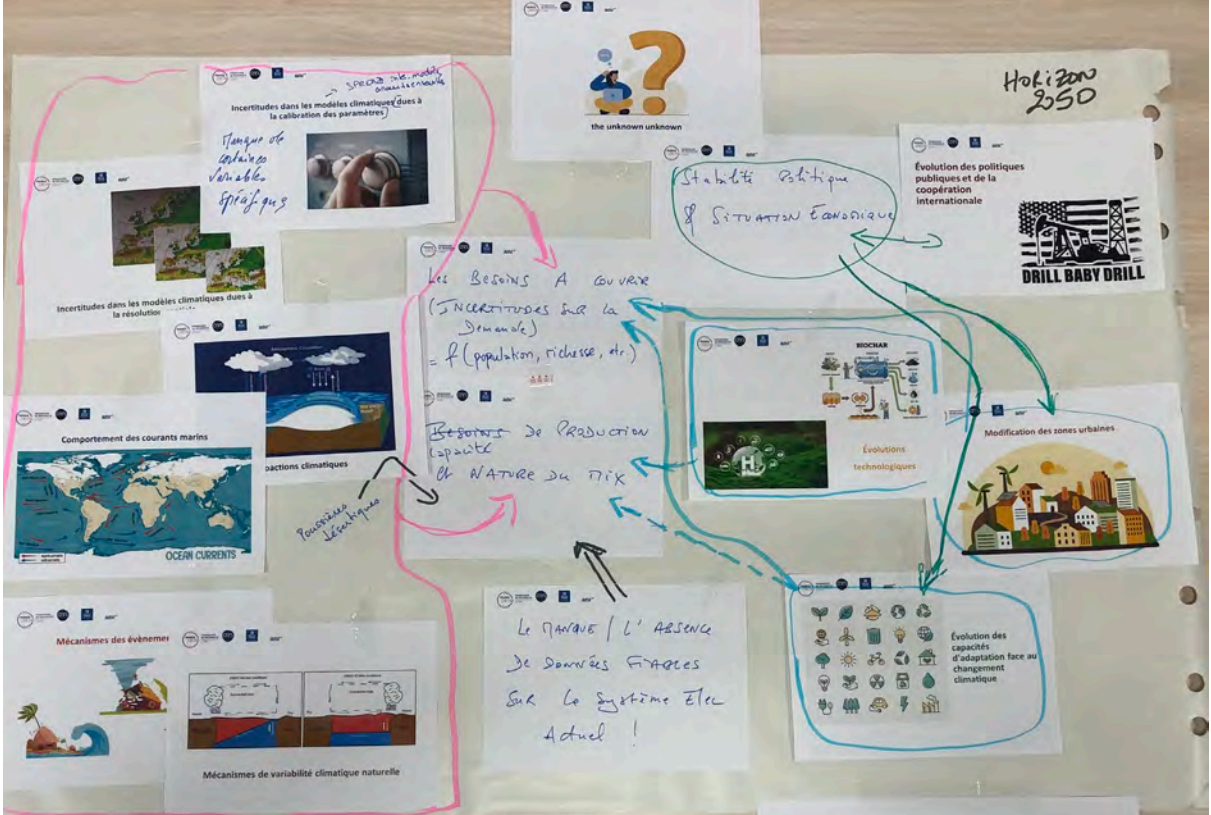
URD

Échelles : Prévision météo, Prévisions saisonnières, Prévisions annuelles, Prévisions climatiques

Problématique : Pour les gouvernements, évaluer les impacts agricoles du changement climatique est essentiel.

Adresses : Université de Thiès, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Direction de l'Économie et de la Prévision de l'Agriculture (DEPA), Centre de Recherche Agronomique (CRA), Institut National de la Statistique (INS), Direction de l'Économie et de la Prévision de l'Agriculture (DEPA).

Financement : Programme de coopération technique de l'Union Européenne (PACT) / Programme de coopération technique de l'Union Européenne (PACT) / Programme de coopération technique de l'Union Européenne (PACT).



Démonstrateur DEM3 : Risques climatiques futurs pour les réseaux électriques en Côte d'Ivoire et Afrique de l'Ouest

Objectifs

- Évaluer l'impact des risques climatiques futurs, pour en outre identifier à une échelle globale en Afrique.
- Évaluer les besoins en données climatiques.
- Établir des protocoles pour l'évaluation des risques climatiques.
- Établir des protocoles pour l'évaluation des risques climatiques.

Objectifs

- Établir un cadre d'évaluation des risques climatiques.
- Établir un cadre d'évaluation des risques climatiques.
- Établir un cadre d'évaluation des risques climatiques.
- Établir un cadre d'évaluation des risques climatiques.

Partenaires

- AFRIQUE
- AFRIQUE
- AFRIQUE
- AFRIQUE

Quelques réactions des participants

« Ouahhou, complexe comme histoire, **je suis bien content.e de ne pas être impliqué.e dans PC3 DEMOCLIMA** »

« ok, et ca sert à quoi dans ce contexte ce qu'on fait sur nos modèles ?... »

« ok, et maintenant, on fait quoi avec ces incertitudes pour nos démonstrateurs ? »

Conclusions

L'atelier participatif et le format « fresque »

... a favorisé une **dynamique collaborative et interactive**, tout en maintenant un cadre sérieux et structuré.

Les cartes [titre + image] facilitent l'appropriation des différents concepts.

Est-ce qu'il faut diviser les cartes en lots / blocs ?

Il semble pertinent d'assembler une **large variété d'expertises**, et de **sensibiliser les climatologues** sur l'ensemble des incertitudes.

L'atelier a finalement permis de « dézoomer » par rapport aux questions scientifiques spécifiques à la modélisation du climat.

Les incertitudes explorées sur les services climatiques

Il est nécessaire de mettre en lumière les incertitudes « non climatiques » et « non modélisation ».

TRACCS a peu d'expertise sur les **incertitudes socio-économiques...**

Il semble pertinent de **confronter les différents démonstrateurs...**

Quid des **incertitudes sur le service** : on ne délivre pas la bonne information, pas au bon moment, pas au bon interlocuteur, ou l'information n'est pas comprise, ou le service est inadapté aux besoins ?

Comment passer des fresques, état des lieux qualitatifs, à une **quantification** de toutes les incertitudes des services climatiques ?

à suivre !



PROGRAMME
DE RECHERCHE
CLIMAT

Merci pour votre attention !
Avez-vous des questions ou commentaires ?



Et abonnez-vous à la newsletter
pour recevoir toute l'actualité TRACCS !

contacts-traccs@listes.ipsl.fr