



Journées scientifiques AMMA-CATCH 2020

3-4 mars 2021

Actes

Table des matières

Programme	2
Résumés	6
Liste des participants	42

Programme

Les journées AMMA-CATCH 2021 se sont déroulées en visio-conférence.

Elles ont comporté plusieurs temps :

- Des présentations scientifiques AMMA-CATCH (5 sessions)
- Deux communications pour présenter d'autres observatoires de la zone critique
- Un grand invité qui nous fera découvrir un nouveau thème
- Des temps d'échanges sur les travaux du GT prospective et les éléments structurants

Mercredi 3 mars		Animation des sessions
9h00 – 9h30	10 Accueil des Journées Temps d'inclusion Présentation du programme, des prochaines échéances Mode de déroulement	Sylvie-Christophe-Manuela
9h30 – 10h20	Session 1 : (présentation 10', transition 5') 9h30 – 9h45 : 11 « Réponse de l'érosion éolienne aux trajectoires agro-pastorales passées et futures au sud-ouest Niger », <u>Pierre C.</u> , Hiernaux P., Rajot J-L, Kergoat L., Webb N.P., Abdourhamane Touré A., Marticorena B., Bouet C. 9h45 – 10h : 12 « Déterminants de la variabilité des PM10, dépôts et AOD des poussières au Sahel en saison sèche », <u>L. Kergoat</u> , F. Guichard, B. Marticorena, C. Pierre, J-L. Rajot, M. Grippa, C. Lavaysse. 10h00 – 10h20 : questions sur les 2 présentations	Ousmane Ndiaye Théo Vischel
10h20-10h35	Pause 15'	
10h35-11h00	Session 1 (suite) : 10h35 – 10h50 : 13 « Questionnements sur la gestion des salissures des analyseurs de gaz », <u>H. Barral</u> , E. Mainassara, M. Oi, J. Etchanchu, J. Demarty. 10h50-11h00 : questions sur la présentation	Ousmane Ndiaye Théo Vischel
11h00 - 12h30	Autres observatoires : (présentation 20')	Ousmane Ndiaye

	<p>11h- 11h20 : 14 Site de Niakhar « “Faidherbia-Flux” : a long-term Collaborative Observatory on food security, GHG fluxes, ecosystem services, mitigation and adaptation in a semi-arid agro-silvo-pastoral ecosystem (groundnut basin in Niakhar/Sob, Senegal) », <u>O. Roupsard, F. Timouk, C. Jourdan, F. Do, D. Orange, E. Gaglo et al.</u> (64 personnes).</p> <p>11h20- 11h40 : questions</p> <p>11h40-12h00 : 15 « Le SNO INDAAF : Suivi à long terme de la composition atmosphérique et des dépôts en Afrique », B. Marticorena, C. Galy-Lacaux, <u>J-L. Rajot</u>, C. Bouet, F. Solmon, V. Yoboué, D. Laouali, M. Ouafu, A. Féron, C. Gaimoz, E. Gardrat, A. Abdourhamane Touré, G. Bergametti.</p> <p>12h00- 12h30 : questions</p>	Théo Vischel
12h30 – 14h	Déjeuner (1h30)	
14h00 – 15h00	<p>Session 2 : (présentation 10 ‘)</p> <p>14h00 – 14h15 : 21 « Les mares sahéniennes vues du ciel » <u>M. Grippa</u>, M. de Fleury, E. Robert, M. Boubacar Moussa A. Abdourhamane Touré, H. Nikiema, J.M. Dipama, M. Gosset, L. Kergoat.</p> <p>14h15 – 14h30 : 22 « Déterminants environnementaux de l’E. coli et lien avec les maladies diarrhéiques en zone tropicale (Kaporé, Burkina Faso) : une approche télé-épidémiologique » <u>E. Robert</u>, M. Grippa, D. Edwige Nikiema, L. Kergoat, H. Koudougou, Y. Auda, E. Rochelle-Newall.</p> <p>14h30 – 15h00 : questions sur les 2 présentations</p>	Jordi Etchangu Christophe Peugeot
15h00- 15h45	<p>Présentation invitée : (présentation 25’)</p> <p>15h00 – 15h25 : 23 « Exosome quesaco ? », <u>Jacques Gardon</u> (HSM)</p> <p>15h25 – 15h45 : Questions</p>	Jordi Etchangu Christophe Peugeot
15h45- 16h00	Pause 15’	
16h00- 17h30	<p>Prospective : où en est-on ? (présentation 10’)</p> <p>16h00 – 16h15 : 24 Ecoles de terrain, <u>J-P. Vandervaere</u> et al.</p> <p>16h15 – 16h40 : 25 « Présentation des travaux du GT prospectives (méthode et premiers résultats) » <u>S. Galle, J. Etchanchu, C. Peugeot</u> et al.</p> <p>16h40 – 16h50 : 26 « Le groupe technique intersites », <u>A. Mariscal</u> et al.</p> <p>16h50 – 17h15 : questions</p> <p>17h15-17h30 : déclusion</p>	Hélène Barral Christophe Peugeot
17h30	Fin de la première journée	

Jeudi 4 mars		
8h45 – 9h00	Accueil, inclusion	Sylvie Galle
9h00 – 10h10	<p>Session 3 : (présentation 10 ‘)</p> <p>9h00 – 9h15 : 31 : « Changements dans les caractéristiques des cycles pluviométriques au Bénin, de 1955 à 2016 », <u>S. Moumouni</u>, G.R. Kiki, T. Vischel</p> <p>9h15 – 9h30 : 32 « Variabilité hydrologique et matières en suspension dans la partie moyenne du bassin du fleuve Niger » <u>M. B. Moussa</u>, A. A. Touré, B. Lartiges, L. Kergoat, E. Rochell-Newall, E. Robert, M. Gosset, B. Alkali Tanimoun, M. Grippa</p> <p>9h15 – 9h30 : 33 : « Modélisation des caractéristiques intégrales de turbulence sur une forêt claire au nord du Bénin (Afrique de l'Ouest) », M. Hounsinou¹, <u>O. Mamadou</u>, B. Kounouhéwa</p> <p>9h30 – 9h45 : 34 « Chaîne de modélisation du climat vers les outils d'aide à la décision hydrologiques : avancements récents et perspectives », <u>T. Vischel</u> et al.</p> <p>9h45 – 10h10 : questions sur les 3 présentations</p>	Gérémy Panthou Jean-Martial Cohard
10h10-10h15	Photo de groupe	Armand Mariscal
10h15-11h00	<p>Session 3 : (suite)</p> <p>10h15 – 10h30 : 35 « Evaluation de la contribution des eaux souterraines aux eaux de surface à partir des méthodes géophysiques et dans un contexte sahélien : Cas du fleuve Niger dans la région de Niamey », <u>Hama Garba O.K.</u>, Boucher M., Nazoumou Y., Favreau G., Wubda M., Descloitres M., Legchenko A., Maina F. Z.</p> <p>10h30 – 10h45 : 36 « Inondations dues à la remontée de la nappe phréatique dans la ville de Niamey : causes et effets », <u>Alassane H.H.</u>, Adamou, M.M., Favreau G., Boucher M., Legchenko A.</p> <p>10h45 – 11h : questions sur les 2 présentations</p>	Gérémy Panthou Jean-Martial Cohard
11h00 - 11h15	Pause 15'	
11h15 – 12h30	<p>Session 4 : (présentation 10 ‘)</p> <p>11h15 – 11h30 : 37 « Interactions des cycles de l'énergie, de l'eau et du carbone : Développement d'un modèle agro-éco-hydrologique au Sahel agropastoral », <u>J. Demarty</u>, B. A. Issoufou, J. Etchanchu, A. Dezetter, A. Allies, B. Adamou, I. Maïnassara M. Oï, H. Barral, J.-P. Chazarin et B. Cappelaere</p> <p>11h30 – 11h45 : 38 « Simulation hydrogéologique haute-résolution de l'Afrique de l'Ouest », <u>A. Depeyre</u>, T. Pellarin, B. Hector, J-M Cohard</p>	Eric Mouglin Marie Boucher

	<p>11h45 – 12h00 : 39 « Modélisation des points de bascule en hydrologie » <u>V. Wendling, C. Peugeot et al.</u></p> <p>12h00 – 12h30 : questions sur les 3 présentations</p>	
12h30 – 13h45	Déjeuner (1h15)	
13h45 – 14h00	Temps spécial (amener un verre)	Armand Mariscal
14h00-14h30	<p>Base de données : (présentation 10')</p> <p>14h00 – 14h15 : 41 « Données, citation des DOIs, BD AMMA-CATCH et Theia/OZCAR » : <u>V. Chaffard</u></p> <p>14h15 – 14h30 : Questions</p>	Eric Mougin Marie Boucher
14h30-15h20	<p>Session 5 : (présentation 10')</p> <p>14h30 – 14h45: 42 « La cartographie de tous les arbres et arbustes du Sahara et du Sahel occidental » , <u>P. Hiernaux, L. Kergoat, Y. Fitts</u></p> <p>14h45 – 15h00: 43 «Le suivi de la phénologie des ligneux au Sahel avec des données satellite à très haute résolution » , <u>Y. Fitts, C. Tucker, P. Hiernaux , L. Kergoat, Y. Auda</u></p> <p>15h00 – 15h20 : questions sur les 2 présentations</p>	Jerôme Demarty Laurent Kergoat
15h20–15h30	Pause 10'	
15h30 – 16h10	<p>Eléments structurants : (présentation 10')</p> <p>15h30 – 15h40: 44 « ANR Thipyc », <u>C. Peugeot</u></p> <p>15h40 – 15h50: 45 « LMI REZOC », <u>E. A. Lawin & S. Galle</u></p> <p>15h50 – 16h00 : 46 « les programmes OZCAR, eLTER et PIA3 terra Forma », <u>M. Grippa</u></p> <p>16h00 – 16h10 : questions</p>	Jerôme Demarty Laurent Kergoat
16h10 – 16h45	<p>Actualité des 3 sites</p> <p>16h10 – 16h25 : 47 Actualité des 3 sites depuis novembre. <u>S. Galle, J. Demarty, I. Mainassara, E. Mougin, C. Peugeot, M. Wubda, et al.</u></p> <p>16h25 – 16h45 : questions</p>	Jerôme Demarty Laurent Kergoat
16h45-17h00	<p>48 Conclusions des journées et programme à venir</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prochains RDV - déclusion 	
17h00	Fin des journées	

12 : référence de la présentation

12 : résumé de la présentation disponible ci-dessous

Résumés des communications orales

Réponse de l'érosion éolienne aux trajectoires agro-pastorales passées et futures au sud-ouest Niger

Pierre C.^{1*}, Hiernaux P.², Rajot JL.^{1,3}, Kergoat L.⁴, Webb N.P.⁵, Abdourhamane Touré A.⁶, Marticorena B.³, Bouet C.^{1,3}

¹ IEES-Paris (Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris), CNRS, Sorbonne Université, Université Paris Est Créteil, Université de Paris, INRAE, IRD, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France, +33 1 44 27 32 96 ; ORCID : 0000-0002-7549-1460 ; caroline.pierre@upmc.fr ; * *corresponding author*

² Pastoc, 30 chemin de Jouanal, 82160 Caylus, France ; pierre.hiernaux2@orange.fr

³ LISA (Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques), UMR CNRS 7583, Université Paris Est Créteil - Université de Paris, Institut Pierre Simon Laplace, F-94010 Créteil, France ; jeanlouis.rajot@ird.fr ; christel.bouet@ird.fr ; beatrice.marticorena@lisa.ipsl.fr

⁴ GET (Géosciences Environnement Toulouse), CNRS, Université de Toulouse, IRD, 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France ; laurent.kergoat@get.omp.eu

⁵ USDA-ARS Jornada Experimental Range, Las Cruces, NM, USA ; nwebb@nmsu.edu

⁶ Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Géologie, BP 10662 Niamey, Niger ; abdourahamane.toure@ird.fr ; doudu2000@yahoo.fr

Résumé

L'érosion éolienne joue un rôle majeur dans la dégradation des terres dans les zones semi-arides, en particulier au Sahel. Dans ces régions, l'érosion éolienne dépend de l'occupation des sols et des pratiques agropastorales autant que des facteurs climatiques. Une future intensification de l'utilisation des terres pourrait y accroître l'érosion éolienne et entraîner une dégradation du sol au Sahel.

Nous avons cherché à estimer la réponse de l'érosion éolienne à la dynamique de l'occupation du sol dans une région sahélienne. Pour ce faire, nous avons défini des scénarios de l'utilisation des terres pour un site d'étude dans le sud-ouest du Niger pour deux situations historiques (années 1950 et 1990) et pour deux scénarios prospectifs alternatifs (années 2030 : extensif et intensif). Nous avons simulé la croissance de la végétation et le flux horizontal de sédiments éoliens correspondants.

En termes de résultats, le flux annuel horizontal de sédiments éoliens augmente avec l'évolution de l'occupation du sol des années 1950 aux années 1990 et 2030. Pour les années 2030, le scénario intensif présente des rendements de végétation plus importants que les conditions extensives, mais des

valeurs similaires de flux horizontal de sédiments éoliens, mettant en question la durabilité des deux scénarios. On observe aussi que des ensembles de pratiques réalistes ont une influence aussi grande que la plus grande gamme théorique de pratiques sur la variabilité du flux horizontal annuel de sédiments éoliens. Cette variabilité est aussi grande que celle due aux conditions météorologiques. Dans un futur proche, l'occupation des terres combinée aux conditions climatiques est susceptible d'affecter l'érosion éolienne et donc la productivité des paysages sahéliens.

Données AMMA-CATCH utilisées

Suivi de végétation P. Hiernaux et al.

Références

Hiernaux, P., Ayantunde, A., 2004. The Fakara: a semi-arid agro-ecosystem under stress (Report of research activities), First phase (July 2002-June 2004) of the DMP-GEF Program (GEF/2711-02-4516). International Livestock Research Institute (ILRI), Niamey, Niger.

Pierre C., Hiernaux P., Rajot JL., Kergoat L., Webb N.P., Abdourhamane Touré A., Marticorena B., Bouet C., Wind erosion response to past and future agro-pastoral trajectories in the Sahel (Niger), soumis à *Landscape Ecology*

Déterminants de la variabilité des PM₁₀, dépôts et AOD des poussières au Sahel en saison sèche

Laurent Kergoat¹, Françoise Guichard², Béatrice Marticoréna³, Caroline Pierre⁴, Jean-Louis Rajot⁴, Manuela Grippa¹, Christophe Lavaysse⁵

¹ GET, Géosciences Environnement Toulouse ; ² CNRM Toulouse ; ³ Lisa, Créteil ; ⁴ Ieas-Paris ; ⁵ IGE Grenoble

Résumé

L'Afrique de l'Ouest domine largement les émissions de poussières globales. Ces poussières impactent fortement les populations (maladies respiratoires, méningites, conditions de vie et de travail), les infrastructures et la mobilité, le climat, au travers des flux radiatifs, des nuages glaces (noyau de condensation) et probablement la cyclogenèse sur l'Atlantique. Ces poussières contribuent aux cycles biogéochimiques (phosphore apporté aux écosystèmes tropicaux Africains et Amazoniens, fer apporté à l'océan) et impactent la production agricole par abrasion des plantes et redistribution spatiale des nutriments du top sol. Les campagnes et le développement de l'observation spatiale et in situ ont permis de beaucoup progresser sur la connaissance de ces poussières minérales au cours des deux dernières décennies, mais de nombreuses questions restent encore sans réponse, en raison notamment de l'intermittence temporelle et spatiale des émissions, de l'interaction entre les états de surface, les pratiques agricoles et les conditions atmosphériques et maintenant de la difficulté d'accès à de nombreuses zones pour raison d'insécurité sévère.

Les déterminants de la variabilité interannuelle des poussières sahéliennes ont fait débat, opposant les tenants d'un rôle majeur des états de surface et ceux qui mettaient en avant les vents de surface.

En utilisant les propriétés de la bande SWIR (2.1 μ m) du capteur spatial MODIS, sensible à l'absorption des tissus secs (cellulose, hémicellulose etc...), nous avons développé un indice (STI) permettant d'estimer le taux de couvert en saison sèche. Cet indice a été développé à partir des données de végétation en saison sèche recueillies pour le SNO AMMA-CATCH dans différents pays Sahéliens (Mali, Niger, Sénégal, Kergoat et al. 2016).

Nous avons montré que la variabilité du couvert végétal en saison sèche, quantifiée par le STI expliquait 43 à 50 % de la variance des épaisseurs optiques (AOD MODIS Deep Blue et Photomètre solaire) alors que le vent de surface en expliquait de 25% à 46%. Un simple modèle linéaire bivarié a permis d'expliquer 80% de la variance de l'AOD sahélienne de saison sèche sur 2002-2014 (Kergoat et al. 2017).

Dans le cadre du projet POPPSSS (LEFE/EC2CO 2021-2022), nous avons testé ce modèle bi-varié sur une période plus longue (17 ans, 2002-2018), ainsi que sur des variables mesurées sur les stations du Sahelian Dust Transect (SNO INDAAF, Marticorena et al., 2010), notamment les PM₁₀ et les dépôts. Le modèle bivarié original explique toujours bien la variabilité de l'AOD ($r^2=0.77$, $n=17$), mais s'avère également très performant pour expliquer la variabilité des PM₁₀ ($r^2=0.89$). Les dépôts donnent des statistiques moins bonnes mais quand même intéressantes ($r^2=0.56$). Pour de nombreuses questions, il est plus important de connaître les PM₁₀ en surface que l'AOD sur la colonne troposphérique. Ces résultats sont donc très encourageants.

Ce travail est un bon exemple de ce que les différents SNO en Afrique de l'Ouest (AMMA- CATCH, SDT-INDAAF, PHOTO-AERONET) peuvent apporter quand leurs données sont croisées ou utilisées dans le même objectif. La suite du projet abordera la prévisibilité des poussières.

Références

Kergoat, L., Hiernaux, P., Dardel, C., Pierre, C., Guichard, F., & Kalilou, A. (2015). Dry-season vegetation mass and cover fraction from SWIR1. 6 and SWIR2. 1 band ratio: Ground-radiometer and MODIS data in the Sahel. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 39, 56-64.

Kergoat, L., Guichard, F., Pierre, C., & Vassal, C. (2017). Influence of dry- season vegetation variability on Sahelian dust during 2002–2015. *Geophysical Research Letters*, 44(10), 5231- 5239.

Marticorena, B., Chatenet, B., Rajot, J. L., Traore, S., Coulibaly, M., Diallo, A., ... & Zakou,

A. (2010). Temporal variability of mineral dust concentrations over West Africa: analyses of a pluriannual monitoring from the AMMA Sahelian Dust Transect. *Atmospheric Chemistry & Physics Discussions*, 10(3).

Questionnements sur la gestion des salissures des analyseurs de gaz

Hélène Barral, Ibrahim Mainassara, Monique Oï, Jordi Etchanchu, Jérôme Demarty. HydroSciences Montpellier.

Institut de Recherche pour le Développement.

Résumé

En 2018 le super site de Wankama au Niger a mobilisé les personnels techniques de l'IRD pour 39 tournées, moins de 15 tournées en 2020. Sécurité, coût financier et environnemental des déplacements, l'accès aux sites de mesures est de plus en plus contraint. Dans le même temps, la démocratisation de la télétransmission reconforte et nous incite à diminuer sans scrupules la régularité des tournées. Qu'en est-il de l'entretien et du nettoyage des capteurs ? Peut-on se passer d'un nettoyage humain ? Quels impacts les dépôts de poussières et de sables ont-ils sur les mesures ? Peut-on régler le problème a posteriori par des procédures de traitements ?

Nous allons ici se concentrer sur le cas des analyseurs de gaz destinés à mesurer les concentrations en CO₂ et H₂O. En particulier le Licor Li7500 dont on se sert pour estimer les flux turbulents d'évapotranspiration et de carbone.

N'étant pas encore à même de répondre aux grandes questions ni d'apporter des solutions magiques, nous souhaitons initier la discussion entre les observateurs sur cette problématique,

- En illustrant l'impact des salissures et du nettoyage sur les données de Wankama
- En présentant une petite étude bibliographique sur la correction des salissures dans les mesures par covariances turbulentes.

Données AMMA-CATCH utilisées

Données flux et météo des stations de Wankama.

Références

Fratini, G., McDermitt, D., and Papale, D.: Eddy-covariance flux errors due to biases in gas concentration measurements: origins, quantification and correction, *Biogeosciences*, 11, 1037–1051, 2014.

Serrano-Ortiz, P., Kowalski, A. S., Domingo, F., Ruiz, B., and Alados-Arboledas, L.: Consequences of uncertainties in CO₂ density for estimating net ecosystem CO₂ exchange by open-path eddy covariance, *Boundary-layer meteorology*, 126, 209–218, 2008

“Faidherbia-Flux” : a long-term Collaborative Observatory on food security, GHG fluxes, ecosystem services, mitigation and adaptation in a semi-arid agro-silvo-pastoral ecosystem (groundnut basin in Niakhar/Sob, Senegal)

Roupsard Olivier, Do Frédéric, Jourdan Christophe, Orange Didier, Alain Audebert, Rocheteau Alain, Chapuis-Lardy Lydie, Louise Leroux, Duthoit Maxime, Bouvéry Frédéric, Faye Waly, Yelognissè Agbohessou, Gaglo Espoir, Gning Fatou, Sow Sidy, Diongue Djim M., Malou Oscar, Sadio Khardiatou, Ba Seydina, Diedhiou Moussa, Siegwart Lorène, Diouf, K; Diatta, S., Timouk Franck, Kergoat Laurent, Grippa Manuela, Delon Claire, Serça Dominique, Guerin Frédéric, Diaminatou Sanogo, Mame Sokhna Sarr, Ndienor Moussa, Saidou Nourou Sall, Serigne Faye, Ngom Daouda, Masse Dominique, Clermont-Dauphin Cathy, Pierre Caroline, Rajot Jean-Louis, Vezy Rémi, Le Maire Gueric, Valade Aude, Bertrand Isabelle, Seghieri Josiane, Manlay Raphael, Taugourdeau Simon, Salgado Paulo, Raebuild A., Tagesson Torbern, Ardö Jonas, Fensholt Rasmus, Delaunay Valérie, Fleury Laurence, Lalou Richard, Montes Nicolas, Diedhiou Ibrahima, Telali Kader, Lesur Vincent, Leroy Nicolas, Vallee Martin; Laclau Jean-Paul, Chotte Jean-Luc, Cournac Laurent

CIRAD, UMRs Eco&Sols/AIDA/AGAP/SELMET Montpellier, France. IRD, Montpellier, France.

INRAE, Montpellier et Avignon France. LMI IESOL, Dakar, Senegal

ISRA LNRPV/CNRF/CRZ, Dakar et Dahra, Senegal CERAAS, Thies, Senegal

Université de Thiès-ENSA, Thiès, Sénégal UCAD, Dakar, Sénégal

UGB, Saint-Louis, Sénégal

UMR GET 31400 Toulouse, France UMR IEES, Paris, France

U. Copenhagen, Denmark

U. Lund, Sweden

CNRM, Toulouse, France

U Paul Sabatier, Toulouse, France IPGP, Paris, France

U. Aix-Marseille, France

Résumé

In 2018, we settled The “Faidherbia-Flux”¹ long-term observatory for the monitoring and modelling of microclimate, ecosystem services, GHG balance, net primary productivity and hydrology in a semi-arid agro-silvo-pastoral system (OPSE of Niakhar², Sénégal, registered as Sn-Nkr in FLUXNET³), dominated by the multipurpose *Faidherbia albida* tree. Crops are pearl millet and peanut, under annual rotation. Transhumant livestock contributed to manure, SOM and fertility.

We settled 3 eddy-covariance towers above the whole mosaic, millet and peanut, respectively and monitored energy, CO₂ balance and evapotranspiration for 3 full years so far. Sixty sapflow sensors were displayed in trunks and roots (hydraulic redistributions) and trees are monitored for growth,

¹ Faidherbia-Flux: <https://lped.info/wikiObsSN/?Faidherbia-Flux>

² OPSE Niakhar : <https://lped.info/wikiObsSN/?HomePage>

³ FLUXNET : Global network of micrometeorological tower sites that use eddy covariance methods: <http://daac.ornl.gov/FLUXNET/fluxnet.shtml>

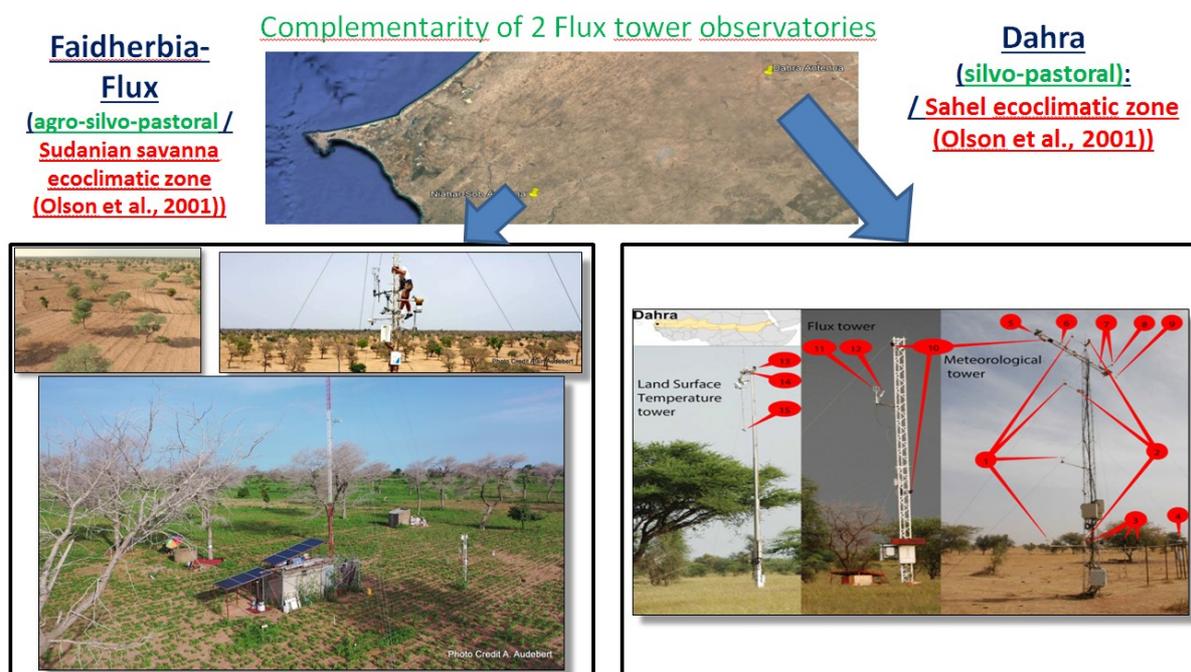
phenology, leaf water potential and LAI. Six wells were dug down to the water table (-6 m) to monitor fine root phenology via automatic scanners, soil humidity and isotope composition. Hydrology is studied through infiltrability, SWC and piezometers along a slope and watershed. MAESPA, STICS and ORCHIDEE models are being parameterized and run on the site.

An originality of this ecosystem dominated by *Faidherbia* (reverse phenology) is that C uptake is larger during the dry season (2/3 of the year) than during the wet season. The annual net ecosystem CO₂ exchange (NEE, capture) was around 3tC ha⁻¹ y⁻¹, but this does not take exports into account yet. ETR was close to rainfall, leaving around 10% for deep drainage. A drone + geostatistical approach allowed to upscale millet and peanut yield from subplot to whole plot and to assess the distance of influence of the trees on the crops.

We are currently settling soil chambers for GHG (CO₂, N₂O, CH₄, H₂O, NH₃) fluxes, studying the horizontal variability of SOC by Vis-NIR and isotope profiles

This observatory has already hosted several teams of various disciplines. It is supported by 3 European projects (RAMSES, CASSECS, SUSTAINSAHEL) and remains wide open for collaboration. Our principle is to share the core data and leave each specialist develop his own purpose, while minimizing overlaps.

Figure (optionnelle)



Données AMMA-CATCH utilisées

We would very much like to compare “Faidherbia-Flux” results with other AMMA Catch flux sites: we propose to test ORCHIDEE on such sites for instance (PhD Espoir Gaglo). Other multi-site and regional studies are welcome.

Références

Journal articles

- Duthoit, M., Rouspard, O., Créquy, N., Sauze, J., Van den Meersche, K., 2020. Conception d'un dispositif automatisé de chambres de mesures d'échanges gazeux du sol à fermeture horizontale. Le Cahier des techniques de l'INRA (2020, 102). https://www6.inrae.fr/cahier_des_techniques/Les-Cahiers-parus/Les-N-reguliers/2020/Cahier-N-102/Art4-ct102-2020, 19 pp.
- Faye, W., Fall, A.N., Orange, D., Do, F., Rouspard, O., Kane, A., 2020. Climatic variability in the Sine-Saloum basin and its impacts on water resources: case of the Sob and Diohine watersheds in the region of Niakhar. Proc. IAHS 383, 391-399. <https://piahs.copernicus.org/articles/383/391/2020/>
- Lembrechts et al., 2020. SoilTemp: a global database of near-surface temperature. Global Change Biology. DOI: [10.1111/gcb.15123](https://doi.org/10.1111/gcb.15123) n/a.
- Leroux, L., Falconnier, G.N., Diouf, A.A., Ndao, B., Gbodjo, J.E., Tall, L., Balde, A.A., Clermont-Dauphin, C., Bégué, A., Affholder, F., Rouspard, O., 2020. Using remote sensing to assess the effect of trees on millet yield in complex parklands of Central Senegal. Agricultural Systems 184, 102918.
- Rahimi, J., Ago, E.E., Ayantunde, A., Berger, S., Bogaert, J., Butterbach-Bahl, K., Cappelaere, B., Demarty, J., Diouf, A.A., Falk, U., Haas, E., Hiernaux, P., Kraus, D., Rouspard, O., Scheer, C., Srivastava, A.K., Tagesson, T., Grote, R., 2021. Modelling Gas Exchange and Biomass Production in West African Sahelian and Sudanian Ecological Zones. Geosci. Model Dev. Discuss. <https://gmd.copernicus.org/preprints/gmd-2020-417/> 2021, 1-39.
- Rouspard, O., Audebert, A., Ndour, A.P., Clermont-Dauphin, C., Agbohessou, Y., Sanou, J., Koala, J., Faye, E., Sambakhe, D., Jourdan, C., le Maire, G., Tall, L., Sanogo, D., Seghieri, J., Cournac, L., Leroux, L., 2020. How far does the tree affect the crop in agroforestry? New spatial analysis methods in a Faidherbia parkland. Agriculture, Ecosystems & Environment 296, 106928. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880920301134>

Academic reports

- Agbohessou, Y.F.U., 2020. Effets du Faidherbia albida (Del.) A. Chev. sur la productivité aérienne et souterraine de la culture associée (arachide) : Utilisation des drones pour l'estimation du rendement et du Land-Equivalent-Ratio (LER), depuis les placettes à tout le système agro-sylvo-pastoral à la parcelle entière. Senegal, 31rd of October 2020. Master en Agroforesterie, Ecologie et Adaptation (AFECA), UCAD-Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie Végétale, Dakar, Senegal. Félicitations du jury, p. 60 pp + Annexes.
- Diatta, S., 2021. Estimation du stock et du stockage annuel de carbone dans la biomasse aérienne de Faidherbia albida (Del.) A chev du parc agroforestier de Sob (Observatoire de Niakhar, Sénégal) : approches par inventaires et dendrochronologie. Senegal, Master en Foresterie et Environnement pour une gestion durable des ressources naturelles. Université de Thiès-ENSA, Thiès, Senegal., soutenu le 06 janvier 2021. 45pp + Annexes. Mention Bien.
- Diouf, K., 2020. Evaluation de la transpiration par mesure du flux de sève chez l'espèce agroforestière Faidherbia albida (Del.) A. Chev. dans un site semi-aride du bassin arachidier au Sénégal. Senegal, Diplôme d'ingénieur agronome de l'Université de Thiès-ENSA, option Productions Végétales. ENSA, Thiès, Senegal. 13 juillet 2020, p. 55.

Le SNO INDAAF : Suivi à long terme de la composition atmosphérique et des dépôts en Afrique

B. Marticorena, C. Galy-Lacaux, J.L Rajot, C. Bouet, F. Solmon, V. Yoboué, D. Laouali, M. Ouafo, A. Féron, C. Gaimoz, E. Gardrat, A. Abdourhamane Touré, G. Bergametti

*UMR LISA, Créteil France UMR
LAERO Toulouse, France*

*UMR IIES Paris, UMR IRD 242, Bondy, France; LPAMF, Univ.
F. Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire*

*Département de Physique, Université Abou Moumouni, Niamey, Niger; Université de
Doualla, Cameroun*

Résumé

Le SNO INDAAF (International Network to study Deposition and Atmospheric composition in Africa), labellisé par l'INSU/CNRS (Domaine OA) depuis 2015 et intégré à l'Infrastructure de Recherche ACTRIS-FR, est dédié au suivi à long terme de la composition chimique de l'atmosphère et des flux de dépôts atmosphériques. Ces observations permettent de documenter et de comprendre les relations existant entre les émissions des différents composés, leur transport, leur transformation physico-chimiques jusqu'à leur dépôt. Ces dépôts, secs et humides, constituent la dernière étape du cycle biogéochimique de tout composé ayant un impact important sur les différents écosystèmes aquatiques ou terrestre. C'est cette notion de cycle biogéochimique des composés atmosphériques à courte durée de vie qu'il convient d'observer à long-terme.

Le SNO INDAAF est composé de 8 stations, localisées en Afrique de l'Ouest et Centrale (Mali, Niger, Côte d'Ivoire, Sénégal, Bénin, Congo, Cameroun) et représentatives des grands écosystèmes africains. Elles sont complétées par 5 stations partenaires en Afrique du sud et en Tunisie.

Les mesures réalisées permettent de quantifier (1) les concentrations mensuelles de plusieurs gaz d'intérêt atmosphérique, (2) la composition chimique (minérale et organique) des aérosols à l'échelle hebdomadaire, (3) la composition chimique (minérale et organique) des précipitations à l'échelle événementielle, (4) les flux de dépôts massiques insolubles à l'échelle hebdomadaire pour le dépôt total (sec + humide) et événementielle pour le dépôt humide, (5) la concentration massique en PM10 distribuée au pas horaire.

Les plus récentes recherches exploitant les données du réseau concernent le cycle de l'azote en zone sahélienne (Laouali et al. 2021) et le rôle du développement de la végétation au cours de la saison des pluies sur les émissions de poussières terrigènes (Bergametti et al. 2020).

Données AMMA-CATCH utilisées

Les données de pluies AMMA-CATCH seront utilisées notamment dans le cadre de l'ANR TipHyc conjointement aux données météo du SNO INDAAF, pour étudier la relation entre l'intensité de l'érosion éolienne et la dynamique des pluies.

Références

Laouali, D., Delon, C., Adon, M., Ndiaye, O., Saneh, I., Gardrat, E., M. Dias-Alves, T. Tagesson, R. Fensholt, Galy-Lacaux, C. (2021). Source contributions in precipitation chemistry and analysis of atmospheric nitrogen deposition in a Sahelian dry savanna site in West Africa. *Atmospheric Research*, 251, 105423

Bergametti, G., Marticorena, B., Rajot, J. L., Siour, G., Féron, A., Gaimoz, C., Coman, A., Chatenet, B., Coulibaly, M., Maman, A., Koné, I., and Zakou, A. (2020). The Respective Roles of Wind Speed and Green Vegetation in Controlling Sahelian Dust Emission during the Wet Season. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL089761.

Les mares sahéliennes vues du ciel et d'AMMA-CATCH

M. Grippa¹, M. de Fleury¹, M. Boubacar Moussa^{1,2}, A. Abdourhamane Touré²,
H. Nikiema³, J.M. Dipama³, E. Robert⁴, L. Kergoat¹

1 : Géosciences Environnement Toulouse, France

2 : Université Abdou-Moumouni , Niamey, Niger

3 : LERMIT, Université de Ouagadougou, Burkina Faso

4 : Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique, Nantes, France

Résumé

Les petits plans d'eau jouent un rôle crucial dans les régions semi-arides, et en particulier en Afrique de l'Ouest et au Sahel. Ils sont largement répandus dans tout le paysage, ce qui en fait une ressource fondamentale. De plus, dans une région où les maladies d'origine hydrique sont la première cause de mortalité chez les jeunes enfants, la qualité de l'eau est un problème majeur. Enfin les petits plans d'eau ont un impact important, mais encore insuffisamment quantifié, sur les gaz à effet de serre et sur les cycles biogéochimiques et du carbone.

Compte tenu de leur petite taille et de la forte variabilité temporelle, et des réponses complexes et parfois inattendues aux forçages climatiques, leur dynamique reste mal connue et difficile à modéliser.

Les satellites récents et à venir offrent une vision sans précédent des petits plans d'eau à grande échelle, combinant haute résolution spatiale et haute fréquence temporelle et des nouvelles observations des hauteurs et des volumes d'eau. Dans cette présentation, nous aborderons les avancées récentes concernant le suivi des volumes d'eau et de flux associés ainsi que des indicateurs de la qualité de l'eau (turbidité et matières en suspension) dans les lacs et réservoirs ouest africains. Cela se fait en combinant des mesures in situ acquises sur différents sites en Afrique de l'Ouest, dont les sites du SNO AMMA-CATCH, et des produits de télédétection par des missions satellites récemment lancées ou à venir, telles que Sentinel2, Landsat OLI et SWOT. Atteindre une vision intégrée de l'hydrologie de ces objets est fondamental pour mieux comprendre leur variabilité saisonnière, interannuelle et décennale et pour prévoir leur évolution future dans le cadre des changements climatiques et anthropiques qui impactent cette région.

Données AMMA-CATCH utilisées

Niveau d'eau et matière en suspension dans la lacs Sahéliens (Agoufou au Mali, Bangou Kiré et Kongou au Niger)

Références

Grippa, M., C. Rouzies , S. Biancamaria , D. Blumstein , J-F Cretaux , L. Gal , E. Robert , M. Gosset and L. Kergoat (2019) "Potential of SWOT for monitoring water volumes in Sahelian ponds and lakes". IEEE J-STARS, vol 12, N 7, 2541-2549

« Déterminants environnementaux de l'*E. coli* et lien avec les maladies diarrhéiques en zone tropicale (Kaporé, Burkina Faso) : une approche télé-épidémiologique »

Elodie Robert¹, Manuela Grippa², Dayagnéwendé Edwige Nikiema³, Laurent Kergoat², Hamidou Koudougou⁴, Yves Auda², Emma Rochelle-Newall⁵

¹ LETG, CNRS, Université de Nantes, Nantes, France

² GET, Université de Toulouse, CNRS, IRD, UPS, Toulouse, France

³ LERMIT, Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso

⁴ Direction régionale de la santé du Centre-Est, Burkina Faso

⁵ Institute of Ecology and Environmental Sciences of Paris (iEES-Paris), Sorbonne Université, Univ Paris Est Creteil, IRD, CNRS, INRA, Paris, France

Résumé

En 2017, les maladies diarrhéiques ont causés 606 024 morts en Afrique subsaharienne. Cette situation est due à une forte pollution des eaux de surface par les microorganismes, aux usages domestiques et récréatifs de ces eaux, aux déficits d'hygiène, d'accès aux soins et à l'eau potable, ainsi qu'à la faiblesse des infrastructures de surveillance environnementale et sanitaire.

E. coli est un indicateur de pathogènes entériques qui causent de nombreuses maladies diarrhéiques. Or, les liens entre *E. coli*, les maladies diarrhéiques, l'environnement n'ont pas reçu beaucoup d'attention en Afrique de l'Ouest. Ce travail, réalisé au Burkina Faso vise à combler ce manque de connaissances. L'objectif est de définir les variables environnementales dérivables par satellite qui jouent un rôle dans la dynamique de *E. Coli* et des cas de diarrhée.

Des échantillons d'eau ont été collectés pour mesurer *E. coli*, les entérocoques et les matières en suspension (MES) à Kaporé pendant un an. Des données satellitaires ont été utilisées pour évaluer les précipitations, le niveau d'eau, le NDVI et la réflectance de l'eau qui est liée aux MES. Des données épidémiologiques mensuelles des cas de diarrhée de 3 centres de santé ont été collectées et comparées aux données microbiologiques et environnementales.

Les analyses statistiques ont montré que les précipitations, les réflectances dans le proche- infrarouge (PIR) et les MES expliquent les variations d'*E. coli*. Les mêmes paramètres associés à *E. coli* expliquent les cas de diarrhées. L'utilisation des données satellitaires (précipitation, PIR et index de végétation) permet de reproduire la dynamique de *E. coli* de février à mi-décembre ($R^2=0.61$) et celle des cas de diarrhées ($R^2=0.76$). Ces résultats montrent l'importance de l'approche télé-épidémiologique dans la détermination de l'aléa

et du risque sanitaire, qui pourrait être appliquée à d'autres régions d'Afrique de l'Ouest, comme la zone de Niamey où des travaux similaires sont en cours.

Références

Robert E., Grippa M., Nikiema D.E, Kergoat L., Koudougou H., Auda Y., Rochelle-Newall E. – en révision- Environmental determinants of *E. coli*, link with the Diarrheal diseases and first vulnerability criteria in tropical area (Kapore, Burkina Faso), *PLOS Neglected Tropical Disease*

Changements dans les caractéristiques des cycles pluviométriques au Bénin, de 1955 à 2016

Sounmaïla MOUMOUNI, Gino Roland KIKI et Théo VISCHEL

Email : sounma.moumouni@gmail.com

Résumé

L'étude est menée à partir des données journalières de pluies de 46 stations réparties sur toute l'étendue du territoire béninois, de 1955 à 2016. Le territoire est divisé en cinq zones climatiques du Sud au Nord. Les séries des pluies journalières moyennes par zone sont calculées. Les cycles pluviométriques annuels par zone sont calculés à partir de ces pluies journalières moyennes. Certaines caractéristiques de ces cycles pluviométriques sont estimées (voir figure).

On note, bien évidemment, une très forte variabilité de ces caractéristiques qui a obligé à procéder à leurs lissages (sur 5 et 10 ans). On note alors des changements très pertinents dans les séries des durées des saisons et dans la série des pics des cycles pluviométriques.

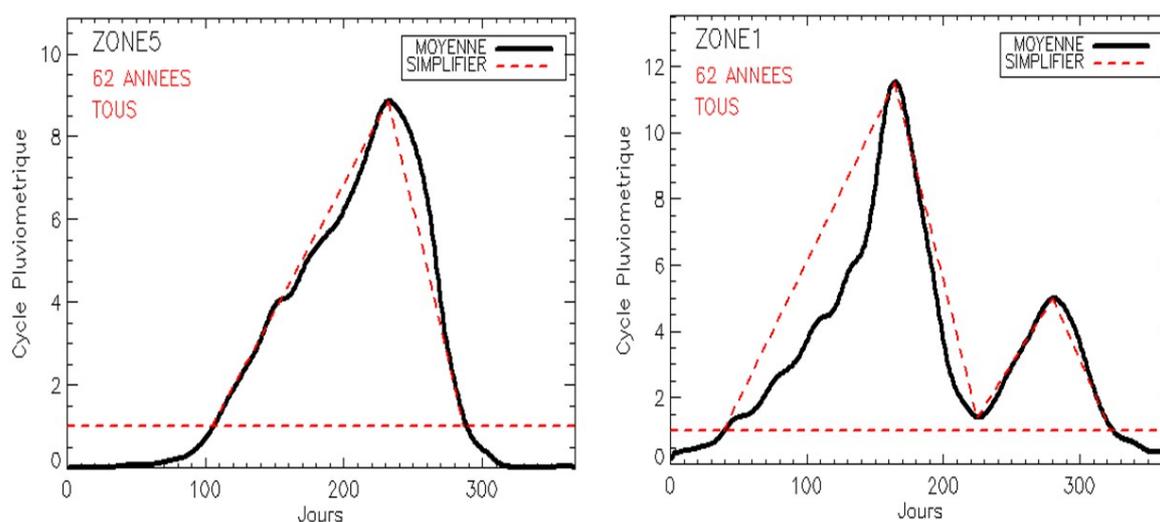


Figure : Les Caractéristiques des cycles pluviométriques sont tracées en rouge (à gauche pour une zone du Nord, à droite pour une zone du Sud)

Dynamique des matières en suspension en lien avec la variabilité hydrologique du fleuve Niger à la latitude de Niamey

Moussa Boubacar Moussa^{1,2}, Amadou Abdourhamane Touré¹, Bruno Lartiges², Laurent Kergoat², Emma Rochell-Newall³, Elodie Robert⁴, Marielle Gosset², Bachir Alkali Tanimoun⁵, Manuela Grippa²

¹ Université Abdou Moumouni, Département de Géologie, Niamey/Niger

² Géoscience Environnement Toulouse GET (Université Toulouse 3, CNRS, IRD, CNES)

³ IEES Paris, Université de la Sorbonne - Faculté de Sciences

⁴ LETG - UMR 6554, CNRS, Université de Nantes

⁵ Autorité du Bassin du Niger (ABN), Niamey/Niger

Résumé :

L'objectif de ce travail a été de caractériser la dynamique spatio-temporelle des matières en suspension dans le fleuve Niger en lien avec la variabilité hydrologique. Des mesures régulières de la concentration de matières en suspension (MES) sont ainsi réalisées in situ en amont et aval de la ville de Niamey depuis 2018. Une caractérisation physique et minéralogique des MES par microscopie électronique a par ailleurs été réalisée. La couleur de l'eau du fleuve en amont de Niamey a été aussi mesurée in situ avec un radiomètre SKYE et déterminée par satellite (Sentinelle 2).

Les MES sont caractérisées par une granulométrie très fines (avec un mode majeur autour de 0,1-0,2 μm). Elles sont majoritairement composées de kaolinites, et des oxydes de fer observés pendant la crue Rouge donnant des valeurs de réflectance extrêmement élevées aux eaux du fleuve Niger. La concentration en MES a varié entre ~ 0 g/l durant la saison sèche (novembre à mai) pour atteindre sa valeur maximale (1,7 g/l) en milieu de saison des pluies (juillet). Les concentrations en MES ont par ailleurs été bien corrélées avec les mesures radiométriques et par satellite (R^2 respectif = 0,89 et 0,85). Cette forte corrélation a ainsi permis de suivre la dynamique spatio-temporelle des MES (jusqu'à environ 1.5 g/l).

L'évolution des MES a montré un déphasage avec celle du débit. En effet, la concentration en MES augmente très rapidement lorsque les sols sont lessivés par les premières pluies pour atteindre son pic en juillet. Le pic de la crue rouge qui n'est survenu qu'en septembre a entraîné une diminution des teneurs en MES. La concentration de MES a continué de diminuer pendant toute la période de la crue guinéenne (décembre à février). L'analyse des données satellites a permis de mettre en évidence le rôle prééminent des affluents de la rive droite en amont de Niamey dans l'acheminement des MES dans le fleuve. Cette contribution des affluents pourrait varier dans un contexte de changements globaux (climatiques et anthropiques) et avoir des conséquences sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux du fleuve Niger.

Référence :

M. Boubacar et al (2021) " Hydrological variability and suspended particulate matter in the middle river Niger bassin", en préparation pour soumission dans HESS

Modélisation des caractéristiques intégrales de turbulence sur une forêt claire au nord du Bénin (Afrique de l'Ouest)

Miriam Hounsinou^{1,2} & Ossénatou Mamadou^{1,2}

¹ Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques, Université d'Abomey-Calavi, BP 613, Porto-Novo, Bénin

² Laboratoire de Physique du Rayonnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Résumé

Depuis les travaux de Monin et Obukhov, une description des processus turbulents dans la couche limite atmosphérique est possible avec les relations de similarité flux-variance. De là, les écarts types normalisés des composantes de la vitesse du vent, de la température, de l'humidité et de la concentration du dioxyde de carbone en fonction du paramètre de stabilité sont utilisés pour caractériser l'état de turbulence à toutes les fréquences. Ils sont donc appelés « *Integral Turbulence Characteristics en anglais* » (ITC) et sont utiles pour i) évaluer la qualité des mesures de flux obtenus via la méthode d'Eddy covariance, ii) estimer les flux par la méthode flux-variance, et enfin iii) paramétrer les modèles de dispersion des polluants.

Cependant, en raison de la non-universalité des modèles ITCs, des investigations supplémentaires sont nécessaires, en particulier dans les régions tropicales où les conditions de vent faible se produisent fréquemment. Cette étude vise à déterminer si les ITCs obéissent à la théorie de similarité de Monin-Obukhov (MOST) au-dessus d'une forêt en climat soudanien au Bénin et identifier les modèles ITCs appropriés pour cet écosystème. Les ITCs calculés sur 5 ans et demi ont été analysés selon de la vitesse du vent, les conditions de stabilité et les saisons (sèche et humide, phases d'humidification et d'assèchement de l'atmosphère).

Les résultats ont montré que, tous les ITCs fonction du paramètre de stabilité respectent MOST quelle que soit la stratification de l'atmosphère pendant toutes les saisons et phases de transition excepté celui de la température qui a une forme parabolique lorsque l'atmosphère est proche de la neutralité. Cependant, une dépendance saisonnière des ITCs associées aux composantes de la vitesse du vent et à l'humidité a été observée en conditions stables. En effet, la forte rugosité et les vents forts dominants en saison sèche, favorisent un échange turbulent efficace sur le site d'étude.

Données AMMA-CATCH utilisées: Données de flux et météo de la station d'Eddy covariance de Bellefougou située nord-ouest du Bénin.

Références

Foken, Th., Wichura, B., 1996. Tools for quality assessment of surface-based flux measurements.

Agricultural and Forest Meteorology 78, 83–105. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(95\)02248-1](https://doi.org/10.1016/0168-1923(95)02248-1)

Mauder, M., Liebethal, C., Göckede, M., Leps, J.-P., Beyrich, F., Foken, T., 2006. Processing and quality control of flux data during LITFASS-2003. *Boundary-Layer Meteorol* 121, 67–88. <https://doi.org/10.1007/s10546-006-9094-0>

Nordbo, A., Järvi, L., Haapanala, S., Moilanen, J., Vesala, T., 2013. Intra-City Variation in Urban Morphology and Turbulence Structure in Helsinki, Finland. *Boundary-Layer Meteorol* 146, 469–496. <https://doi.org/10.1007/s10546-012-9773-y>

Rannik, Ü., 1998. On the surface layer similarity at a complex forest site. *J. Geophys. Res.* 103, 8685–8697. <https://doi.org/10.1029/98JD00086>

Chaîne de modélisation du climat vers les outils d'aide à la décision hydrologique

Vischel T, Panthou G., Quantin G., Lebel T., Wilcox C.*, Blanchet J., Chagnaud G., Vanderveare J-P., Aly C., Sauzedde E., Taylor C. , Harris P., Berthou S. , Sané Y. , Stratton

R. , Miller J. ,Tazen F., Bouvier C.

Résumé

L'intensification du cycle hydrologique identifiée depuis les années 1970 sur la région ouest-africaine conduit à plus de pluies extrêmes et d'inondations. Les décideurs et gestionnaires des risques hydrologiques doivent faire face à une accentuation des risques hydrologiques et définir des stratégies adaptés aux risques hydro-climatiques non- stationnaires. La mise en place des outils d'aide à la décision utiles, utilisables et utilisés prenant en compte les évolutions du climat et de l'hydrologie est un des leviers possibles à l'interface entre recherche académique et gestion opérationnelle des risques. Cette présentation illustre comment les dernières avancées en modélisation du climat et de l'hydrologie permettent l'élaboration de certains outils d'aide à la décision hydrologique au Sahel.

Données AMMA-CATCH utilisées

Précipitation Niger

Evaluation de la contribution des eaux souterraines aux eaux de surface à partir des méthodes géophysiques et dans un contexte sahélien : Cas du fleuve Niger dans la région de Niamey.

Auteurs et affiliations

HAMA GARBA O.K.^{1,2}, BOUCHER M.^{2,3}, NAZOU MOU Y.¹, FAVREAU G.^{2,3}, WUBDA M.⁴, DESCLOITRES M.², LEGCHENKO A.², MAINA F. Z.⁵

¹ Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences & Techniques, Département de Géologie, Niamey, Niger, kaltoum.hama@gmail.com, nazoumou@gmail.com

² Univ. Grenoble Alpes, IRD, CNRS, Grenoble INP, IGE, Grenoble, France, marie.boucher@ird.fr

³ IRD, Niamey, Niger, Guillaume.Favreau@ird.fr

⁴ IRD, Cotonou, Bénin

⁵ NASA Goddard Space Flight Center, Hydrological Sciences Laboratory, Greenbelt, Maryland, USA

Résumé

La région de Niamey est caractérisée par une variabilité de la mousson Ouest-Africaine. Elle est confrontée à une forte croissance démographique de +3,8% conduisant à une forte pression sur les ressources en eaux et une fragilisation de l'environnement (Velluet C., 2014). Cela présente des conséquences sur le régime hydrologique : l'intensification des extrêmes pluviométriques (Panthou et al., 2014), l'augmentation des niveaux des nappes (Favreau G., 2000) et la modification du régime hydrographique du " fleuve Niger" dans Niger Moyen (Amani & Nguetora, 2002). A cela s'ajoute les répercussions des sécheresses (1970 - 1980) qui ont contribué à la modification des usages des sols (Leblanc et al. 2008). Dans ce contexte, l'enjeu de cette étude se situe dans notre capacité à comprendre l'interaction entre eaux de surfaces - eaux souterraines qui contribuent à la régularisation des débits du fleuve Niger et au contrôle des risques naturels. La démarche méthodologique s'appuie sur l'utilisation combinée de la géophysique (TDEM, ERT et RMP) pour préciser les géométries des aquifères et estimer leurs perméabilités et teneurs en eau (Fitterman et al., 1984 ; Legchenko et al., 2002) et de l'hydrogéologie (coupes géologiques et suivis piézométriques) comparées aux chroniques limnimétriques du fleuve Niger. Les résultats géophysiques comparés avec la géologie ont permis d'identifier les formations des alluvions, du Continental Terminal(CT), et du socle altéré et de déterminer l'évolution des profondeurs sur des profils perpendiculaires au fleuve. Le milieu ne

présente aucune variation brusque des terrains. Mais on remarque une forme de biseautages des couches avec le fleuve. Ces résultats montrent que l'ensemble des aquifères à proximité du fleuve sont peu épais (10 à 30m) avec des faibles teneurs en eau RMP (5-10%). La piézométrie montre qu'à grande échelle (> 1 km) un fonctionnement hydrologique se fait de la nappe vers le fleuve. A petite échelle (< 300 m) il s'inverse dans les contact socle - fleuve et CT. Les niveaux piézométriques indiquent des échanges fleuve-nappe complexes avec un écoulement qui dépend à la fois du contexte géologique, de l'échelle étudiée et de la saisonnalité. Ils montrent également l'existence d'une recharge de contre saison qui se fait au moment de la crue Guinéenne. Les données seront utilisées pour une modélisation du système d'écoulement complexe afin de mieux comprendre les processus d'échange nappe - rivière.

Figure (optionnelle)

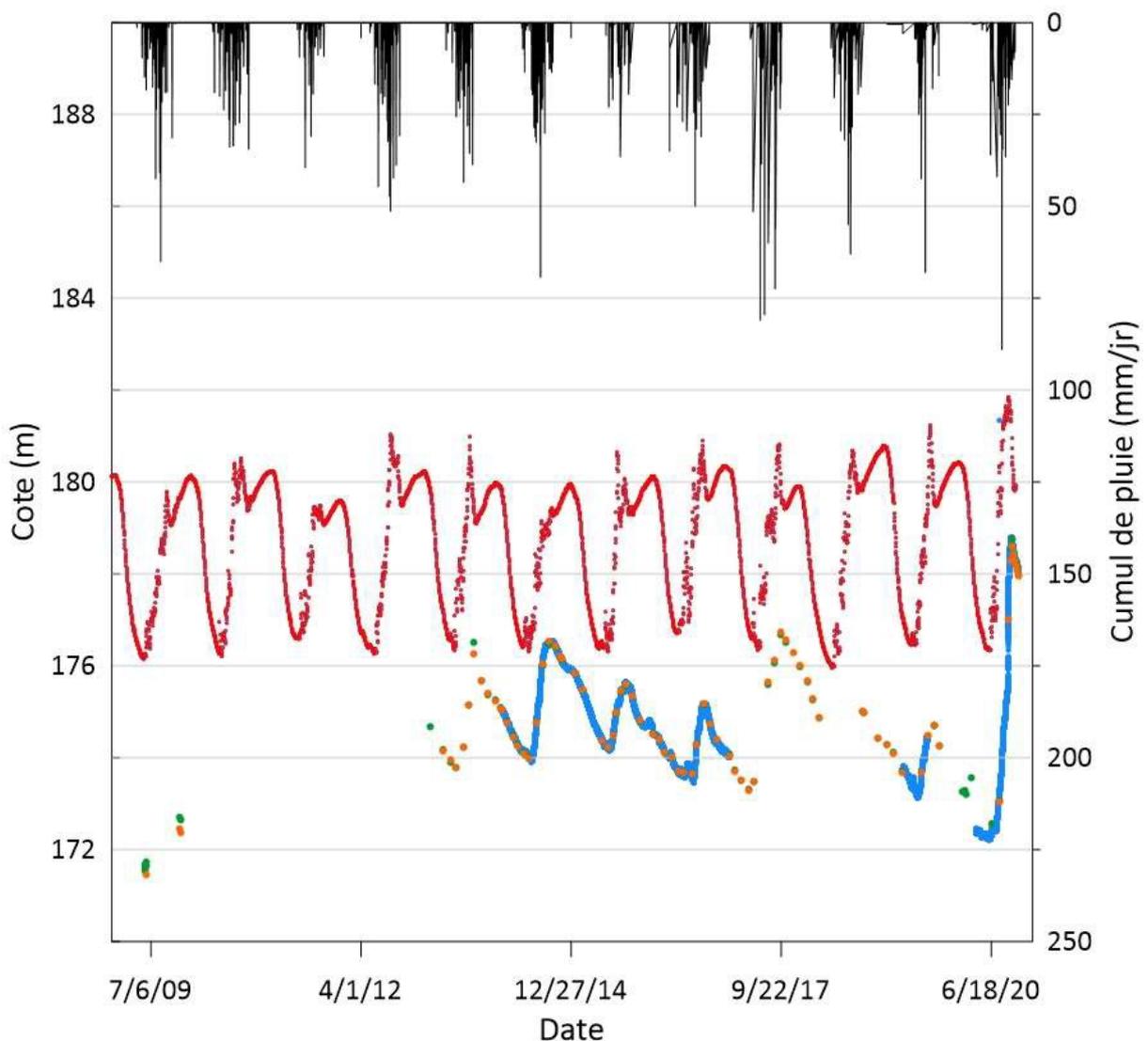


Figure : Fluctuation piézométrique en bordure du fleuve sur la rive droite et limnimétrie du fleuve Niger à Niamey

Données AMMA-CATCH utilisées

Les données AMMA-CATCH utilisées sont ceux des suivis piézométriques réalisés dans le Jardin Botanique de l'Université Abdou Moumouni de Niamey au NIGER. En plus des suivis piézométriques les données pluviométriques du site de l'IRI à Niamey ont été aussi utilisées.

Références

AMANI A., NGUETORA M., 2002 - Evidence d'une modification du régime hydrologique du fleuve Niger à Niamey. Fourth International FRIEND Conference held at Cape Town, March 2002, South Africa. http://hydrologie.org/redbooks/a274/iahs_274_449.pdf

FAVREAU G., 2000 - Caractérisation et modélisation d'une nappe phréatique en hausse au sahel : dynamique dynamique et géochimie de la depression piézométrique naturelle du Kori de Dantiandou (Sud-Ouest du Niger). Thèse de doctorat, Université Paris XI, Orsay, France. 348 pp.

FITTERMAN, D.V., STEWART, M.T., 1986 - Transient electromagnetic sounding for groundwater. *Geophysics*, S1(4), 995-1005. <https://doi.org/10.1190/1.1442158>.

LEBLANC M., FAVREAU G., MASSUEL S., TWEED S., LOIREAU M., CAPPELAERE B., 2008 - Land clearance and hydrological change in the Sahel: SW Niger. *Global and Planetary Change*, 61, 135-150.

LEGCHENKO A., VALLA P., 2002 - A review of the basic principles for proton magnetic resonance sounding measurements. *Journal of Applied Geophysics*, 50(1-2), 3_19.

LOKE M.H., 2002 - Tutorial: 2D and 3D electrical imaging surveys. Technical note 2nd ed. Malaysia.

PANTHOU G., VISCHÉL T., LEBEL T., 2014 - Recent trends in the regime of extreme rainfall in the Central Sahel. *International Journal of Climatology* 34: 3998-4006.

VELLUETC., 2014 - Modélisation et analyse pluriannuelles du fonctionnement hydrologique et énergétique de deux écosystèmes dominants au Sahel agropastoral (Sud-Ouest Niger). Thèse de doctorat, Université Montpellier 2, Montpellier, France. 286 pp.

Inondations dues à la remontée de la nappe phréatique dans la ville de Niamey : causes et effets

Auteurs et affiliations

ALASSANE H. H.¹, ADAMOU M. M.¹, FAVREAU G.², BOUCHER M.² LEGCHENKO A.²

¹ Université Abdou Moumouni de Niamey, Niamey, Niger, alassanehado@yahoo.fr

² Université Grenoble Alpes, IRD, CNRS, Grenoble INP, IGE, Grenoble, France, guillaume.favreau@ird.fr

Résumé

Niamey, la capitale du Niger a connu une croissance démographique continue (+4%), accompagnée par une extension urbaine rapide insuffisamment maîtrisée. Cette croissance, combinée aux effets de changements climatiques (intensification des pluies) ainsi que d'un changement drastique d'occupation des sols (urbanisation de champs cultivés) bouleversent le cycle de l'eau, conduisant ainsi à la superposition de trois types d'inondations : i) inondation pluviale ; ii) inondation fluviale ; et iii) inondation due à la montée de la nappe phréatique. Cette dernière n'est pas prise en compte par le schéma directeur d'assainissement de la ville de Niamey, alors que dans quatre quartiers, la nappe est sub-affleurante à affleurante de manière pérenne. Cela provoque des pertes économiques importantes, des ruptures du tissu social pour les propriétaires des parcelles et un déséquilibre sanitaire pour tous les riverains voire la ville dans son ensemble (maladies hydriques et à transmission vectorielle). A l'Est de Niamey, dans de nombreuses parties du bassin sédimentaire des lullemeden, une hausse piézométrique à long terme a été mise en évidence et attribuée au changement d'usage des sols (Favreau et al., 2012). A Niamey la comparaison des niveaux piézométriques dans les rapports techniques BRGM décrivant les forages réalisés de 1984 à 1986 et des niveaux mesurés plus récemment (Kheren, 1995 ; Boubakar Hassane, 2010) suggèrent que cette hausse touche aussi la capitale. Cependant, Niamey étant en bordure de bassin sédimentaire, la situation géologique est plus complexe. La méthodologie basée sur la combinaison de données géologiques, géophysiques et hydrogéologiques a permis d'identifier un aquifère peu transmissif ($3 \cdot 10^{-5}$ à $2 \cdot 10^{-3}$ m²/s) et peu capacitif (teneur en eau RMP de 3 à 8%), sus-jacent à un niveau argileux peu profond (~ 10 m) et reposant sur le socle précambrien (schistes, granites) et empêchant l'infiltration ; une fluctuation piézométrique saisonnière pluri-métrique (2 à 3 m) est observée. Contenir le niveau de la nappe apparaît à terme indispensable pour un assainissement durable de la ville de Niamey (ODD n°6).

Figures

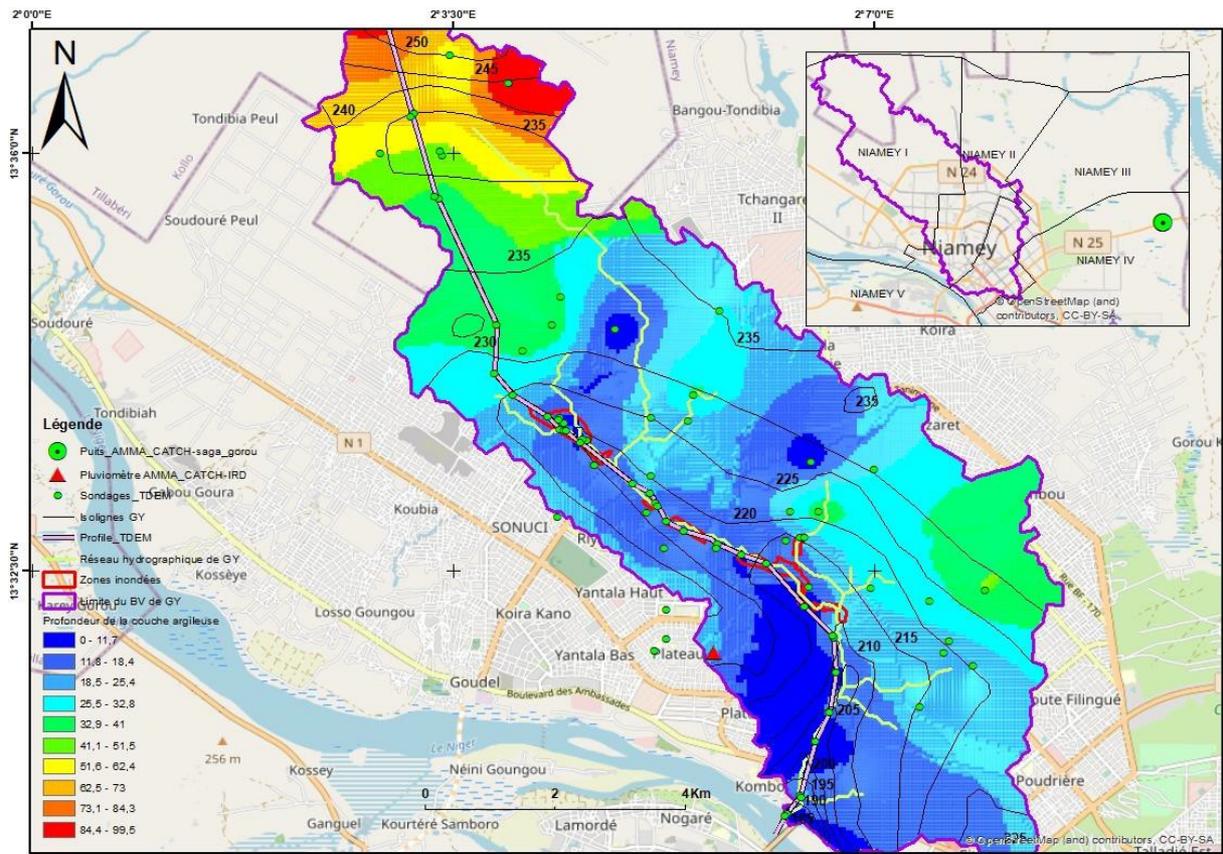


Figure 1 : Cartographie du niveau argileux de la zone d'étude

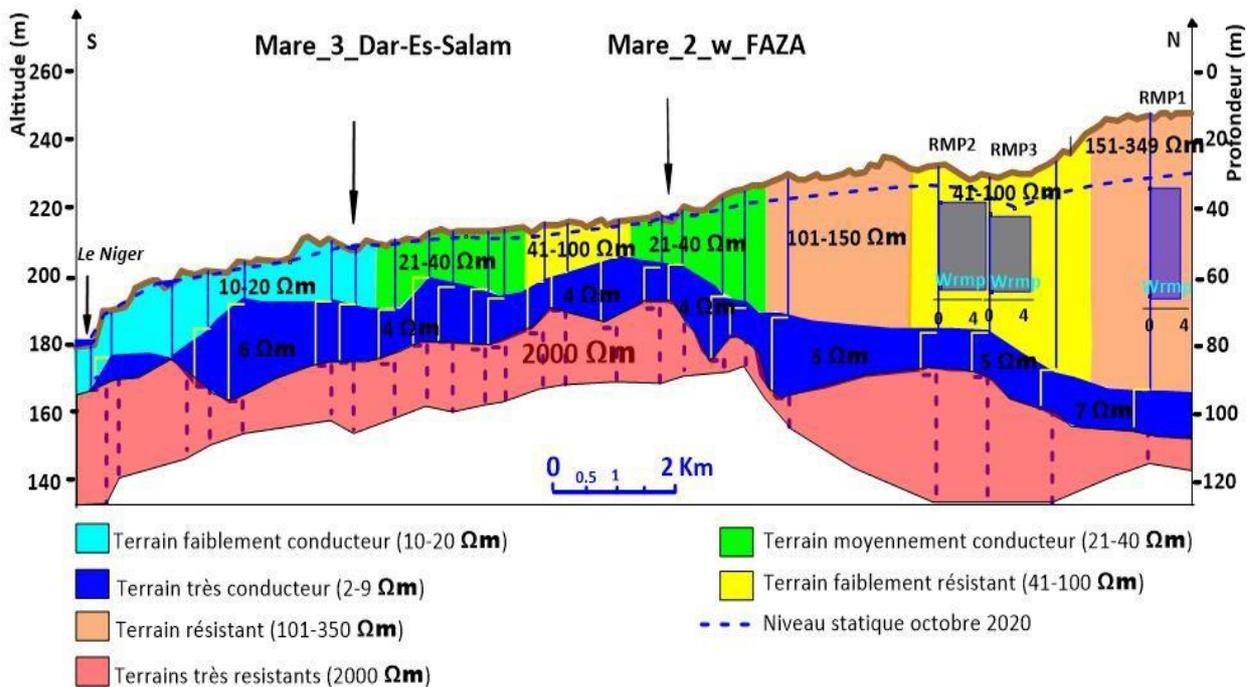


Figure 2 : Profil Sud-Nord suivant l'axe principal du bassin versant de Gounti Yéna

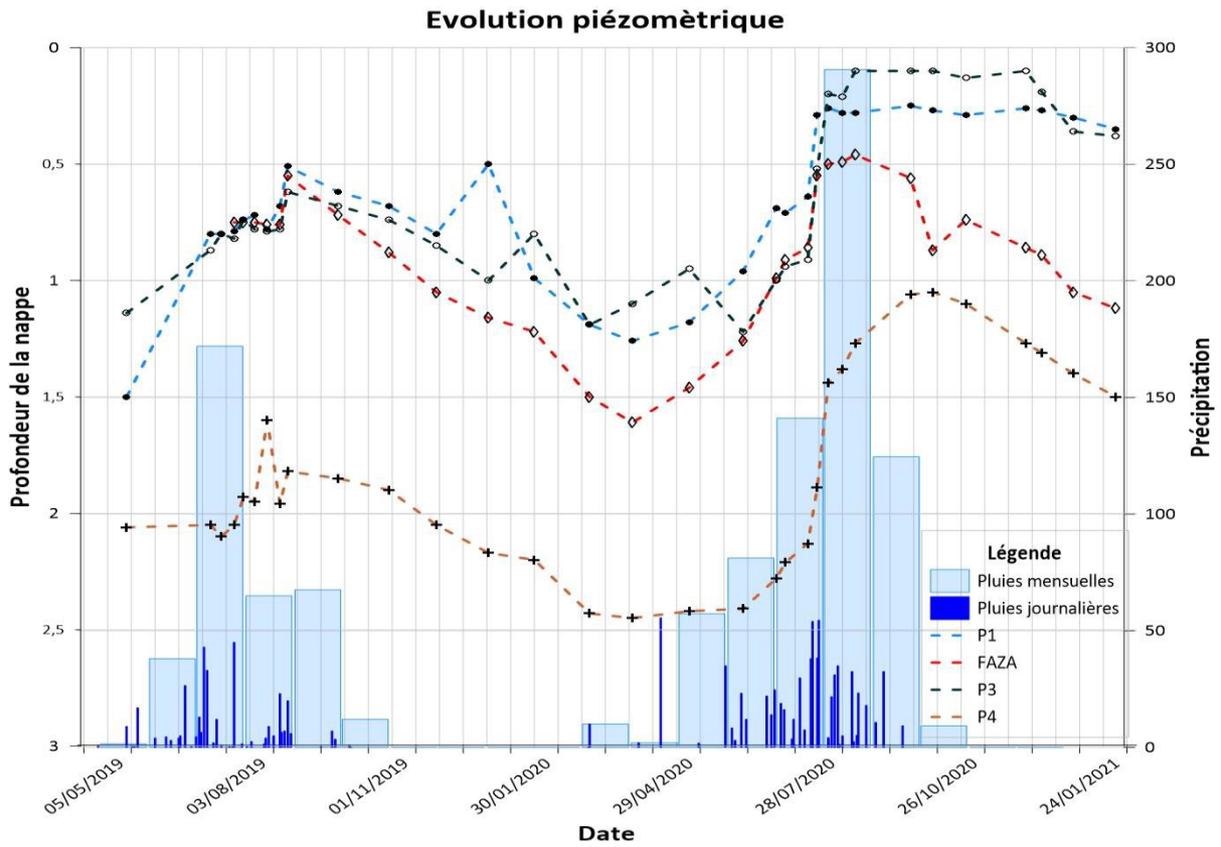


Figure 3 : Fluctuation piézométrique de quelques puits de la zone d'étude (Zone inondée amont)

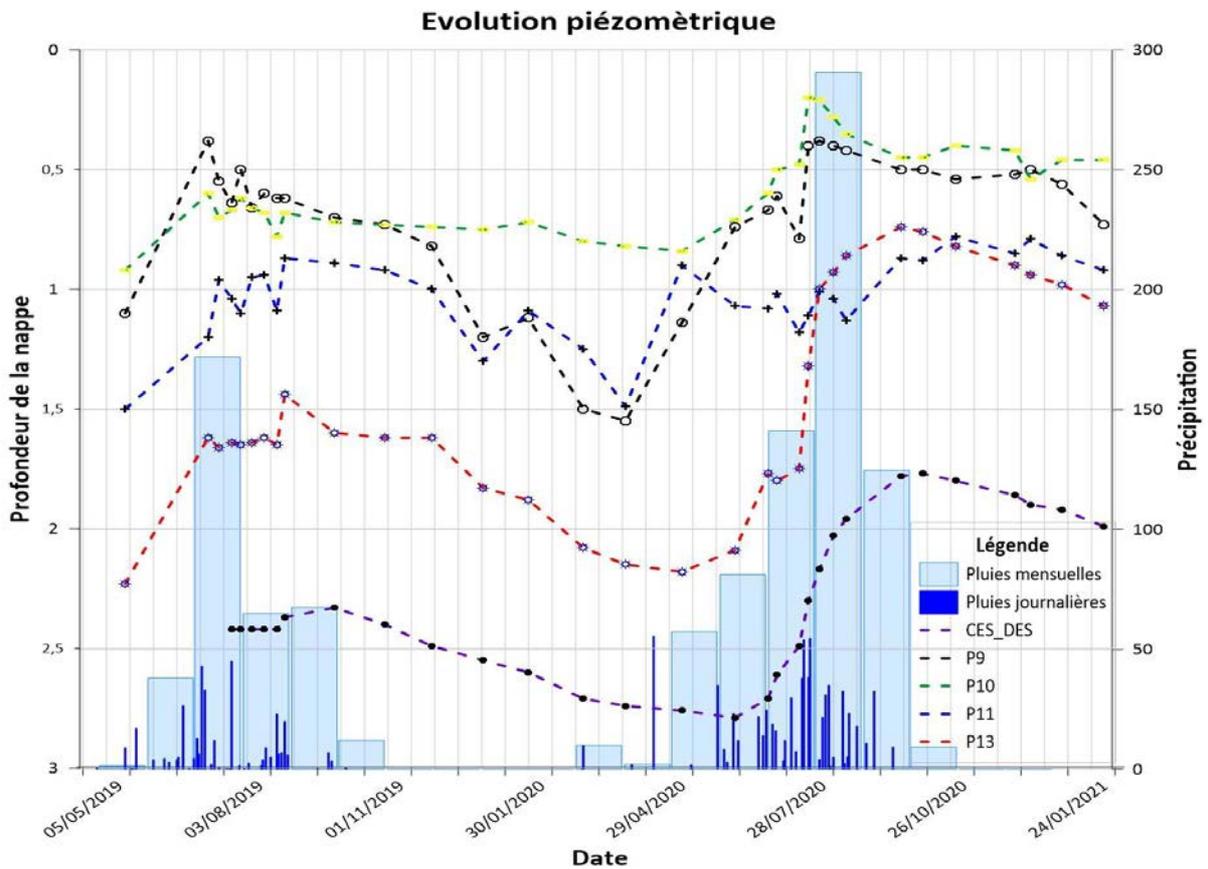


Figure 4 : Fluctuation piézométrique de quelques puits de la zone d'étude (Zone inondée avale)

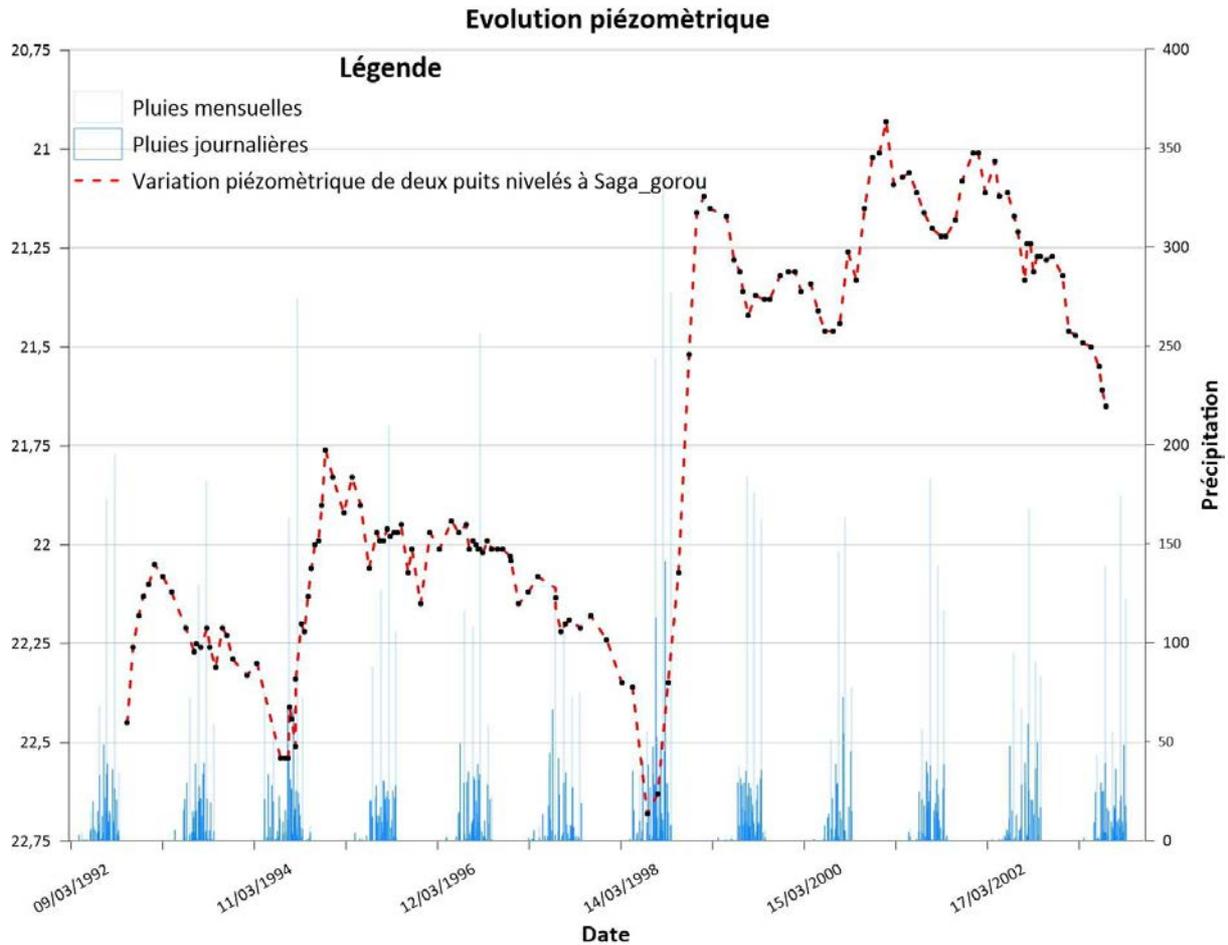


Figure 5 : Exemple de variation interannuelle de la piézométrie sur deux anciens puits suivi (Saga_gorou)

Données AMMA-CATCH utilisées : Données pluviométriques et piézométriques

Références

ABN/BGR, 2018- Appui à l'Autorité du Bassin du Fleuve Niger pour la Gestion des Eaux Souterraines. Caractérisation physicochimique et piézométrique des aquifères de la zone de Niamey. Projet AGES, Rapport technique n°6, 120 pp.

BOUBAKAR HASSANE A., 2010- Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine en Afrique : Cas de la communauté urbaine de Niamey (NIGER). Thèse de l'Univ. Abdou Moumouni, Niamey 250 pp.

BOUCHER M., FAVREAU G., MASSUEL S., VOUILLAMOZ J.M., 2006- Caractérisation

hydrogéologique de l'aquifère libre du Continental Terminal 3 (CT3) au Niger par la méthode de Résonance Magnétique Protonique (RMP). Rapport IRD & Rapport BRGM/RP-54746-FR, 106 p., 28 fig., 3 tabl., 4 ann.

KEHREN S., 1995- L'agglomération de Niamey (Niger). Contribution à une meilleure connaissance des disponibilités et des besoins en eau. Mémoire de Maîtrise. Univ. Strasbourg 1, 138 pp.

MONFORT M., 1996- Reconstitution géologique des aquifères du continental terminal dans la région de Niamey. Mémoire de Maîtrise. Univ. Montpellier II, 56 pp.

PLOTE H., 1961- Reconnaissance hydrogéologique du Liptako et des régions adjacentes. Rapport BRGM. 95 pp.

Massuel, S., 2005- Evolution récente de la ressource en eau consécutive aux changements climatiques et environnementaux du sud-ouest Niger. Modélisation des eaux de surface et souterraines du bassin du kori de Dantiandou sur la période 1992-2003. Ph.D. Thèse de doctorat, Université Montpellier 2, France, 238 pp.

Interactions des cycles de l'énergie, de l'eau et du carbone : Développement d'un modèle agro-éco-hydrologique au Sahel agropastoral

*J. Demarty¹, B. A. Issoufou², J. Etchanchu¹, A. Dezetter¹, A. Allies¹,
B. Adamou³, I. Maïnassara³, M. Oï¹, H. Barral¹, J.-P. Chazarin¹ et B. Cappelaere¹*

1

HydroSciences Montpellier, Montpellier, France

2

Université Dan Dicko Dankoulodo, Maradi, Niger

3

Délégation IRD de Niamey, Niger

Résumé

Pour projeter le devenir des ressources naturelles, la modélisation des surfaces continentales est identifiée comme un outil clé. Dans cette étude, un accent particulier est donné à la modélisation des ressources en eau et végétales, dont les modèles actuels ne permettent pas d'appréhender finement les interactions. Dans ce but, un modèle agro-éco-hydrologique est proposé pour quantifier à la fois les échanges d'énergie, d'eau et de carbone qui interagissent à l'interface surface-atmosphère et, la productivité végétale des écosystèmes naturels et agricoles rencontrés au Sahel agropastoral : la culture de mil et la jachère arbustive. Ce modèle repose sur le modèle SVAT, SiSPAT (Braud et al., 2005) qui simule de manière mécaniste les transferts verticaux d'énergie et d'eau dans le continuum, et dont la pertinence en zone sahélienne a été démontrée (Velluet et al., 2014). Des processus spécifiques au fonctionnement des plantes et au cycle du carbone ont été ajoutés dans le modèle : photosynthèse, régulation stomatique, phénologie saisonnière des plantes et allocation du carbone dans les organes. Cette étape a été réalisée pour la culture de mil à partir des formalismes décrits dans des modèles agronomiques SARRA-H du CIRAD (Dingkuhn et al., 2003) et STICS de l'INRAE (Brisson et al., 1998). De manière analogue, la description des écosystèmes naturels sera prochainement tirée des modèles écologiques STEP (Mougin et al., 1986) et TREEGRASS-2 (Boulain et al., 2014) ; tous ces modèles dédiés à la végétation ayant déjà été éprouvés en contexte sahélien. Cela confère désormais à la nouvelle version du modèle de pouvoir simuler le développement saisonnier des agrosystèmes en fonction du climat et de la disponibilité en énergie et en eau. Une première phase d'exploitation du modèle intégré vient d'être réalisée afin d'évaluer la robustesse et la pertinence des développements. Elle a été menée à l'échelle d'une parcelle de mil et sur l'appui d'observations pluriannuelles acquises sur le site de Wankama (Cappelaere et al., 2009). La présentation s'attachera à en présenter les résultats ainsi que quelques perspectives d'applications.

Données AMMA CATCH utilisées : Niger/Wankama

Références

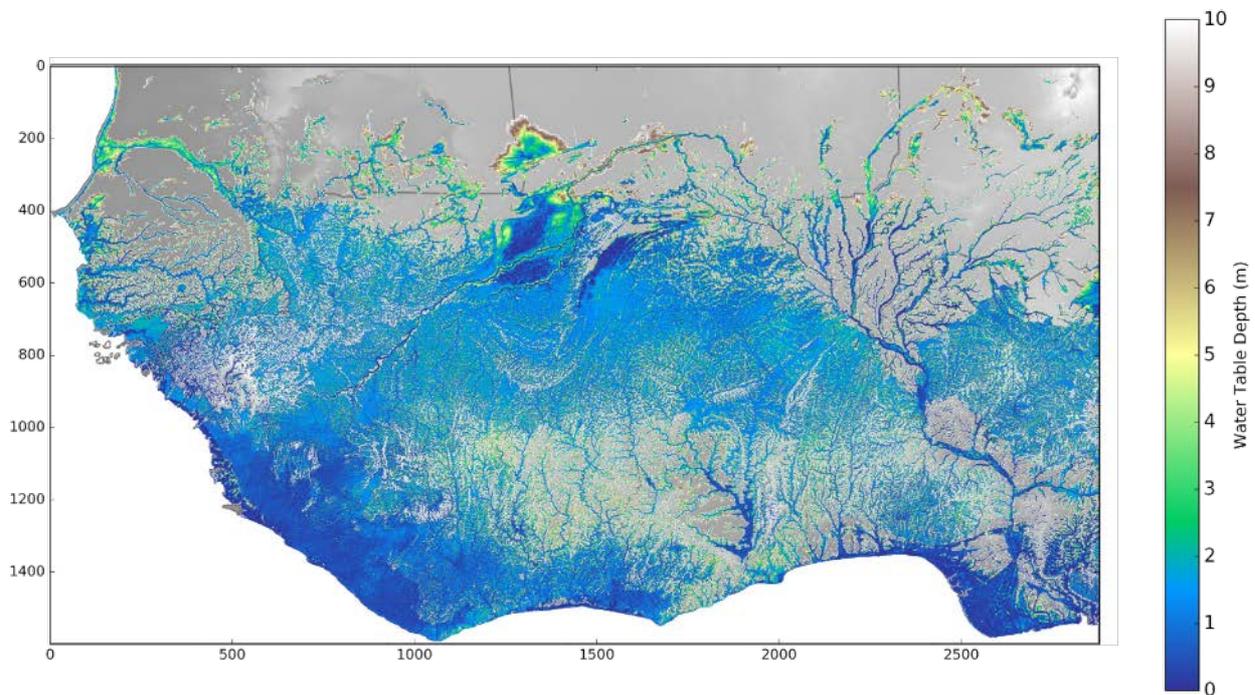
- Boulain, N., Cappelaere B., Séguis L., Gignous J. and Peugeot C., Hydrologic and land use impacts on vegetation growth and NPP at the watershed scale in a semi-arid environment, *Regional Environmental Change* volume 6, pages147–156, 2014
- Braud, I., Dantas-Antonino, A.C., Vauclin, M., Thony, J.L., Ruelle, P. A simple soil-plant-atmosphere transfer model (SiSPAT) development and field verification. *J. Hydrol., Atmospheric and Hydrological Processes at the Soil-Vegetation-Atmosphere Interface* 166, 213–250., 1995
- Brisson N. et al., STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn, *Agronomie*, 18, 311-346, 1998
- Cappelaere et al., The AMMA-CATCH experiment in the cultivated Sahelian area of south-west Niger – Investigating water cycle response to a fluctuating climate and changing environment. *J. Hydrol., Surface processes and water cycle in West Africa, studied from the AMMA-CATCH observing system* 375, 34–51. doi:10.1016/j.jhydrol.2009.06.021, 2009
- Dingkuhn M., Baron C., Bonnal et al., Decision support tools for rainfed crops in the Sahel at the plot and regional scales. In : Struif Bontkes Tjark (ed.), Wopereis Marco (ed.). Decision support tools for smallholder agriculture in Sub-Saharan Africa : A practical guide. Muscle Shoals : IFDC, p. 127-139, 2003
- Mougin, E., D. Lo Seen, S. Rambal, A. Gaston and P. Hiernaux, A regional Sahelian grassland model to be coupled with multispectral satellite data. I: Model description and valid., *Remote Sens. Environ.*, 52, 181-193, 1995
- Velluet, C., Demarty, J., Cappelaere, B., Braud, I., Issoufou, H.B.-A., Boulain et al., Building a field- and model-based climatology of local water and energy cycles in the cultivated Sahel – annual budgets and seasonality. *Hydrol Earth Syst Sci* 18, 5001– 5024. doi:10.5194/hess-18-5001-2014, 2014

Simulation hydrogéologique haute-résolution de l'Afrique de l'Ouest

A. Depeyre, T. Pellarin, B. Hector, J-M Cohard

Résumé

Une simulation hydrologique Parflow-CLM à haute-résolution (1 km²) a été réalisée sur le calculateur Irène-Rome du CEA pour l'année 2015. Cette simulation permet de représenter l'ensemble des mouvements de l'eau depuis la surface (débits des rivières, flux d'évapotranspiration) jusqu'à 100 m de profondeur (nappes souterraine, humidité du sol, écoulements latéraux de subsurface). Dans cette présentation, nous montrerons dans un premier temps les différentes étapes qui ont conduit à cette simulation et dans un second temps une évaluation des différents variables simulées à l'aide d'observations de terrains (issues de AMMA-CATCH et de la base de données ADHI, et d'observations satellite : GRACE pour les variations totales du contenu en eau du sol ; Hydroweb pour l'estimation des hauteurs d'eau des fleuves ; et GLEAM pour l'estimation des flux d'évapotranspiration.



Profondeurs des nappes (aout 2015) simulées par Parflow-CLM à 1 km² de résolution.

Données AMMA-CATCH utilisées

Débits des rivières du bassin versant de l'Ouémé au Bénin, mesures de l'humidité du sol et de l'évapotranspiration, niveaux piézométriques.

Modélisation des points de bascule en hydrologie de surface : Prochaines étapes de modélisation dans le cadre du programme Tiphyc

Valentin Wendling, Christophe Peugeot (IRD, HSM Montpellier)

Résumé

Le programme TipHyC (Exploration des points de bascule dans le cycle hydrologique ouest- africain ; financé par l'ANR) s'intéresse aux changements de régime hydrologique aux échelles décennales en Afrique de l'Ouest. Nous développons un modèle de système dynamique afin de représenter les interactions entre hydrologie, état de surface et pratiques agropastorales aux échelles décennales. Ce type de modèle est complémentaire aux modèles « mécanistes », plus classiques en hydrologie, qui représentent l'écoulement de l'eau au travers d'un environnement considéré statique (état des sols, des cheneaux), et qui sont particulièrement adaptés à la modélisation aux échelles infra annuelles. Notre approche permet quand à elle de représenter de long terme et d'identifier de d'éventuelles points de bascule pouvant conduire à des changements de régime.

En s'appuyant sur une première étape de modélisation réalisée sur le site d'Ortondé (brousse tigré, Gourma Malien) (Wendling *et al.*, 2019), nous allons présenter la modélisation par systèmes dynamique et le travail à réaliser dans le cadre du projet TipHyC : identification des boucles causales à représenter ; mise en équation de ces boucles, à partir de données observatoires et de résultats de modélisation (méta-modèle) ; et prise en compte de l'hétérogénéité au sein des ecorégions. Nous présenterons ensuite une série d'exemples d'application du modèle pour estimer les tendances à long terme induites par une pratique de gestion des sols en fonction du climat et de l'état initiale du système.

Nous souhaitons ouvrir le programme TipHyC afin que l'ensemble de la communauté AMMA- CATCH puisse participer en apportant son expertise.

Données AMMA-CATCH utilisées

L Gal, *et al.* 2017, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 4591–4613 M
Grippa *et al.* DELIVERABLE D3.9, ESCAPE WP3
P Hiernaux *et al.* 2009, *Journal of Hydrology* 375 103–113
G Panthou *et al.* 2018, *Environ. Res. Lett.* 13 064013
V Trichon *et al.* 2018, *Global Change Biol.* 24 2633–48

Références

V Wendling *et al.* 2019 *Environ. Res. Lett.* 14 105005

La cartographie de tous les arbres et arbustes du Sahara et du Sahel occidental.

Pierre Hiernaux¹, Laurent Kergoat², Yasmin Fitts³

¹ Pastoc, 30 chemin de Jouanal 82160, Caylus

² Géosciences Environnement Toulouse (GET), Observatoire Midi-Pyrénées, UMR 5563 (CNRS/UPS/IRD/CNES), 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France.

³ Science Systems and Applications Inc., NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA

Résumé

Dans un article paru dans Nature (Brandt et al. 2020) un collectif de chercheurs annoncent avoir cartographié chaque plante ligneuse de plus de 3m² de couronne sur 1,3 million de km² qui s'étendent du Sahara (latitude 24°N) au Sahel et jusqu'à la zone soudanienne (latitude 12°N) de l'ouest de l'Afrique (longitudes 6°W à 18°W). Plus de 1,8 milliard d'arbres et arbustes, 13,4 ha⁻¹ en moyenne, ont été détectés à partir de plus de 11 000 images multispectrales (2005-2018) de satellites commerciaux à très haute résolution (0,5m) précisément géoréférencées et analysées à l'aide d'un algorithme de reconnaissance par apprentissage. Ce logiciel d'intelligence artificielle est entraîné à reconnaître des couronnes d'arbre sur la base de leur forme, la présence de l'ombre du houppier et les caractéristiques radiométriques à partir de 90 000 couronne digitalisées manuellement. Les résultats révolutionnent la connaissance des peuplements ligneux de la région en révélant des effectifs inattendus avec des couverts et des densités qui, respectivement, s'étagent de 0,1% (0,7 par hectare) au Sahara, à 1,6% (9,9 par hectare) au nord Sahel, à 5,6% (30,1 par hectare) au sud Sahel et à 13,3% (47 par hectare) en zone soudanienne (Fig.1).

Les perspectives : le très large accès de la NASA à cette imagerie commerciale à très haute résolution et à des capacités de calcul considérables fait envisager l'extension prochaine de la carte à toute la bande saharienne-sahélienne-soudanienne de l'Atlantique à la mer rouge. Le recours à des relations allométriques permettra une estimation des masses de feuille, bois et racines et des stocks de carbone correspondants.

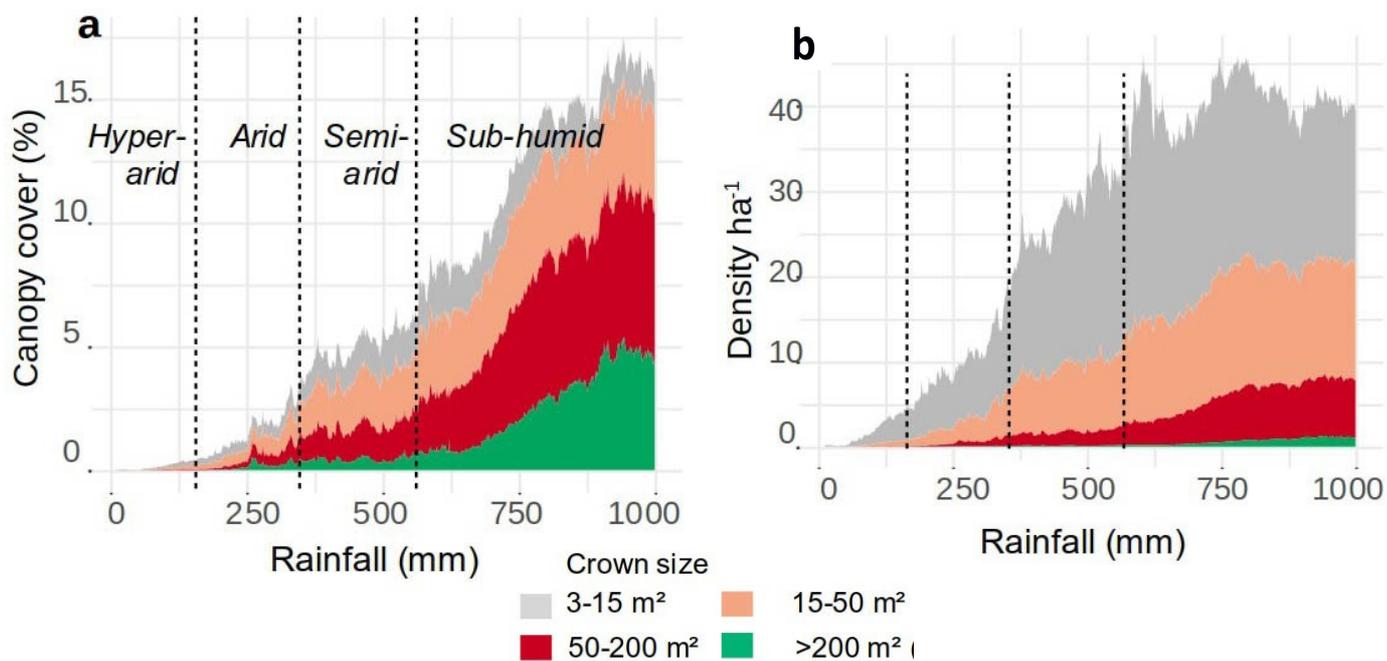


Figure 1 Distribution cumulée du couvert (a) et de la densité (b) des plantes ligneuses en fonction des pluies annuelles moyennes (CHIRPS, moyenne 1982-2017) en Afrique de l'Ouest par classes de taille des couronnes.

Données AMMA-CATCH utilisées

Les ligneux décrits sur les sites de suivi de la végétation AMMA-CATCH du Gourma au Mali et du Fakara au Niger, parmi d'autres, ont servi à entraîner le logiciel de reconnaissance par apprentissage, il fallait par exemple écarter les confusions possibles avec les herbacées pérennes cespiteuse de la zone saharienne.

Références

Brandt M., Tucker C.J., Kariryaa A., Rasmussen K., Abel C., Small J., Chave J., Vang Rasmussen L., Hiernaux P., Diouf A.A., Kergoat L., Mertz O., Igel C., Gieseke F., Schöning J., Li S., Melocik K., Meyer J., Sinno S., Romero E., Glennie E., Montagu A., Dendoncker M., Fensholt R., 2020. An unexpectedly large count of trees in the West African Sahara and Sahel. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2824-5>

Hanan N.P., Anchang J.Y., 2020 Satellites could soon map every tree on earth. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02830-3>

Le suivi de la phénologie des ligneux au Sahel avec des données satellite à très haute résolution

Yasmin Fitts: Science Systems and Applications Inc., NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA

Compton Tucker: NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA

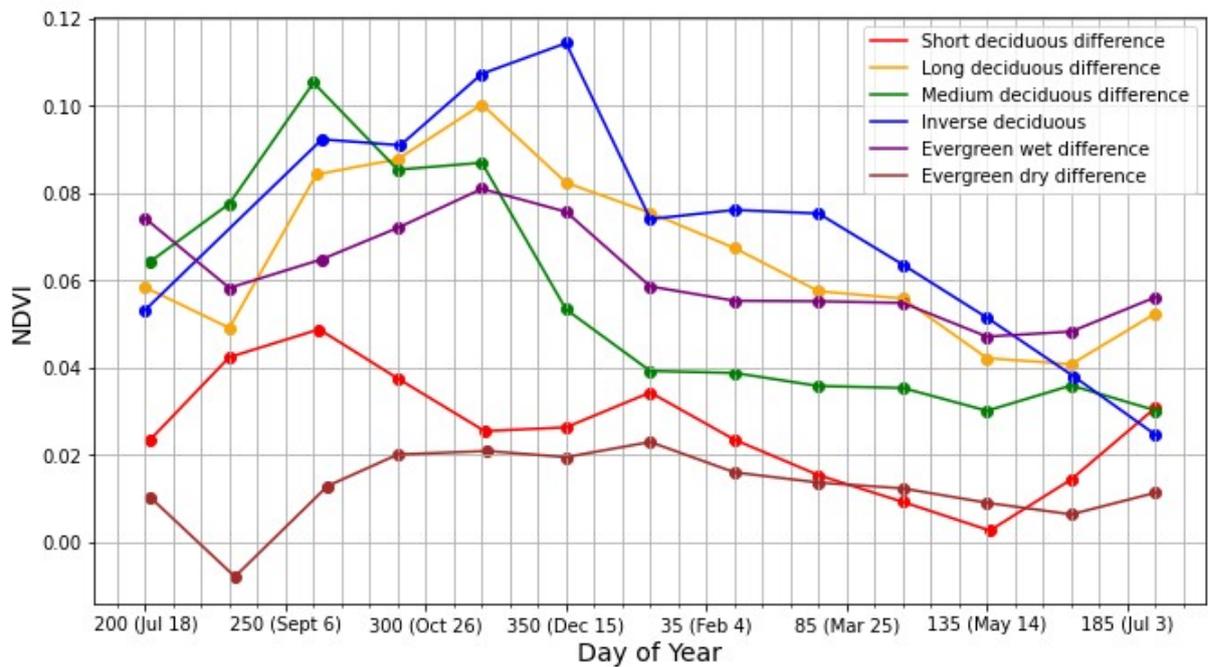
Pierre Hiernaux : Pastoc, 30 chemin de Jouanal 82160, Caylus

Laurent Kergoat, Yves Auda : Géosciences Environnement Toulouse (GET), Observatoire Midi-Pyrénées, UMR 5563 (CNRS/UPS/IRD/CNES), 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France.

Résumé

L'observation des populations d'arbres au Sahel est importante pour plusieurs raisons : la gestion des ressources naturelles, l'étude de la résilience des écosystèmes, l'agroforesterie et le stockage de carbone par exemple. Des avancées récentes en technologie de la télédétection spatiale permettent maintenant l'observation des dynamiques de la végétation ligneuse individu par individu, ce qui peut mieux renseigner sur le fonctionnement des écosystèmes et les processus environnementaux. Ces observations sont particulièrement importantes dans les régions du monde où les suivis environnementaux sont très limités ou même inexistantes comme au Sahel en l'Afrique de l'Ouest.

Les images journalières de Planet Labs à 3,5 m de résolution donnent un niveau de résolution spatio-temporelle qui est sans précédent. Elles peuvent être utilisées pour l'étude des processus se déroulant sur des échelles temporelles très courtes : Les études sur des cycles de feuilles des arbres sur tout le Sahel, les types phénologiques des arbres Sahéliens (sempervirents, décidus à cycle plus ou moins long, espèce à phénologie inversée comme le *Faidherbia albida*), leur fréquence relative et leur distribution spatiale qui seront analysés sur une grande échelle pour la première fois. Ces variables phénologiques pourront éventuellement être utilisées comme proxy pour l'identification de groupes d'espèces. La connaissance de la population des arbres au Sahel est indispensable pour aborder les problématiques liées au changement climatique, au changement d'occupation des sols et à la réponse de la dynamique des peuplements ligneux. Un premier volet de cette étude se focalise sur le traitement des données et la validation de plusieurs sources de mesures satellite et de mesures de terrain, tandis qu'un deuxième volet se focalise sur l'exploration de l'utilité et l'application de ces données afin d'observer plus précisément les dynamiques de la végétation ligneuses de l'espace.



Données AMMA-CATCH utilisées

Les données AMMA-Catch utilisées sont des inventaires des ligneux au Gourma, Mali (Kelma, Agoufou)

Références

Brandt, M., Tucker, C.J., Kariryaa, A. *et al.* An unexpectedly large count of trees in the West African Sahara and Sahel. *Nature* **587**, 78–82 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2824-5>

Liste des participants aux journées scientifiques

AMMA-CATCH 2021

3-4 mars 2021

	Prénom	Nom	Pays	Laboratoire
1	Halidou	ALASSANE	Niger	Sciences de l'ingénieur_UAM/Niamey
2	Aoulatou	ALASSANE ZAKARI	Bénin	Laboratoire d'Hydrologie Appliquée
3	Yves	AUDA	France	GET
4	Essè Francis	AZONWADE	Bénin	DGEau
5	Abdramane	BA	Mali	LOSSA
6	Salifou	Bachir	Niger	UAM
7	Hélène	Barral	France	HSM
8	Romain	Biron	France	IGE
9	René	BODJRENOU	France	LHA
10	Marie	Boucher	Niger	IGE
11	Isabelle	Braud	France	INRAE/RiverLy
12	Véronique	Chaffard	France	IGE
13	Guillaume	Chagnaud	France	IGE
14	Jean-Martial	Cohard	France	IGE
15	Nathalie	Cotte	France	OSUG
16	Mathilde	de Fleury	France	GET
17	Jerome	Demarty	France	HSM
18	André	Dembélé	Bénin	LMI-REZOC
19	Alban	Depeyre	France	IGE
20	Adama Telly	Diepkilé	Mali	Département de Mathématiques et Informatique (USTTB)
21	Djim	Diongue	Senegal	EDEQUE
22	Mama	Djaouga	Bénin	Laboratoire de cartographie de l'Université d'Abomey Calavi
23	Frederic	Do	France	Eco&Sols
24	Martial	DOSSOU	Bénin	DGEau
25	Virginie	Entringer	France	IPGP
26	Jordi	Etchanchu	France	Hydrosciences Montpellier
27	Guillaume	Favreau	Niger	IGE
28	Waly	Faye	Senegal	LMI IESOL

29	Yasmin	Fitts	USA	NASA
30	Espoir	Gaglo	Senegal	LMI IESOL
31	Sylvie	Galle	France	IGE
32	Fabrice	Gangneron	France	GET
33	Jacques	Gardon	France	HSM
34	Nathan	Gauthier	France	LETG- Nantes
35	Manuela	Grippa	France	GET
36	Bio	GUIDAH CHABI	Bénin	LHA/INE
37	Oumou Kaltoum	Hama Garba	Niger	UAM/IGE
38	Basile	Hector	France	IGE
39	Pierre	Hiernaux	France	Pastoc (ex GET)
40	Rita	Houngue	Bénin	Institut National de l'Eau
41	Miriam	HOUNSINO	Bénin	Laboratoire de Physique du Rayonnement
42	Aghali	Ingatan	Niger	UAM
43	Bil Assanou	Issoufou	Niger	Univ. Maradi
44	Christophe	Jourdan	France	UMR Eco&Sols - CIRAD
45	Laurent	Kergoat	France	GET Toulouse
46	Abdoulaye	Koné	Niger	IRD Niger
47	Hilaire	KOUGBEAGBE DE	Bénin	Physique de l'Atmosphère
48	Renaud	KOUKOU	Bénin	Laboratoire de physique du rayonnement
49	Bénito	Koukpohounsi	Bénin	INE
50	Christophe	Lavaysse	France	IGE
51	Agnidé Emmanuel	LAWIN	France	Laboratoire d'Hydrologie Appliquée
52	Thierry	Lebel	France	IGE
53	Ibrahim	MAINASSARA	Niger	IRD Niamey
54	Oumarou	MALAM ISSA	USA	IEEES Paris
55	Ossénatou	Mamadou	Bénin	LPR
56	Omar	MARIGO	Senegal	Laboratoire de Télédétection Appliquée
57	Armand	Mariscal	France	IGE
58	Eric	Mougin	France	GET

59	Sounmaïla	MOUMOUNI	Bénin	INE, Université d'Abomey-Calavi
60	Moussa Boubacar	Moussa	Niger	UAM/GET
61	Ousmane	Ndiaye	Senegal	ISRA, CRZ-Dahra
62	Sèho Arthon	NOUMON	Bénin	LMI REZOC
63	Monique	Oï	France	HSM
64	Marc	Oliver-Soulayrol	Bénin	ige
65	Geremy	PANTHOU	France	IGE
66	Jean-Emmanuel Marie	PATUREL	France	HydroSciences Montpellier
67	Thierry	Pellarin	France	IGE
68	Christophe	Peugeot	France	HSM
69	Caroline	Pierre	France	iees-paris
70	Guillaume	Quantin	France	ige
71	Jean Louis	RAJOT	France	iEES
72	Elodie	Robert	France	LETG
73	Olivier	Roupsard	France	eco&sols
74	Souleymane	Sanogo	Mali	Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako (USTT-B)
75	Luc	SOSSOU	Bénin	LHA
76	Nogmana	Soumaguel	Mali	AMMA Mali
77	Franck	Timouk	France	GET
78	Gildas	TOSSOU	Bénin	LHA
79	Aude	Valade	France	Eco&sols
80	Jean-Pierre	Vandervaere	France	IGE
81	Theo	Vischel	France	IGE
82	Valentin	Wendling	France	HSM
83	Max	Wubda	Bénin	IRD Bénin