



SO AMMA-CATCH

Suivi à long terme du cycle hydrologique en interaction avec la végétation sur un transect eco-climatique en Afrique de l'Ouest

*S. Galle (IRD, LTHE)
Responsable de l'observatoire*

<http://www.amma-catch.org>



Plan



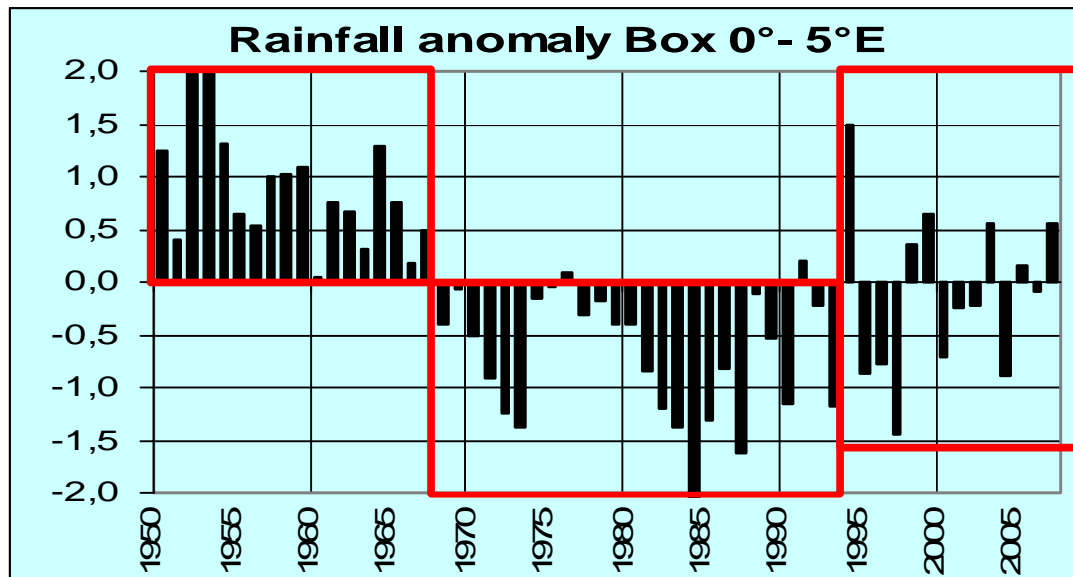
- Enjeux et objectifs scientifiques du SO
- Stratégie d'observation
- Base de données
- Apports scientifiques récents
- Formation
- Insertion dans des réseaux internationaux

Enjeux scientifiques



Une région en transition:

- Le plus fort signal climatique du XXème siècle
- Forte pression anthropique
- Usage des sols qui a beaucoup évolué en 50 ans
- Rôle majeur des surfaces et interfaces continentales (SIC)



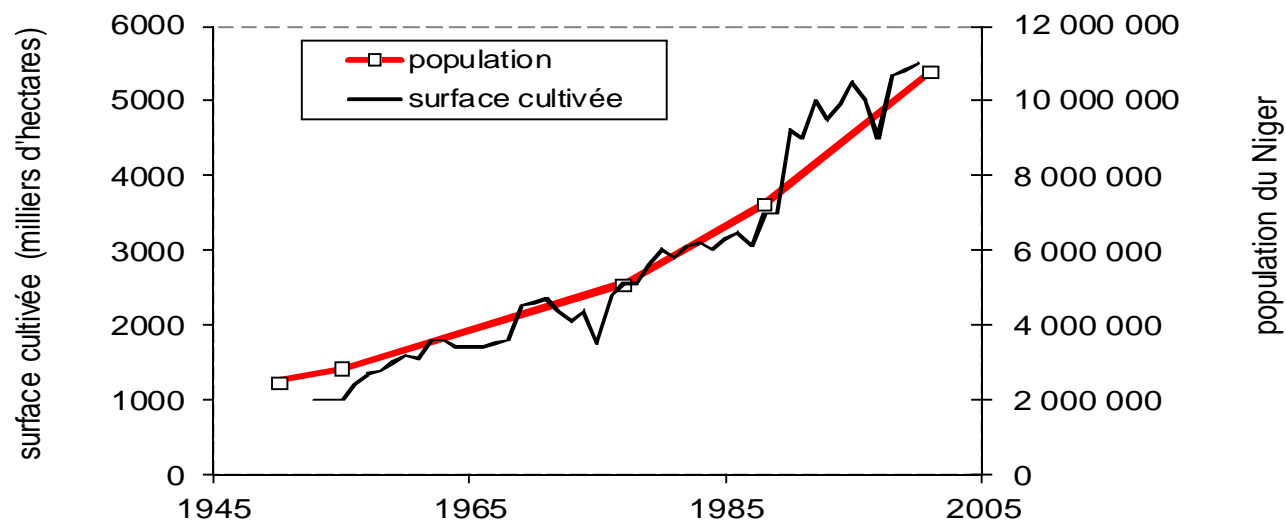
*Evolution de l'indice pluviométrique au Sahel depuis 60 ans
(d'après Ali et Lebel 2009)*

Enjeux scientifiques



Une région en transition:

- Le plus fort signal climatique du XXème siècle
- Forte pression anthropique
- Usage des sols qui a beaucoup évolué en 50 ans
- Rôle majeur des surfaces et interfaces continentales (SIC)



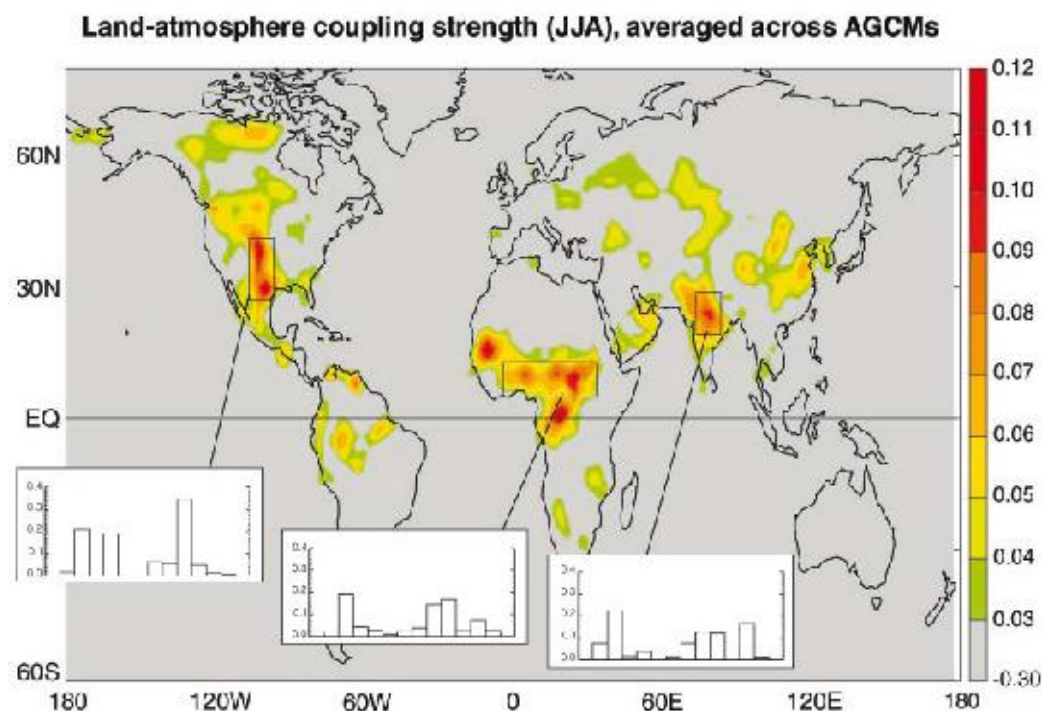
*Accroissement des surfaces cultivées et de la population depuis 60 ans
(d'après Guengant & Banoïn, 2003)*

Enjeux scientifiques



Une région en transition:

- Le plus fort signal climatique du XXème siècle
- Forte pression anthropique
- Usage des sols qui a beaucoup évolué en 50 ans
- Rôle majeur des surfaces et interfaces continentales (SIC)



Zones où l'humidité du sol a un fort impact sur les pluies
(Juin-Juillet-Aout)
(d'après *Koster et al., 2004, Science*)

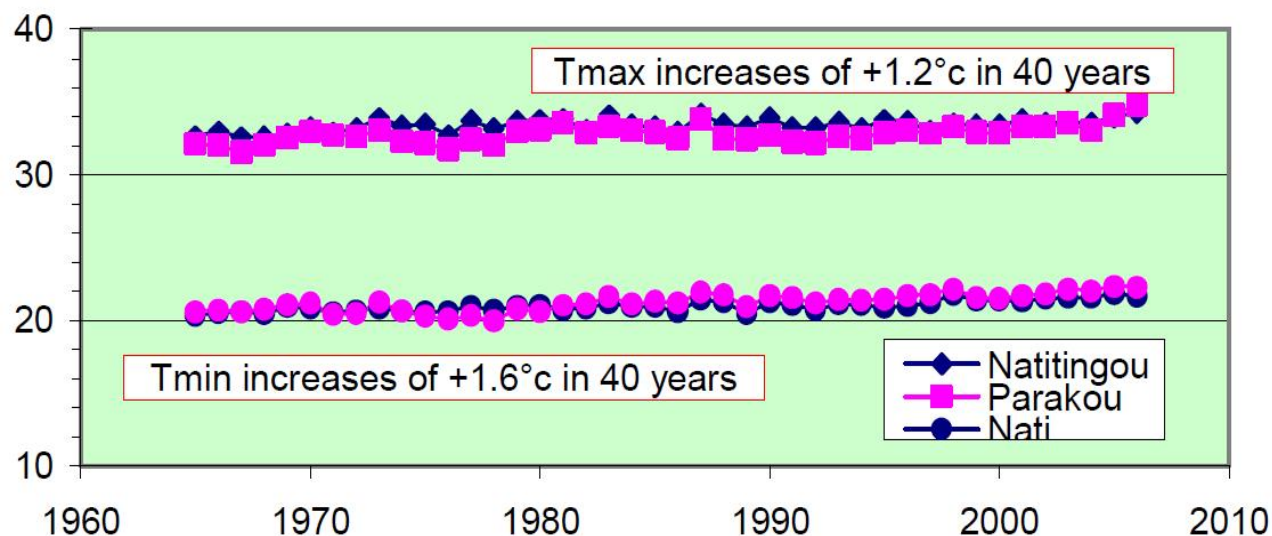
Enjeux scientifiques



Une région en transition:

- Le plus fort signal climatique du XXème siècle
- Forte pression anthropique
- Usage des sols qui a beaucoup évolué en 50 ans
- Rôle majeur des surfaces et interfaces continentales (SIC)

Hausse de la température en 40 ans



Bénin : la hausse de température de 1.4°C/40 ans est bien supérieure à la tendance globale estimée à 0.74°C en 100 ans (1906-2005) par le GIEC (d'après Roko, 2007)

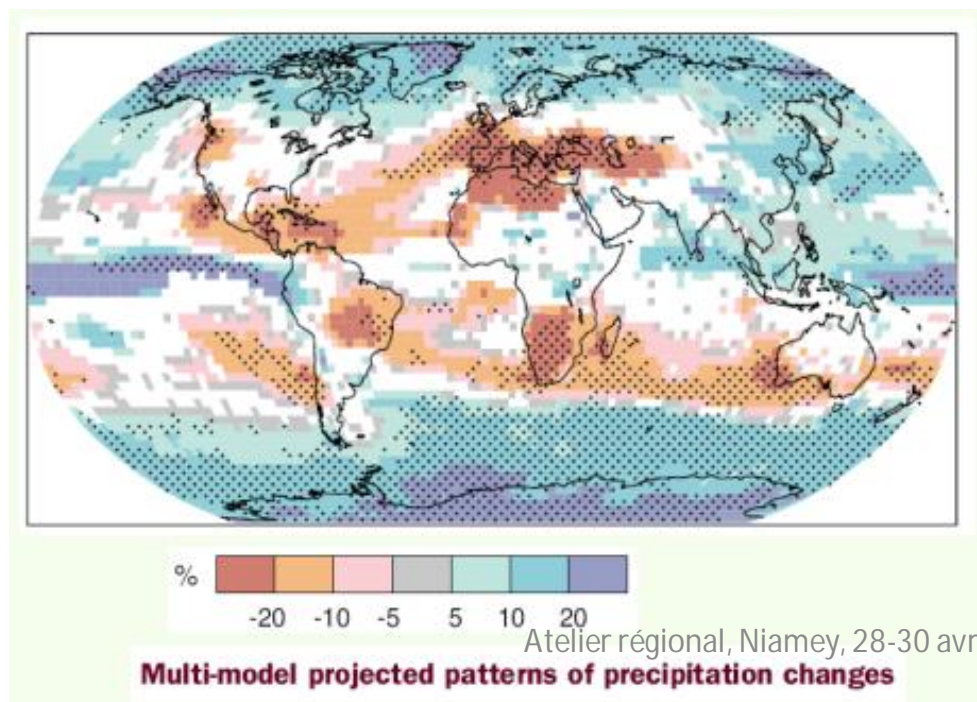
Enjeux scientifiques



Une région en transition:

- Le plus fort signal climatique du XXème siècle
- Forte pression anthropique
- Usage des sols qui a beaucoup évolué en 50 ans
- Rôle majeur des surfaces et interfaces continentales (SIC)

Les prévisions climatiques indiquent un fort réchauffement (impact sur les cultures) mais sont très incertaines concernant les précipitations



*white areas :
model projections diverge
(IPCC, 2013)*

Enjeux scientifiques



Une région en transition:

- Le plus fort signal climatique du XXème siècle
- Forte pression anthropique
- Usage des sols qui a beaucoup évolué en 50 ans
- Rôle majeur des surfaces et interfaces continentales (SIC)

Les prévisions climatiques indiquent un fort réchauffement (impact sur les cultures) mais sont très incertaines concernant les précipitations

=> d'où la nécessité d'observations fines et sur le long terme



Observatoire AMMA-CATCH : Couplage de l'Atmosphère
Tropicale et du cycle hydrologique

**Documenter sur le long terme le cycle hydrologique
en interaction avec la végétation en Afrique de l'Ouest**

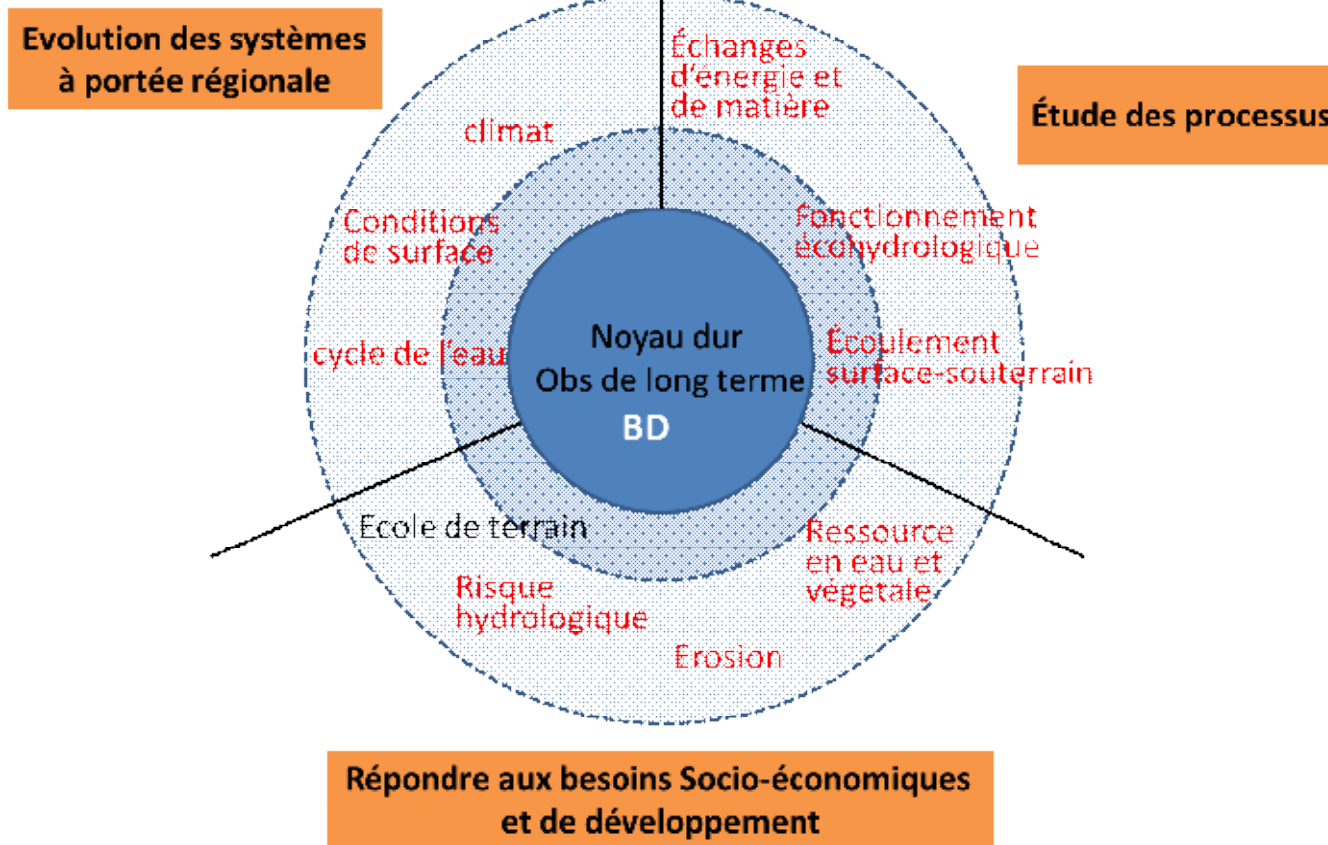
Objectifs des observations :

- **Détecter** ce qui change et à quelle vitesse
- **Déterminer la cause** de ces changements
- **Interpréter ces changements** : sont-ils dans la gamme de la variabilité historique?
=> permettre aux décideurs et aux acteurs publics de savoir s'ils doivent agir

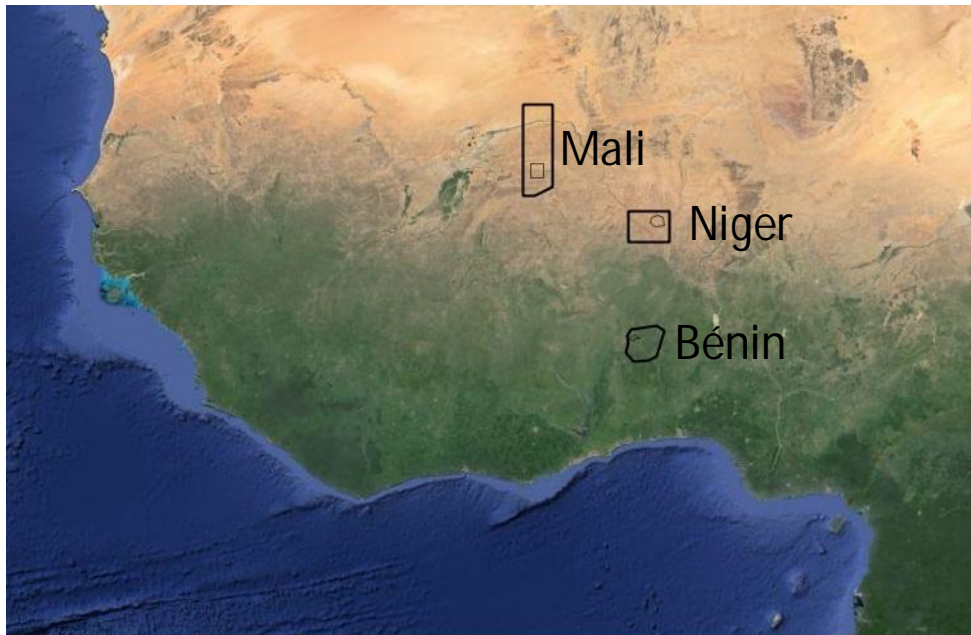
Structure



Axes de recherche et actions



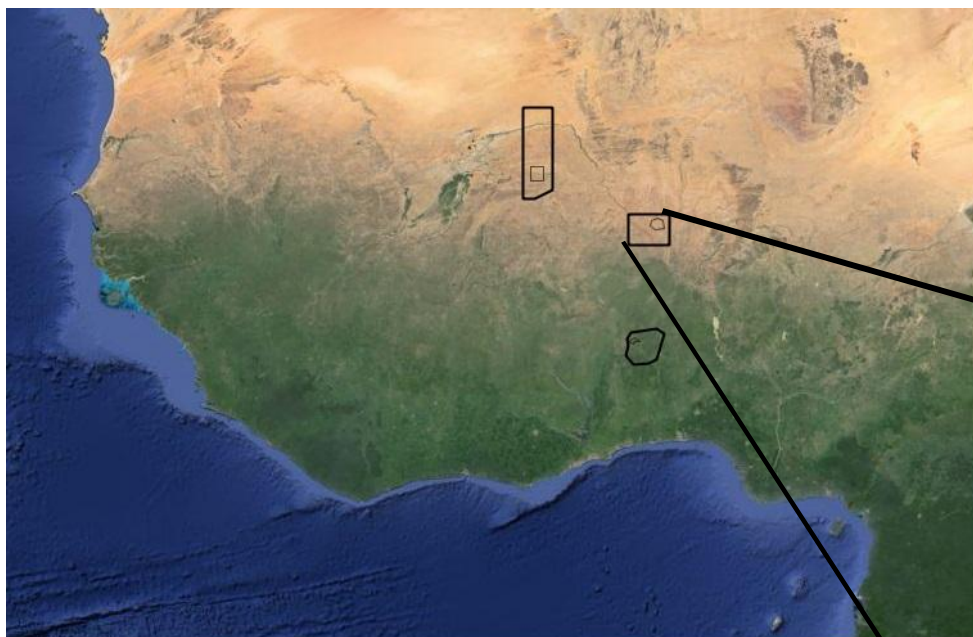
Stratégie d'Observation



climat	Pays	Pluie annuelle	Surface (km ²)	Début suivi
Sahel pastoral	Mali	300 mm	25 000	1985
Sahel	Niger	600 mm	10 000	1990
Soudanien	Bénin	1200 mm	14 000	1996








- Echantillonner le gradient éco climatique Ouest Africain
- Stratégie multi-échelle pour validation de données de télédétection et modélisation
- Instrumentation homogène sur les sites

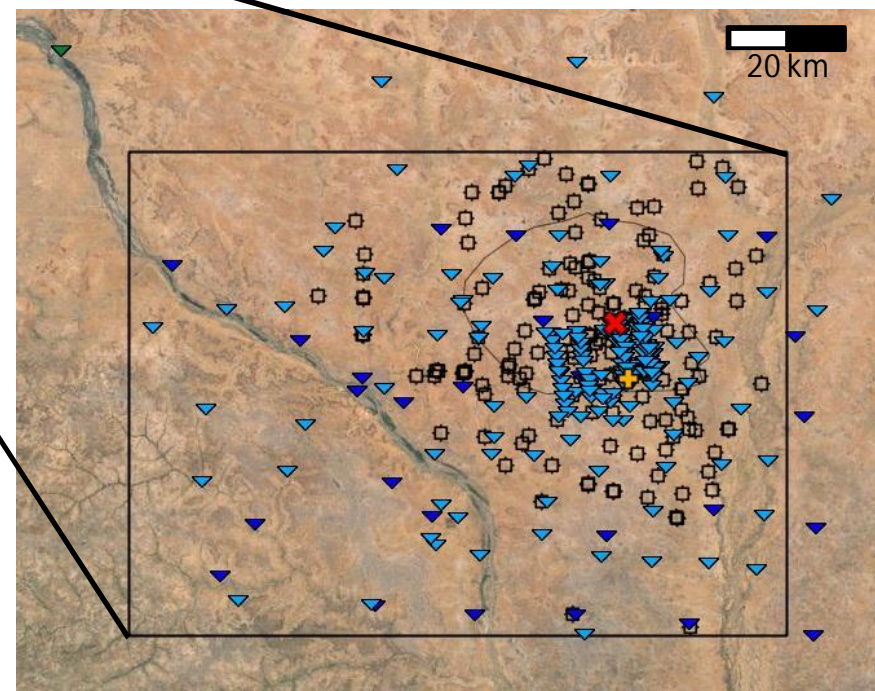
Stratégie d'Observation



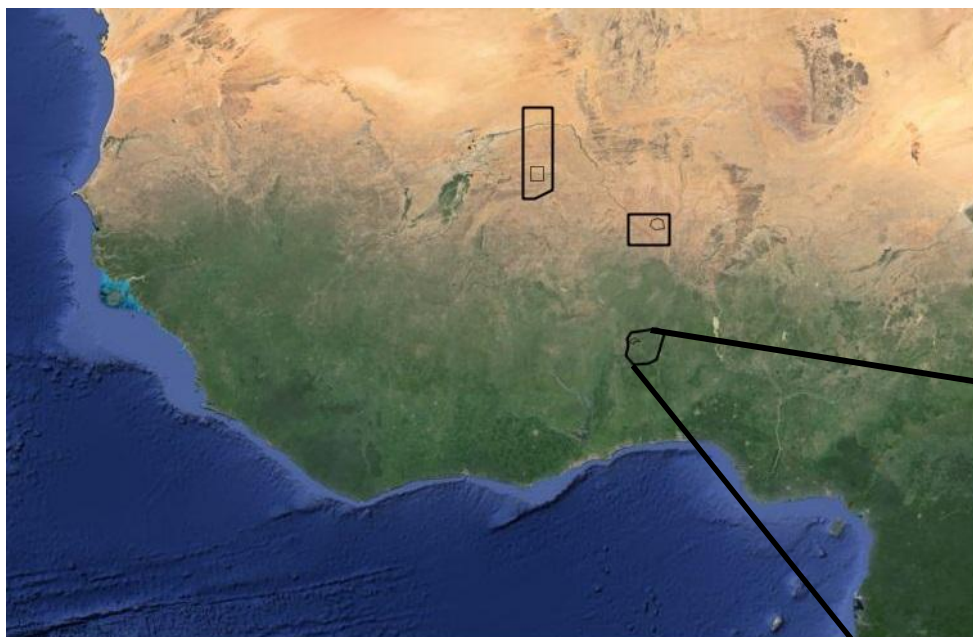
Site sud-Sahélien agropastoral (Niger)

Set de mesures AMMA-CATCH

-  Pluie
-  Météo (bilan radiatif)
-  Flux d'évapotranspiration
-  Humidité des sols
-  Nappe
-  Ruissellement
-  Végétation










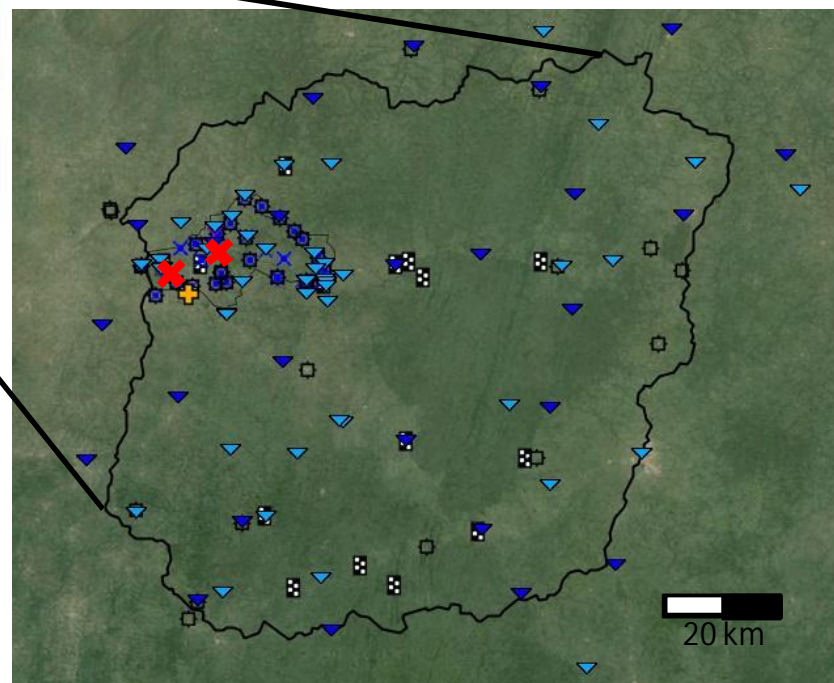
Stratégie d'Observation



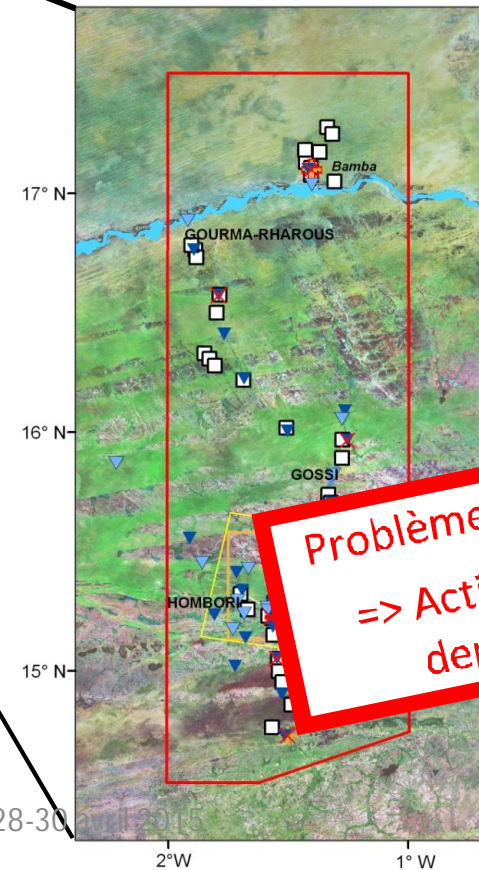
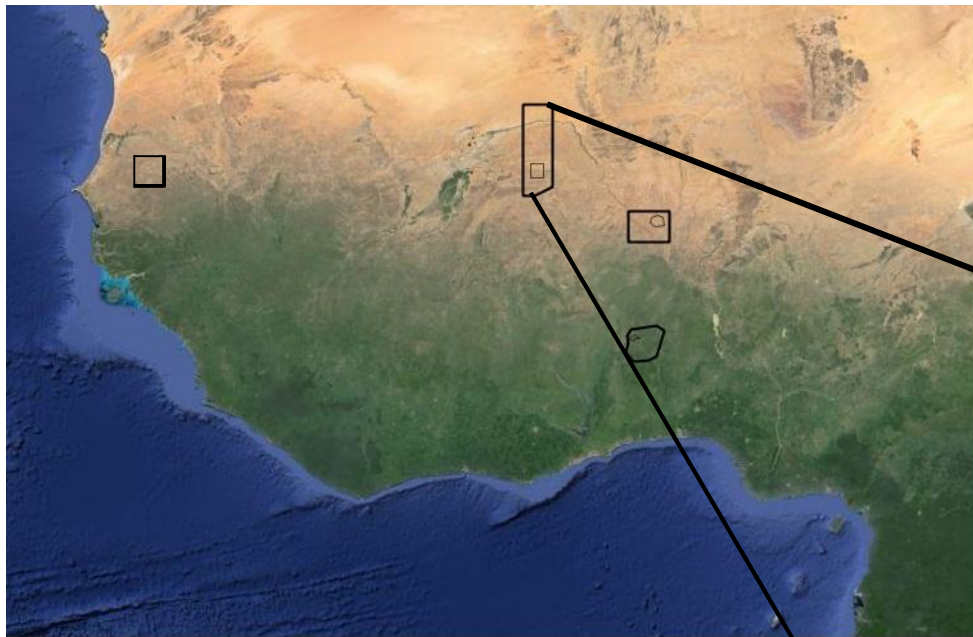
Site Soudanien (Bénin)

Set de mesures AMMA-CATCH

-  Pluie
-  Météo (bilan radiatif)
-  Flux d'évapotranspiration
-  Humidité des sols
-  Nappe
-  Ruissellement
-  Végétation



Stratégie d'Observation



Site Sahélien
pastoral
(Mali)

Set de mesures AMMA-CATCH

- ▼ automatic raingauge
- ▾ raingauge
- + automatic weather station
- ⊕ heat flux station
- ⊕ CO₂ & H₂O flux station
- ⊗ soil moisture pit
- vegetation sites
- limnimeter

**Problèmes de sécurité
=> Activité réduite
depuis 2012**

Stratégie d'Observation



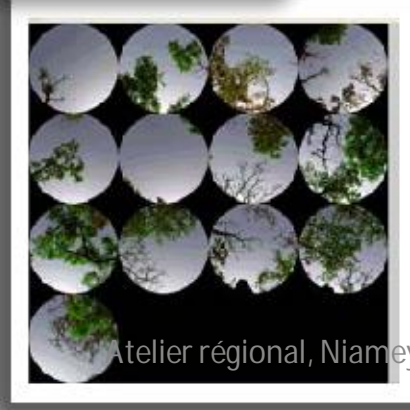
Instruments en place : état 2014


Type mesure	Bénin	Niger	Mali
Pluie	✓	✓	✓
Météo	✓	✓	2015
Eaux de surface	rivières	mares	mares
Eaux souterraine	✓	✓	✓
Chimie des eaux	✓	✓	-
Humidité des sols	✓	✓	-
Flux (H, ETR et CO2)	✓	✓	-
Flux de sève	✓	✓	-
Suivi de végétation	✓	✓	✓

Stratégie d'Observation

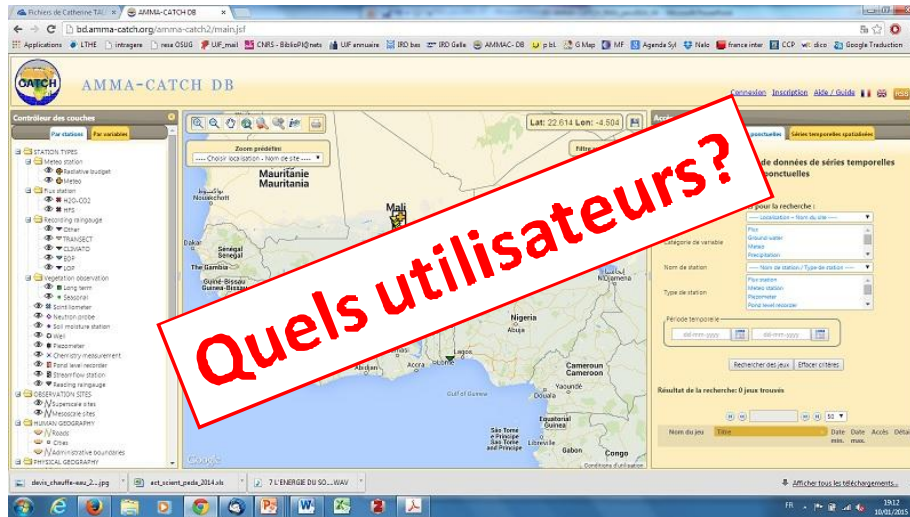


Instrument : set d'observations coordonné par PI, responsable de la stratégie d'observation, du contrôle de qualité des données et de leur envoi annuel à la base de données



AMMA-CATCH Instrument Form											
Code Hydr_Gnew	PI (Nom, E-Mel) Manuela Grippa manuela.grippa@get.obs-mip.fr	SOERE Group/resp	Site / resp. Mali E. Mougouin	AMMA-CATCH Period 2008 onwards	Funding Src SOERE AMMA-CATCH						
<p>Title : Agoufou pond monitoring (water height and turbidity) Summary : Assess the water height and volume stored in the Agoufou pond and its turbidity Keywords : Surface water, Runoff, Flow, Lakes, Water depth, Water turbidity Data base : AMMA-CATCH database : www.amma-catch.org; database.amma-international.org Scientific and technical group : Manuela Grippa (GET), Laurent Kergoat (GET), Laetitia Gal (GET) Eric Mougouin (GET), Nogmana Soumaguel (IRD-Mali), Hamma Maiga (Agoufou)</p> <p>Partners</p> <p>SCIENCE JUSTIFICATION</p> <p>Scientific Objectives: Monitor (weekly record) the water height level in the Agoufou pond in order to assess the volume of water stored and lost using specific calibration relation based on topographic survey and remote sensing data analysis. Monitor the pond turbidity and isotopic concentration (delta O18, deuterium) to compare to isotopic concentration in the nearby wells. This is used for monitoring and modelling surface hydrology and runoff over the Agoufou watershed as well as for health-turbidity related studies</p> <p>Observing Strategy: Local observers to record water level and taking scale photographs weekly. Conduct topographic survey associated to remote sensing analysis (high resolution satellite data) to establish a water volume/height calibration curve. For turbidity + isotopic measurements water sample will be collected by local observer (ideally every 10 days) and sent by bus to Bamako for analyzing turbidity using a turbidimeter.</p> <p>Similar AMMA-CATCH instrument: Pool survey in Fakara (Niger)</p> <p>INFORMATION</p> <p>Site and sensor location:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Outlet pool</th> <th>Equipment</th> <th>watershed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agoufou</td> <td>Topographic profile, 3 scales</td> <td>Taylalet-Annaka</td> </tr> </tbody> </table>  <p>Deployment period: The first scale was installed in 2008. Two other scale scales have been added mid 2011. Turbidity measurements will start from 2014 onwards</p> <p>Measured variables: Water height (m) on a weekly basis. Turbidity once every 10 days in the rainy season. Isotopes (delta O18 et deuterium)</p> <p>Sensor reference: 3 limnometric scales. Turbidimeter spectro-colorimeter</p> <p>Data-logger reference:</p> <p>Data collection procedure: Scale reading + photograph taken by 1 local operator once per week. Water sample collected 1 per week during the rainy season to be sent by bus to Bamako for analysis with the turbidimeter.</p> <p>Sensor calibration: the calibration of scales (in water volume) will result of the topographic and remote sensing analysis.</p> <p>Quality control: double check between readings and photographs</p> <p>Variables provided to the data base: Water height (m) on a weekly basis. Turbidity (ntu) every 10 days in the rainy season. Isotopic concentration (delta O18 et deuterium)</p> <p>Elaborated products: Water volume (m³) and pool area (m²) by combining limnometric measurements and remote sensing. Estimates of water storage and water losses in ponds.</p> <p>REFERENCES</p> <p>Gardelle, J., Hiernaux, P., Kergoat, L., Grippa, M., 2010, Less rain, more water in ponds: a remote sensing study of the dynamics of surface waters from 1950 to present in pastoral Sahel (Gourma region, Mali) Hydrol. and Earth Syst. Sci., 14:309-324</p>						Outlet pool	Equipment	watershed	Agoufou	Topographic profile, 3 scales	Taylalet-Annaka
Outlet pool	Equipment	watershed									
Agoufou	Topographic profile, 3 scales	Taylalet-Annaka									

Base de données



Scientifiques (hors partenaires SO)
≈ 200 Téléchargements/an



Mise à disposition annuelle après contrôle par le PI

Distribution des données sur différents sites

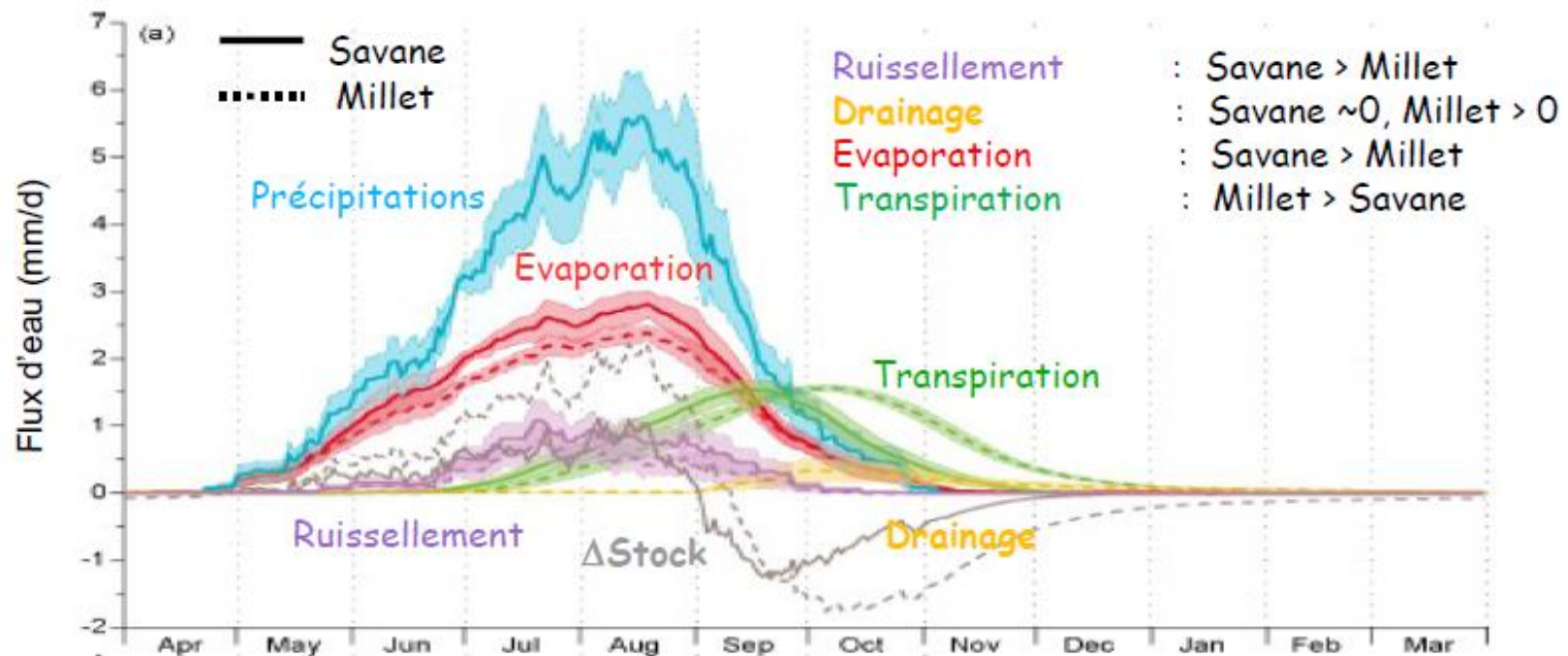
- Portail web BD AMMA-CATCH (avril 2014) : bd.amma-catch.org:8082/amma-catch2
- BD AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine)
- ISMN (International Soil Moisture Network)
- FluxNet (Flux measurements Network)
- Almip (AMMA Land Surface Model Intercomp. Project): 9 pays, 24 modèles, 43 participants

Principaux apports scientifiques



Etude de processus

Climatologie des flux d'eau par fusion Observations + Modélisation SVAT
(Site CATCH Niger, Couverts : culture/savane arbustive, modèle SiSPAT)



Référence robuste pour :

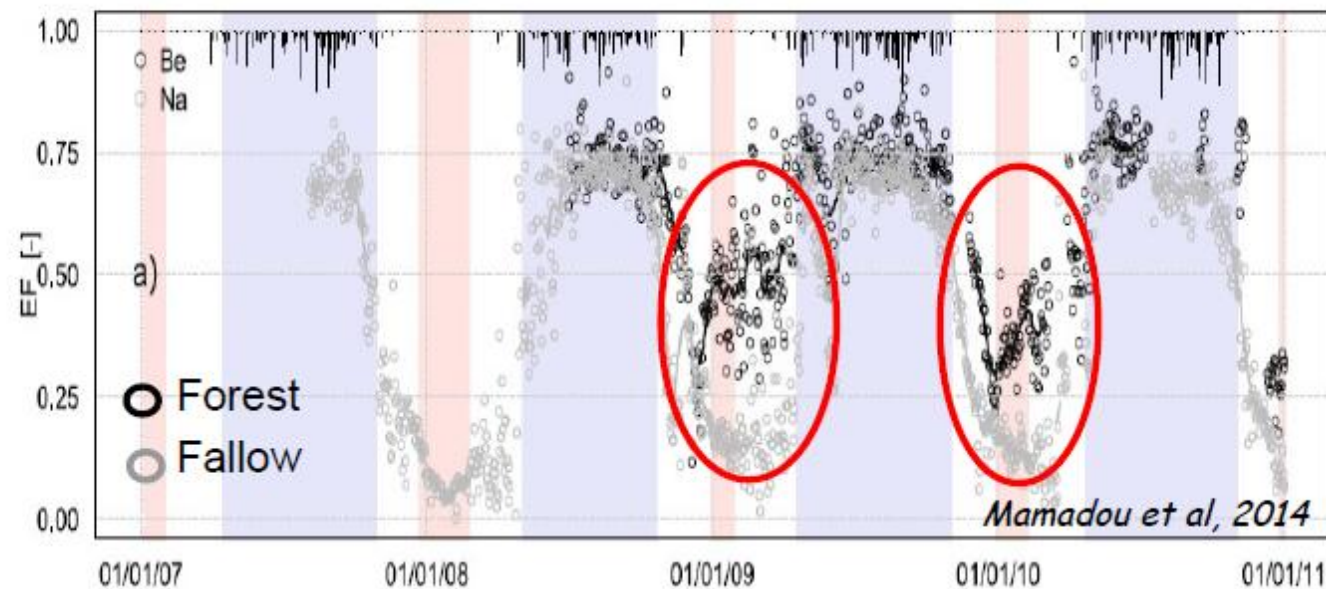
- + caractériser les interactions végétation – cycle de l'eau (surface et rétroaction vers l'atmosphère)
- + inférer les effets des changements de couverts (défrichements, assolements)
- + comparer les sites (échelle régionale), et évaluer modèles (ALMIP2) & produits télédétection

Principaux apports scientifiques



Etude de processus

Fraction évaporative EF (EvapoTransp/Energie disponible), forêt/jachère, Site CATCH Bénin. obs tour à flux.



Saison sèche : EF Forêt > Jachère

→ prélèvements profonds (> 5, 10 m ?) par les arbres

Probablement le moteur de la vidange saisonnière des nappes

→ hypothèse : conversion forêts/champs impacte surtout les ressources souterraines

!! modèles de surface (SVATs) ne considèrent que la couche de surface

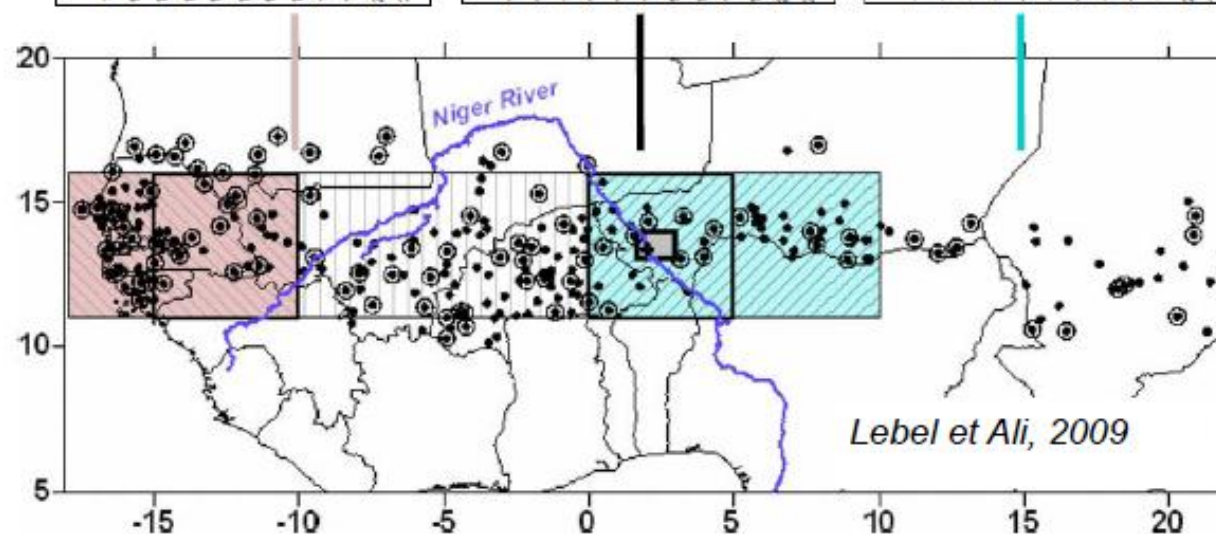
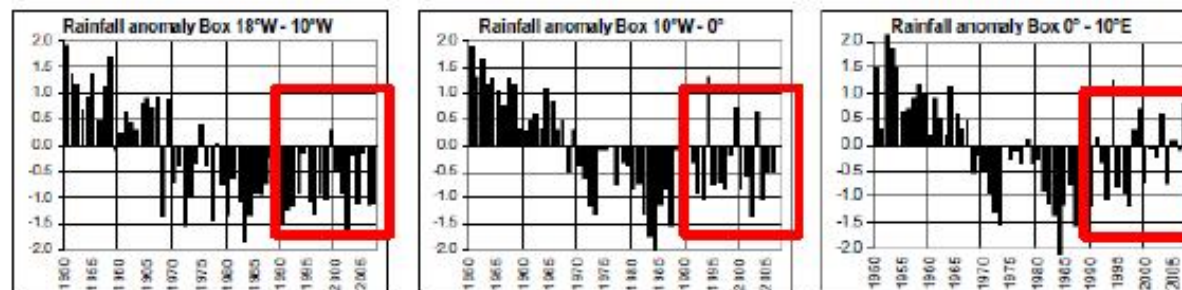
→ biais probable du bilan d'eau de ces modèles (projet ALMIP2 en cours)

Principaux apports scientifiques



Dynamique régionale

Indices pluviométriques (écarts centrés réduits des cumuls annuels)
(observations Météos Nat.+CATCH, 1950- 2009)



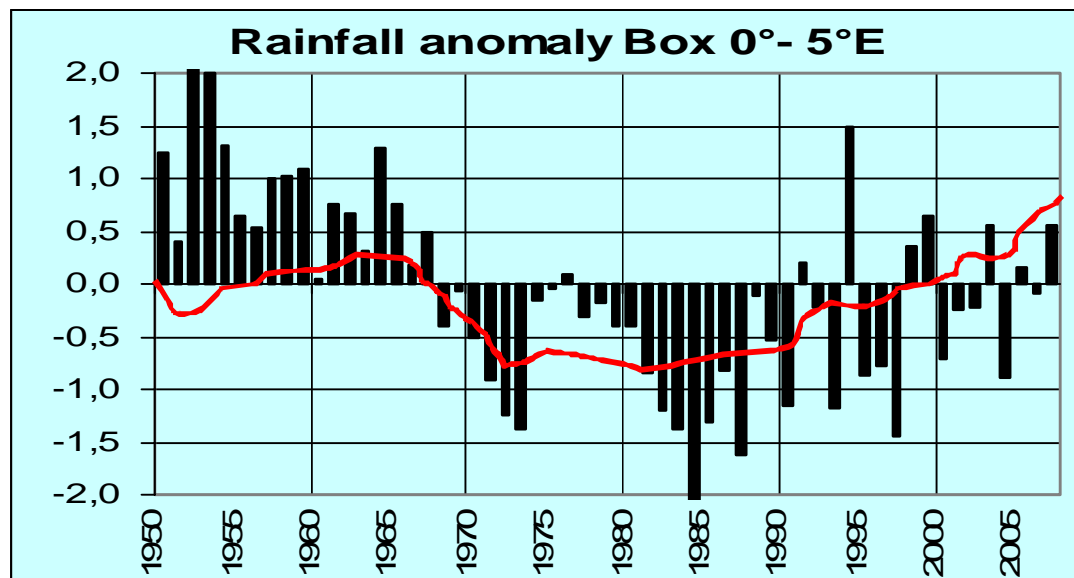
Sécheresse à partir de 1970, atténuée à partir de 1990, sauf sur Sahel Ouest

Atelier régional, Niamey, 28-30 avril 2015

Principaux apports scientifiques



Dynamique régionale



Evolution de la pluviométrie au Sahel et du nombre d'événements intenses (pluie >30 mm) depuis 60 ans (d'après Ali et Lebel 2009 et Panthou et al., 2012)

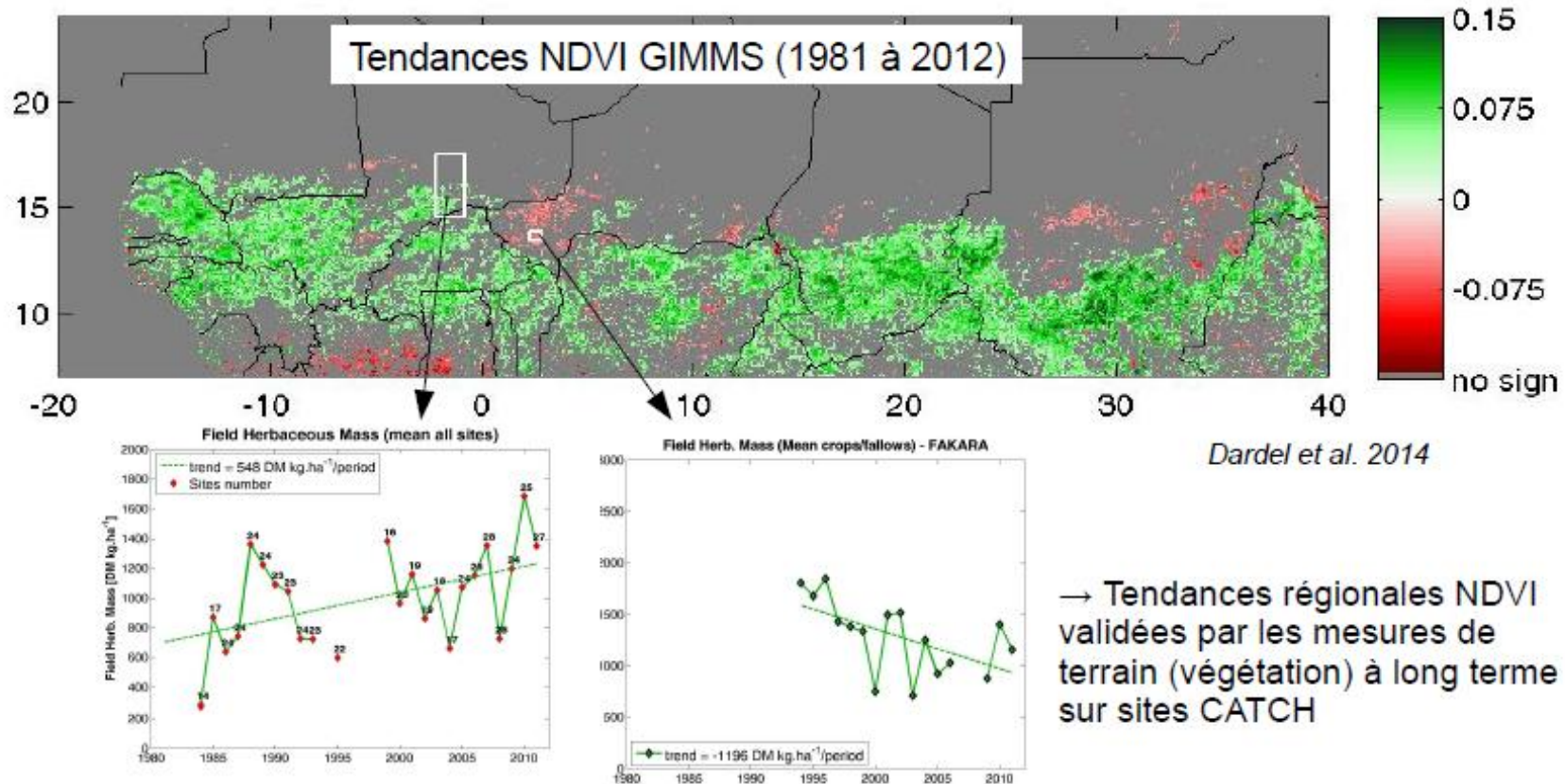
Intensification des pluies depuis 1990
Globalement plus intenses qu'avant la sécheresse

Principaux apports scientifiques



Dynamique régionale

Reverdissement vs désertification ? : question de « résilience » vs « dégradation »



→ Tendances régionales NDVI validées par les mesures de terrain (végétation) à long terme sur sites CATCH

→ reverdissement (résilience) généralisé (cohérent avec la reprise des précipitations), sauf à quelques endroits (dégradation)

Principaux apports scientifiques

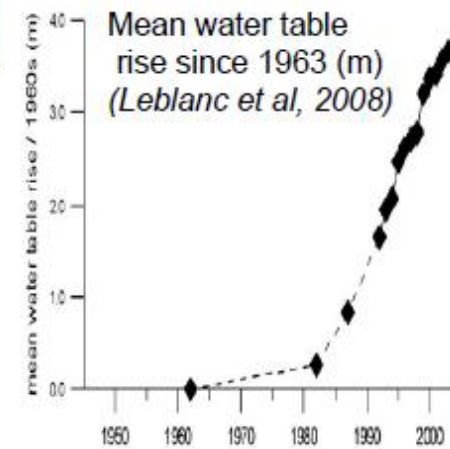
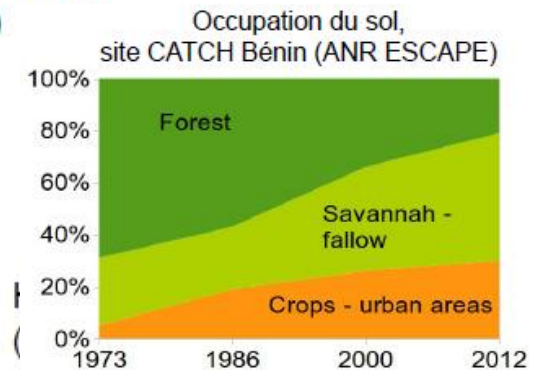
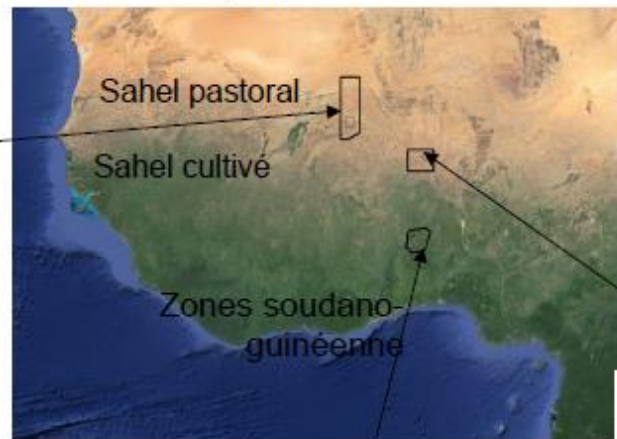
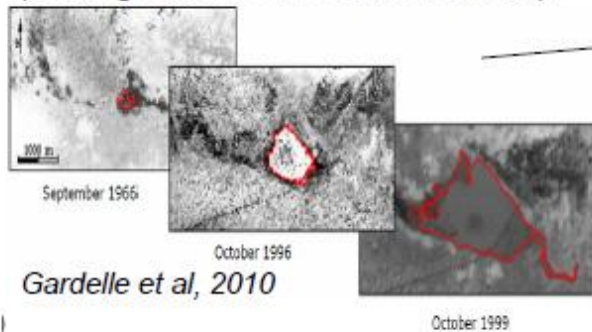


Dynamique régionale

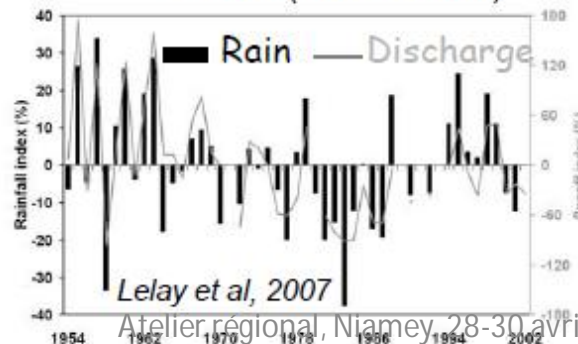
Dynamique observée depuis 1950 (réseaux nationaux, HAPEX, AMMA)

Sahel : Less rain, more water
 (« paradoxe Sahélien »)

Accroissement surf et nb mares
 (ex. Agoufou, site CATCH Mali)



Pluie et écoulements, écart à la moyenne (%),
 Ouémé (CATCH Bénin)



Zone soudanienne :
Less rain, less water

Principaux apports scientifiques

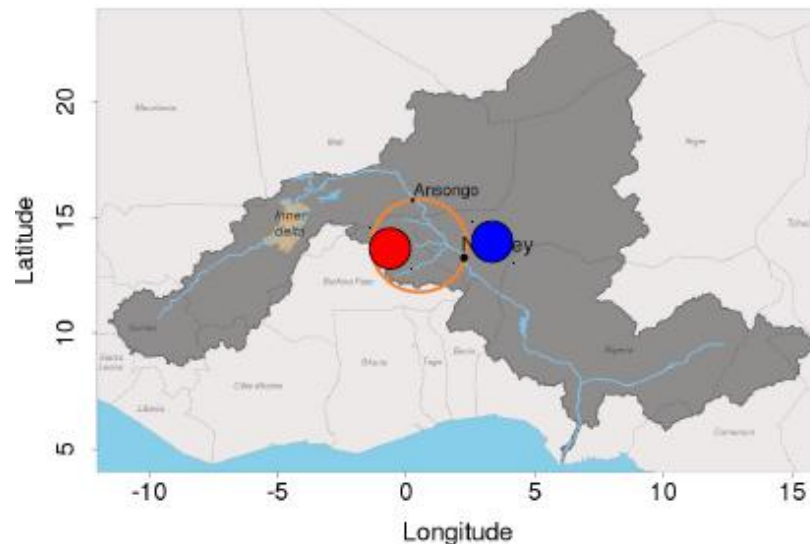


Applications sociétales

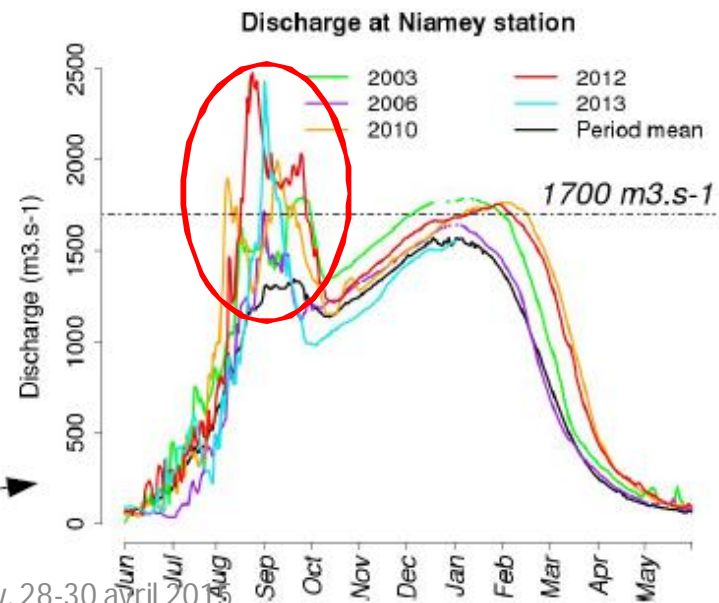
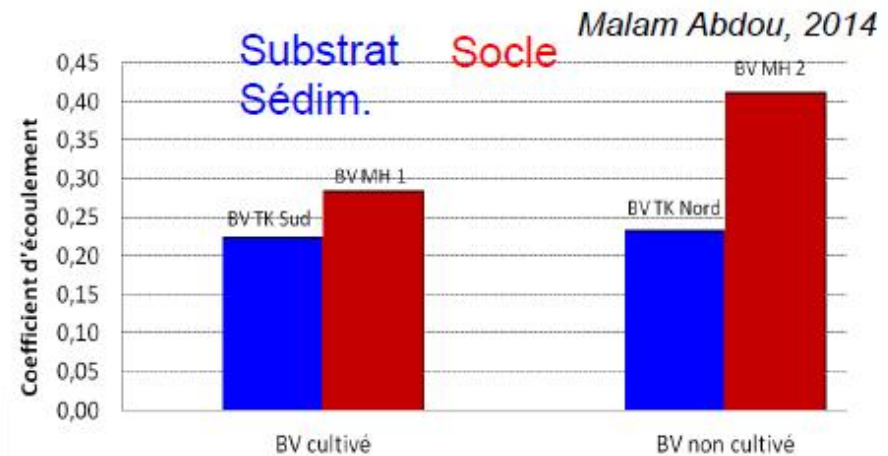
Lien avec risque d'inondation :

Ruissellement bassins de socle (Ouest, rive droite) > bassins sur substrat sédimentaire (Est, rive gauche)

Niger bassin



Inondations récurrentes à Niamey, apports au fleuve par affluents de rive gauche



Ecole de terrain



HYDRUS :

Une école de terrain sur l'HYDRologie des zones soUdaniennes de Socle

Organisation: LMI PICASS'EAU, AMMA-CATCH, UAC

Durée : 5 jours

Niveau : Master, formation continue

Site d'étude : site CATCH Bénin

Participants : Bénin, Niger, Cote d'Ivoire



Atelier régional, Niamey, 28-30 avril 2015

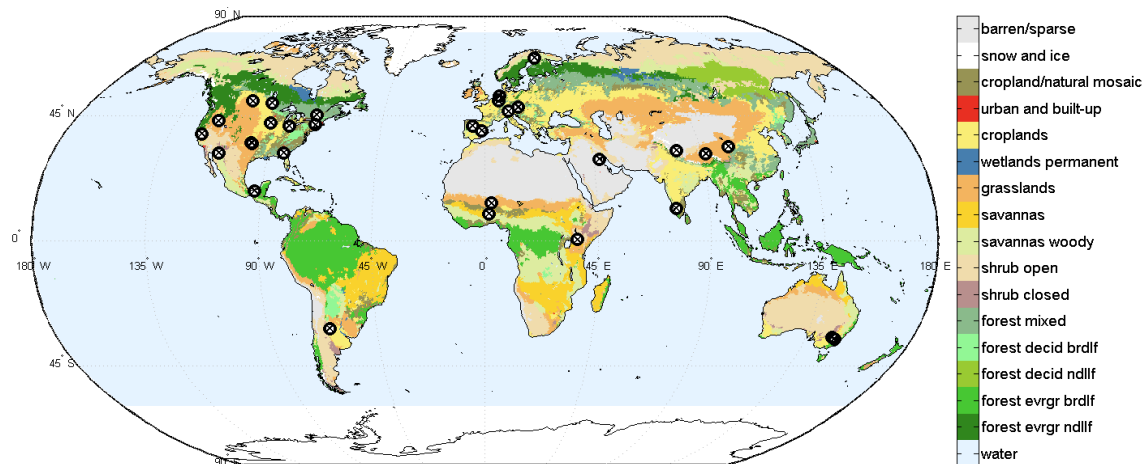
Réseaux internationaux



Insertion dans les dispositifs internationaux d'observation

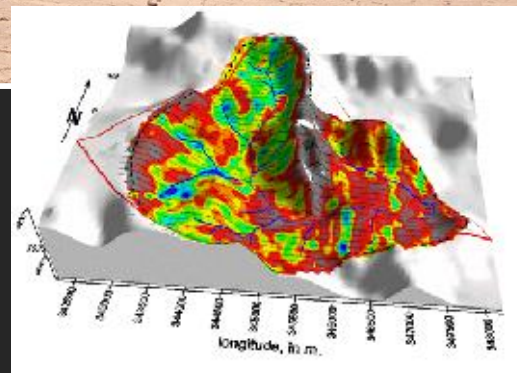
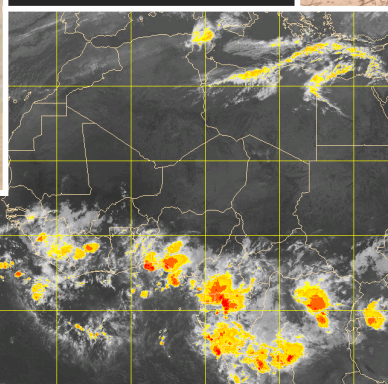
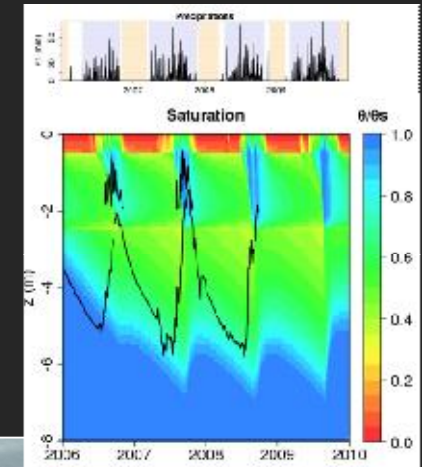
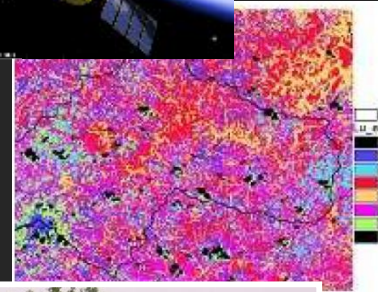
- Réseau de mesure spécifiques : FluxNet, International Soil Moisture Network
- Cal/val satellitaire : SMOS, Megha Tropiques, SMAP
- Communauté scientifique : GEWEX, PMRC
- Research Infrastructure (EU): participation au projet H2020/INFRAIA-2015 e-LTER (European Long-Term Ecosystem and socio-ecological Research Infrastructure)

Cal/Val des missions spatiales : SMAP (NASA's Soil Moisture Active Passive)



Location of all SMAP soil moisture core validation site candidates (Colliander et al., 2015)

Merci pour votre attention



Atelier régional, Niamey, 28-30 avril 2015