



Mathilde Orlhac

2011

Analyse et critique des données météorologiques de l'observatoire AMMA-CATCH (Bénin)

Stage de 2ème année d'école d'ingénieur en agronomie à Montpellier Supagro, Institut des Régions Chaudes (IRC)

Encadrant : Sylvie Galle

SOMMAIRE

- 1/ Contexte
- 2/ Phénomène de mousson
- 3/ Structure d'accueil
- 4/ Projet AMMA
- 5/ Le stage
 - mes activités
 - mes résultats
 - mes conclusions
- 6/ Sur le terrain
 - ressources
 - critiques
- 7/ Mes ressentis
- 8/ Conclusions
- 9/ Bibliographie



La mousson conditionne le climat en Afrique de l'Ouest

- forte variabilité interannuelle
- + Réchauffement climatique
 - sécheresses étalées depuis 30 ans
 - problèmes: sécurité alimentaire, santé et ressources en eau



•De nos jours, la planète souffre du réchauffement climatique. Ce phénomène engendre des dérèglements météorologiques : fonte des glaciers, sécheresses, inondations, tornades...Il devient urgent pour nos générations **d'observer** pour comprendre et trouver des solutions à cette menace, afin de garantir le bien être futur de la population mondiale.

•J'ai pu participer durant 6 semaines au projet international AMMA, d'initiative française. Ces objectifs sont **d'améliorer les connaissances sur le phénomène** de la mousson en Afrique de l'Ouest, et **sa variabilité de l'échelle journalière à interannuelle**. En effet, la mousson rythme la vie de plus de 300 millions d'africains dans l'ouest du pays. Cette région connaît des sécheresses étalées depuis 30 ans, entraînant une diminution des niveaux des nappes phréatiques, un tarissement des débits d'eau et une diminution de la couverture végétale. Ces évènements ont un impact global sur les populations.

•L'initiative du projet est motivée par **la forte variabilité des précipitations** de la mousson qui est étroitement liée à **la sécurité alimentaire, la santé et les ressources en eau** pour les populations locales.

Observation de vents périodiques dans les régions tropicales

→ saison pluvieuse + inversement saisonnier des vents dans la basse atmosphère (Mousson/Harmattan)

En Afrique l'Ouest

→ déplacement de la ZCIT

→ différence de température Sahara/côte Golfe de Guinée



• La mousson est un système de **vents périodiques des régions tropicales**, s'observant surtout en Asie et en Afrique de l'Ouest. Ce phénomène entraîne une **saison pluvieuse** qui est associée à l'inversement saisonnier des vents dans la basse atmosphère.

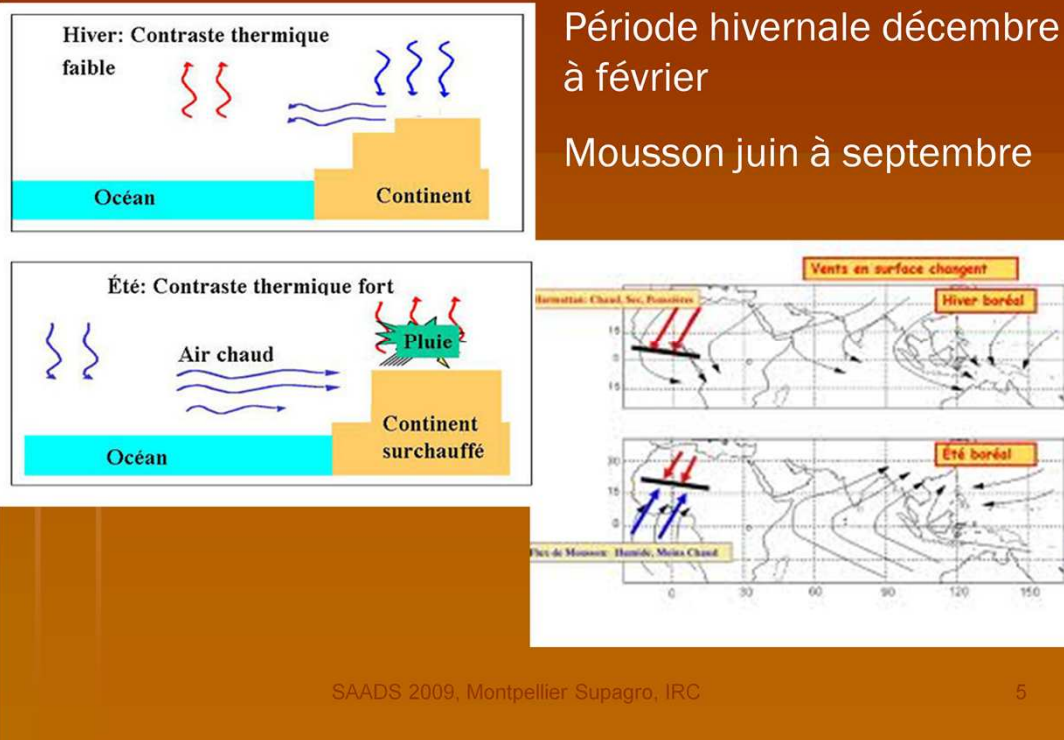
• L'air chaud du sol des continents va monter, créant une zone de basse pression. Cela va entraîner un appel d'air, et un vent constant soufflera de la mer vers la terre. Le vent durera le temps qu'il faut pour que la température de la surface de la mer soit égale à la température maximale des terres. Une fois cette température atteinte, il n'y aura plus de formation de boucle thermique.

• Durant la mousson en Afrique de l'Ouest, on observe un **déplacement semi-annuel de la zone de convergence intertropicale (ZCIT)**, et une **différence de température entre le Sahara et la côte atlantique équatoriale** dans le Golfe de Guinée.

• L'harmattan (*vent sec, chaud et poussiéreux. En provenance du Sahara souffle entre novembre et mars. Influence les récoltes agricoles en repoussant le front intertropical au-dessus du Golfe de Guinée, empêchant les pluies sur cette région*) provenant du Nord-Est, alterne avec le vent de mousson (*chaud et humide, en provenance du golfe de Guinée*) soufflant vers le nord en été.

• La zone pluvieuse s'étend au sud de la ZCIT, sans s'enfoncer plus loin dans le continent.

2/ Phénomène de mousson



On distingue 2 périodes

- La **période hivernale, de décembre à février** : Faible flux de mousson de Sud-Sud Ouest et fort Harmattan de Nord-Nord Est: vent frais soufflant du continent vers l'océan.
- La **période le mousson de juin à septembre** : Fort flux de mousson de Sud-Sud Ouest et faible Harmattan de Nord-Nord Est: vent chaud et sec soufflant de l'océan vers le continent.

La mousson est influencée par:

- ✘ température de surface de l'océan Atlantique
- ✘ couverture du sol
- ✘ émissions anthropiques



Mousson africaine:

- ✘ systématique d'est en ouest
- ✘ très variable en terme de précipitation

SAADS 2009, Montpellier Supagro, IRC

6

On peut distinguer quelques facteurs influençant la mousson :

- La température de surface de l'océan Atlantique
- Couverture du sol : déforestation, changement de type des sols (albédo, rugosité)
- Émissions anthropiques, rejets de gaz à effet de serre, aérosols sulfatés

La mousson africaine diffère de la mousson asiatique. En effet, le phénomène observé en Afrique est **très systématique d'est en ouest** à grande échelle. De plus, ce phénomène est **très variable en terme de précipitation**, il peut varier de 40% d'une année à l'autre : grandes sécheresses entre 1970 et 1990.

IRD organisme public de recherche européen

- ✘ Présent sur les 5 continents
- ✘ Etudes sur les enjeux mondiaux d'actualités
- ✘ Relations entre l'homme et son environnement dans les pays du Sud



J'ai été employée par l'IRD, qui est une des composantes de l'Unité Mixte de Recherche (UMR) LTHE. Les autres composantes sont le CNRS et l'Université de Grenoble.

- L'IRD (Institut de recherche pour le développement) est un établissement public à caractère scientifique et technologique placé sous la tutelle des ministères chargés de la recherche et de la coopération.
- C'est un organisme de recherche français, qui a pour **vocation de faire des recherches au Sud**. Les chercheurs interviennent sur des **enjeux mondiaux d'actualité** : politiques publiques de lutte contre la pauvreté et le développement ; migrations internationales et développement ; maladies émergentes infectieuses ; changements climatiques et aléas naturels ; ressources en eau et accès à l'eau ; écosystèmes et ressources naturelles. Ses principales missions sont la recherche, l'expertise et la formation.
- L'IRD est présent dans plus de 30 pays, en Afrique, dans l'Océan Indien, en Amérique latine, en Asie et dans le Pacifique. Ces recherches sont centrées sur les relations entre **l'homme et son environnement dans les régions tropicales et méditerranéennes dans la perspective d'un développement durable de ces régions**.

L'organisme est constitué par un personnel de plus de 2100 agents, répartis dans 95 unités mixtes de recherche ou de services. En 2000, le budget de l'IRD était de 175 millions d'euros.



LTHE laboratoire de recherche

- ✘ Etudes du cycle de l'eau et des interactions avec l'environnement atmosphérique et continental
- ✘ Unité Mixte de Recherche : CNRS-IRD-Université de Grenoble (75 permanents, 100 stagiaires)
- ✘ Présent au Bénin, Mali, Niger, Burkina Faso, Bolivie, Mexique, Inde et France



J'ai travaillé dans les bâtiments du LTHE (Laboratoire d'études des transferts en hydrologie et environnement), sur le magnifique et sauvage campus de la ville de Grenoble.

- Le LTHE est une Unité Mixte de recherche qui regroupe des chercheurs et enseignants-chercheurs de différents organismes pour travailler sur l'étude des **différentes composantes du cycle de l'eau et leurs interactions avec l'environnement atmosphérique et continental**. Les grandes thématiques sont océans, climats, impacts, ressources en eau et sol, risques naturels et vulnérabilité.
- le personnel de l'UMR LTHE comprend 48 chercheurs, 27 ingénieurs ou techniciens, et 100 stagiaires et doctorants. Les permanents viennent à part égale du CNRS, de l'IRD et de l'Université de Grenoble (composée de l'Université Joseph Fourier Grenoble1 et du groupe Grenoble INP).
- Le LTHE est basé à Grenoble et a des chantiers en France et à l'étranger (Bénin, Mali, Niger, Burkina Faso, Bolivie, Mexique, et Inde).

L'équipe HyBiS travaille sur l'étude des bilans d'eau à différentes échelles

- ✘ Spécialisation sur les développements instrumentaux, les campagnes de mesures multi-capteurs et la modélisation hydrologique
- ✘ Uniquement en Afrique de l'Ouest



Au sein de cette organisation, j'ai fait partie de l'équipe HyBiS (Hydrogéophysique et bilans spécialisés).

Cette équipe étudie les **bilans d'eau (verticaux et latéraux), à différentes échelles**. Ils se sont spécialisés sur les développements instrumentaux, les campagnes de mesures multi-capteurs et la modélisation hydrologique. Ils travaillent uniquement sur l'Afrique de l'Ouest. Cette équipe est constituée de 27 membres (chercheurs, ingénieurs, thésards et stagiaires).

Ma maitre de stage était Sylvie Galle, chargée de recherche à l'IRD, responsable de l'équipe HyBiS, et co-responsable de l'observatoire AMMA-CATCH.

Le projet international AMMA

Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine



- Améliorer la compréhension de la mousson
- fournir des prévisions pour évaluer les impacts
- ✕ Les objectifs
 - la mousson à différentes échelles
 - relier variabilité du climat à santé, répartition en eau et sécurité alimentaire
 - intégrer les résultats de recherches dans les activités de prévisions et décisions

SAADS 2009, Montpellier Supagro, IRC

10

Le projet AMMA (Analyse multidisciplinaires de la mousson africaine) est un projet international visant à **mieux connaître et comprendre le phénomène de mousson en Afrique de l'Ouest, ainsi que la variation du phénomène de l'échelle journalière à l'échelle décennale.**

Le projet est à double ambition, scientifique et sociétale.

- Améliorer les connaissances sur les **mécanismes fondamentaux de la mousson**, notamment au niveau de la pluviométrie, du cycle hydrologique et des transports de poussières.
- Les conséquences s'observent à l'échelle des populations locales dues à la **difficulté de gérer les impacts d'une forte variabilité climatique dans un contexte de pression démographique** : dégradation des sols, baisse des rendements agricoles, raréfaction des ressources en eau...

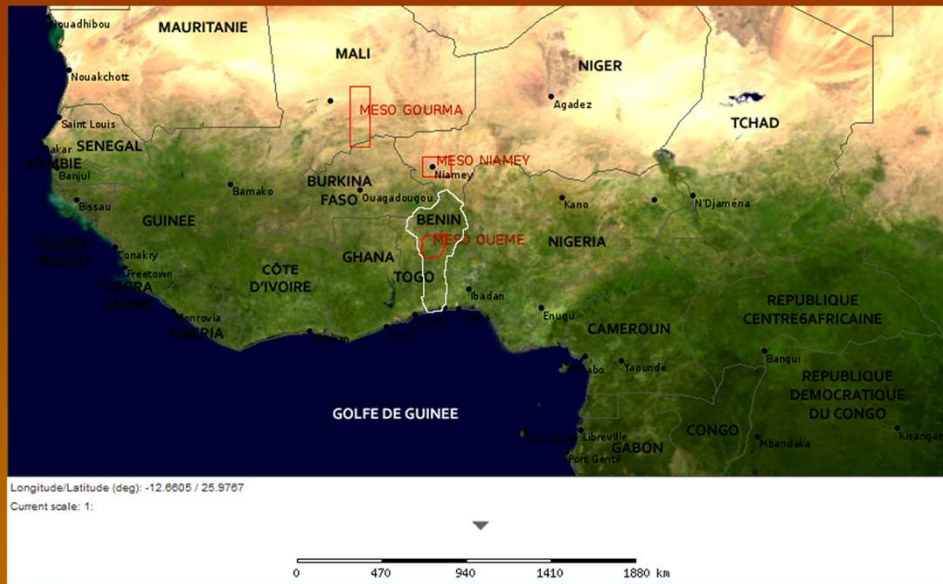
Dès lors, les chercheurs du projet AMMA ont pour but de fournir des prévisions améliorées de la mousson en Afrique de l'Ouest, afin de pouvoir évaluer les impacts.

Pour cela, le programme se découpe en 3 objectifs :

- Améliorer la **compréhension de la mousson**, de l'échelle élémentaire contrôlant la mousson, à l'échelle influençant la dynamique de composition de l'atmosphère.

- Avoir les **connaissances pour relier la variabilité du climat au problème de santé, de répartition des ressources en eau, et de la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest**. En définir les stratégies de surveillance.
- Intégrer les résultats des recherches dans les activités de prévisions et décisions.**

Site d'étude de AMMA



SAADS 2009, Montpellier Supagro, IRC

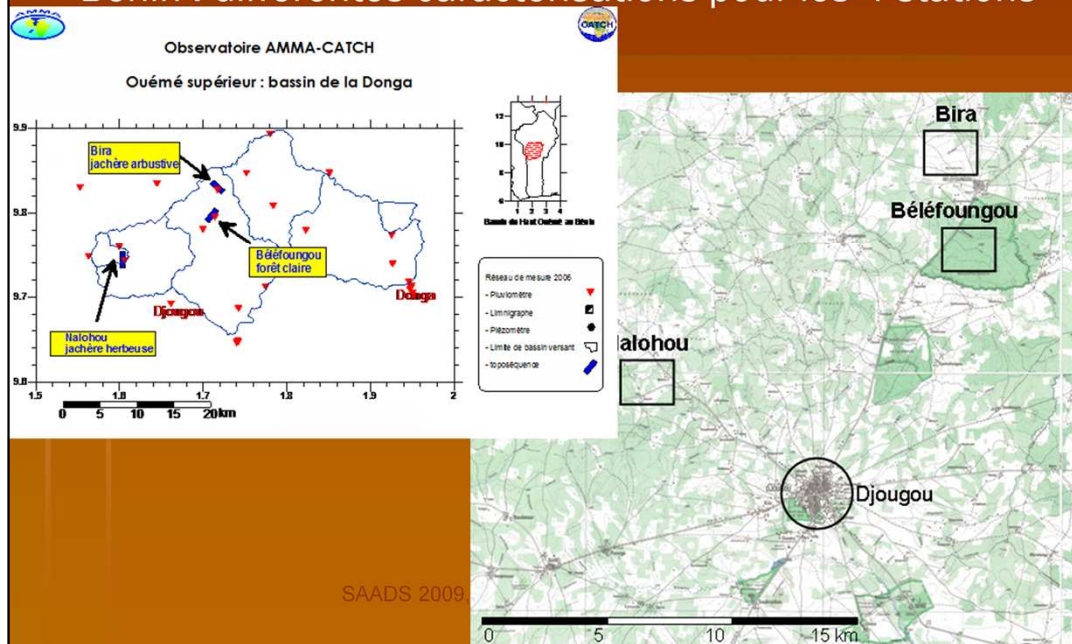
11

Les 3 sites de mésoéchelle de AMMA ont été choisis pour échantillonner le gradient éco-climatique:

- le Gourma Malien, climat semi-aride (300 mm pluie/an)
- Niamey, climat sahélien (600 mm pluie/an)
- et la haute vallée de l'Ouémé, climat soudanien (1200 mm pluie par an)

Mon projet concerne le site du Bénin situé en climat soudanien (10° Nord)

Bassin versant de la Donga dans la vallée de l'Ouémé, au Bénin : différentes caractérisations pour les 4 stations



•J'ai participé au projet AMMA, en analysant des données météorologiques en provenances des observatoires AMMA-CATCH (Analyse multidisciplinaire de la mousson en Afrique-Couplage de l'atmosphérique tropical et du cycle hydrologique).

•Je me suis concentrée sur la haute vallée de l'Ouémé, au Bénin. Le programme dispose de 4 stations météorologiques au Bénin, dans le bassin versant de la Donga, Djougou, Bira, Béléfougou et Nalohou.

•Chacune des stations ont été choisi pour leurs caractéristiques différentes en terme de couverture végétale, représentative de la région:

- Djougou : station météo historique
- Nalohou : jachère herbeuse récente
- Bira ; jachère arbustive
- Béléfougou : forêt classée



Djougou, ville commerciale



Bira, jachère arbustive

Djougou est une ville commerciale, située au Nord-Est du pays, à une quarantaine de kilomètres de la frontière togolaise. La population est d'environ 200 000 habitants. La station météorologique se situe à **438 mètres d'altitude**, sur un gazon saisonnier.

Celle de **Bira se situe à 420 mètres d'altitude**, dans une **jachère arbustive**, mélange d'une strate herbacée et arbustive de 1m à 6m



Béléfoungou,
forêt claire



Nalohou,
jachère

SAADS 2009, Montpellier Supagro, IRC

14

La station de **Béléfoungou** est aussi à **420 mètres d'altitude**, mais dans une **forêt claire** à *isoberlinia*. Hauteur des arbres : environ 15m.

Enfin, **Nalohou** est à **447 mètres d'altitude** (station la plus haute), dans une **jachère herbeuse** (hauteur du couvert herbacé: 0 à 2m)

Enregistrement de 10 paramètres

- De 2006 à 2010
- 7 jours sur 7, 24h sur 24, toutes les 30 min

Appareil de mesure

Calcul de nouvelles variables HS, ETo



SAADS 2009, Montpellier Supagro, IRC

15

• Ces 4 stations enregistrent **plusieurs variables climatiques** : l'humidité relative, la température de l'air, la vitesse du vent, la direction du vent, la pression, le rayonnement net, le rayonnement courte et grande longueur d'onde incident et réfléchi.

Voir *appareil de mesure.doc* pour le détail.

A l'aide de ces paramètres, nous pouvons calculer l'humidité spécifique et la pression de vapeur déficitaire (VDP):

HS = humidité spécifique

HS = masse de vapeur d'eau/masse d'air sec

$$HS = 0.622 * HR * \rho_{ws} / (\rho - \rho_{ws})$$

ρ_{ws} = densité de vapeur d'eau (kg/m³)

ρ = densité de l'air humide (kg/m³)

Ou encore

$$HS = 0.622 * ea / (P_{atm} - ea)$$

ea = pression partielle actuelle de la vapeur d'eau dans l'air humide

(Pa)

HR : humidité relative

$$HR = ea/es$$

$$es = 610.8 \exp \left(\left(\frac{17.27 * T}{T + 237.3} \right) \right) / 4$$

T = température de l'air (°C)

ea = pression partiel actuelle de la vapeur d'eau dans l'air humide
(Pa)

es = pression saturante de vapeur d'eau (Pa)

VPD = pression de vapeur déficitaire

VPD= es-ea

Lorsque la VPD est comprise entre 0,45kPa et 1,25kPa, elle permet un développement optimal des plantes. Mais le seul problème avec la VPD est qu'il est difficile de la déterminer précisément, car il faut connaître la température des feuilles. Il est alors compliqué de connaître cette température car elle varie de feuille en feuille, dépendant de plusieurs facteurs: direction de la lumière sur la feuille, ombre partielle ou complète...L'approche la plus pratique est de prendre des mesure de la température de l'air dans le couvert végétal. (*Guyot, 2010, p 150*)

Evapotranspiration de référence

Nous avons calculé l'évapotranspiration (ETo) à l'aide des formules établies par la FAO (équation de Penman-Monteith). L'évapotranspiration de référence est celle qu'aurait un gazon parfaitement alimenté en eau sous les mêmes conditions climatiques. Elle permet de quantifier le pouvoir évaporant de l'atmosphère. L'évaporation réelle dépend de l'Eto, mais aussi de l'alimentation en eau du sol et de la plante considérée.

- J'ai traité ces relevés pour les 4 stations de **2006 à 2010**. Les relevés ont été pris durant ces 4 années, 7 jours sur 7, 24 heures sur 24, et toutes les 30 minutes.
- Il faut noter qu'il arrive que les machines soient défaillantes sur plusieurs points au cours de l'année: contrôle d'étalonnage des capteurs, choix de la gamme de mesure,...Mais peut être aussi dû à l'environnement: intempéries, endommagements du matériel, manques de ressources matérielles et humaines...C'est pour ça qu'il faut contrôler régulièrement les appareils de mesure sur le terrain.

Différents appareils de mesures pour chaque paramètres



Station	Date de mise en place
Djougou	2002
Béléfougou	2005
Bira 1	2005
Nalohou	2005

SAADS 2009, Montpellier Supagro, IRC

16

La station de **Djougou a été mise en place en 2002.**

Elle est située dans le parc de la station météorologique départementale de Djougou. Elle dispose de différents appareils pour mesurer la vitesse et la direction du vent (*R.M. Young (05103), Wind monitor*), la pression (*Druck RPT410F, Barometric Pressure*), l'humidité relative et la température (*Vaisala HMP45C Temperature et RH Probe*), le rayonnement net (*Kipp & Zonen NR-Lite, Net radiometer*), le rayonnement incident (*Kipp & Zonen SP – Lite silicon pyranometer*) et la pluviométrie (*Précis Mécanique 30305, tipping bucket rain gauge, 400cm², 1.2 m high*).

La station de **Béléfougou a été mise en place en 2005, puis le matériel a été renouvelé en partie en 2007.**

Les appareils sont différents de la station précédente mis à part pour le rayonnement net et la pluviométrie : mesures de la vitesse et de la direction du vent (*Vaisala WXT510, Ultrasonic wind sensor*), de la pression (*Vaisala WXT510*), de l'humidité relative et de la température (*Vaisala WXT510*), du rayonnement net (*Kipp & Zonen NR-Lite Net radiometer*), des radiations incidentes (*Skye Instruments SP1110, pyranometer Sensor*) et de la pluviométrie (*Précis Mécanique 30305, tipping bucket rain gauge, 400cm², 1.2 m high*).

Cette station possède des appareils de mesure à 5m, mais aussi à 15m (au niveau de la cime des arbres), et à 18m (au dessus de la cime des arbres). Ces conditions particulières sont dues à la hauteur du couvert. Les autres stations ont un équipement situé à la hauteur méteo standard de 2m.

Enfin, la station de **Bira a été mise en place en 2005. Celle de Nalohou a été mise en place en 2005 puis le matériel a été renouvelé en partie en 2007.**

Ces deux stations ont les mêmes appareils pour les mesures de la vitesse et de la direction du vent (*Vaisala WXT510, Ultrasonic wind sensor*), de la pression (*Vaisala WXT510*), de l'humidité relative et de la température (*Vaisala WXT510*), du rayonnements incident, réfléchi et net (*KKipp & Zonen CNR1, 2 CM3 pyranometers, PT-100 pyrg. temperature*) et de la pluviométrie (*Précis Mécanique 30305, tipping bucket raingauge, 400cm², 1.2 m high*).

➔ Voir le fichier « appareil de mesure.doc »

Ces instruments de recherche viennent en complément du parc météorologique Béninois dont les stations synoptique les plus proches (Parakou et Natitingou), sont situées à environ 100 km du site d'étude. La station de Djougou est départementale et donc moins bien entretenue que le parc météorologique synoptique qui dispose d'observateurs professionnels.

Analyse des données météorologiques

Sujet d'étude

Climat de la zone d'étude: annuel et journalier

Variations interannuelles

Variations interstations

Au cours de mon stage, j'ai réalisé différents travaux en utilisant les données enregistrées sur le terrain.

- J'ai cherché des **corrélations entre chaque stations, pour chaque paramètres**, en répétant la manœuvre pour chaque années. Je me suis servi de excel pour faire les graphiques. J'ai pu ainsi comparer les données de chacune des stations, et déterminer quels résultats étaient les plus proches. J'ai pu **déceler les données fausses**.

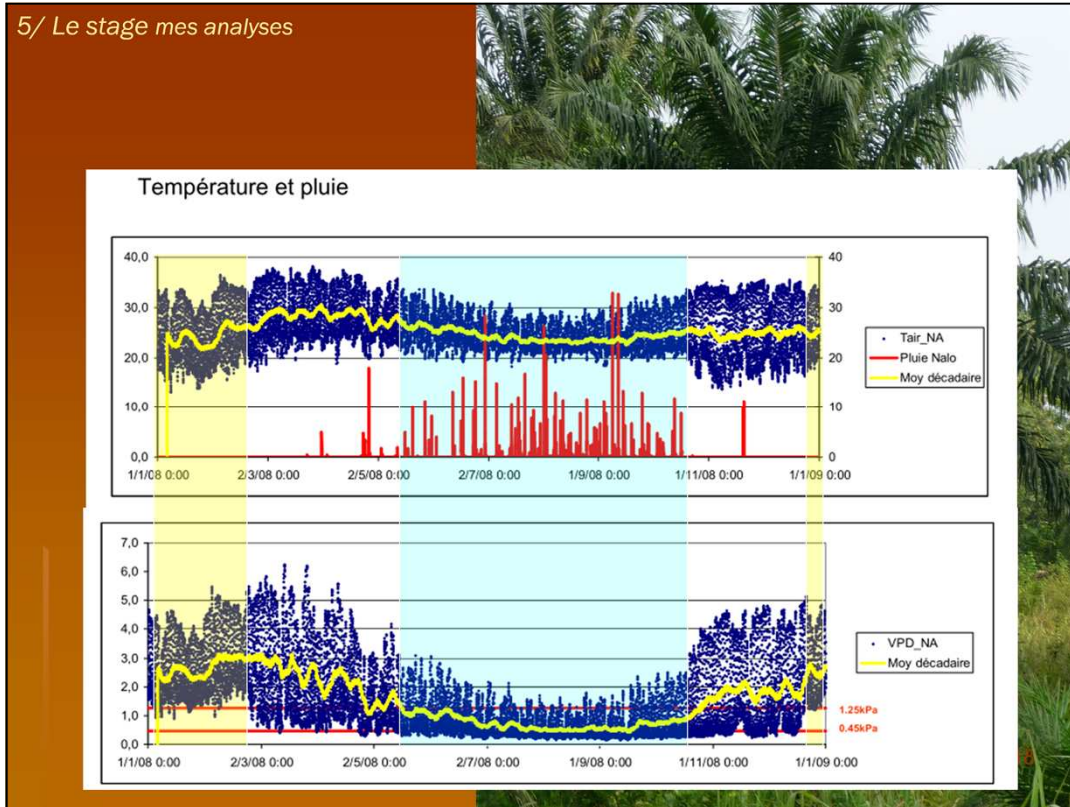
- Cela m'a aussi permis de pouvoir **comparer chaque critères selon leurs localisations**. J'ai pu aussi déceler les données aberrantes qu'il ne fallait pas prendre en compte pour exploiter les résultats (données incohérentes pour les ondes courtes). J'ai alors cherché à analyser ces résultats par le biais des types de sol, occupations des sols... pour expliquer les variations entre les 4 stations.

- Pour Béléfougou, la station possède 3 capteurs à 5m 15m et 18m. Ils mesurent l'HR, la température et la vitesse et direction du vent. J'ai déterminé 4 périodes significatives: pendant la saison des pluies, pendant la saison sèches et 2 périodes de transitions entre les 2 périodes précédentes. Nous avons pu déterminer l'incidence des arbres sur ces paramètres, pour les années 2008 2009 et 2010.

- A l'aide des relevées, nous avons calculé les évapotranspirations et les déficits de pression de vapeur.

- Enfin, j'ai étudié les variations interannuelle pour une station, de 2006 à 2009.

Une fois ces travaux réalisés, à l'aide de ma maître de stage, nous avons déterminé un sujet d'étude précis. J'ai alors travaillé plus particulièrement sur la variabilité interannuelle et l'intensité des variables météorologiques sur 4 couverts végétaux au Bénin.



Climat annuel

Pour illustrer le climat de la zone d'étude, j'ai choisi une station et une année donnée, et j'ai tracé chaque paramètre à l'échelle annuelle puis journalière.

J'ai choisi l'année 2008, car les relevés étaient les plus complets. J'ai étudié cette année là selon à la station météorologique de Nalohou.

Comme précisé précédemment, cette station est la plus haute des 4, à 447mètres d'altitude, et sa couverture végétale est de type jachère sans arbres

L'année peut se découper en deux saisons contrastées : la saison sèche (jaune) la saison des pluies (bleu) et 2 périodes intermédiaires plus variables (blanc). Durant la saison des pluies (bleu clair) de juin à octobre, il pleut régulièrement, la température moyenne est de 23°C avec de faibles amplitudes journalières, le déficit de pression de vapeur est de moins de 1.25 kPa. Le vent est modéré (1 à 2 m/s) et sa direction principale est sud-ouest, c'est le régime de mousson. En saison sèche (jaune) fin décembre à février l'air est sec (VPD supérieur à 2kPa), le vent vient du nord-est (Harmattan), la température marque de plus forts contrastes jour/nuit car le ciel est dégagé. Il n'y a aucune pluie en saison sèche.

Le cycle annuel de chaque variable se trouve dans le fichier Nalo_2008

- La première pluie tombe début avril autour de 5mm, mais reste isolée. On

observe un pic à 18mm fin avril, mais les pluies deviennent fréquentes que à partir de fin juin. Les pluies sont de 10 à 15mm jusqu'à fin octobre. Les plus fortes vont jusqu'à 30mm début juillet et début août, et jusqu'à 33mm en septembre. Elles deviennent moins fréquentes fin octobre, et la dernière est fin novembre.

- De janvier à avril, les températures vont de 15°C la nuit, jusqu'à 38°C aux heures les plus chaudes. A partir de début mai, l'écart de température entre le jour et la nuit diminue. Elles sont comprises entre 20 et 33°C. Cette diminution d'écart correspond à la date de la première pluie. De juillet à fin octobre, l'écart de température n'est plus que de 10°C : 20°C la nuit et 30°C la journée. Cela correspond au moment où les pluies sont les plus fréquentes. Puis brutalement, début octobre, l'écart de température augmente et passe à 20°C : 15°C la nuit et 35°C la journée. A cette période de l'année, les pluies ont cessé.

- La pression est homogène au cours de l'année, autour de 962hPa, avec un écart de 5hPa. Celle-ci diminue à partir de mars jusqu'à avril, atteignant 957 hPa, puis remonte à 962hPa en juillet. On remarque une légère diminution continue de 2hPa de juillet à fin décembre. La pression est plus élevée en période de mousson.

- L'humidité relative (HR) est faible de janvier à mars, à 18%, avec un écart de 20%. Puis l'écart d'HR maximum et minimum augmente brutalement en mars, avec des extrêmes de 10% à 80%. La moyenne décadaire est de 18% en mars, passant à 80% en juillet. L'écart diminue en juillet, n'étant plus que de 10%. Puis diminution de la moyenne de 80% en novembre à 20% en décembre. Mais les extrêmes restent importants, de 20% à 88%. Enfin, l'écart n'est que de 30% en décembre. On remarque que l'HR n'atteint jamais 100%. C'est sans doute dû à l'appareil de mesure et non pas une réalité physique, car on observe de la rosée. Le constructeur ne parle pas de cette limite.

L'allure de la moyenne décadaire de l'humidité spécifique (HS) est similaire à celle de l'HR. L'HS est de 3,5g.kg-1 de janvier à mars, avec un faible écart entre le maximum et le minimum. En mars, on observe une augmentation de 4 à 15g.kg-1 jusqu'en mai. Il y a un fort écart au mois de mars de 10g.kg-1, puis de 5g.kg-1 de mai à fin octobre. De même pour la moyenne autour de 15g.kg-1. Enfin, il y a une diminution de l'HS jusqu'à 5g.kg-1 en décembre, avec de fortes variations en novembre, entre 7 et 12g.kg-1.

La VPD est de 3kPa de janvier à mars, avec un écart de 1.5 à 4.5kPa. A partir de mars, celle-ci diminue de 3 à 0.7kPa en juillet. L'écart reste important au mois de mars. La VPD augmente de mi-septembre de 0.7 à 3kPa en décembre. Il y aussi une augmentation de l'écart minimum/maximum, respectivement 0.7 et 4.5kPa.

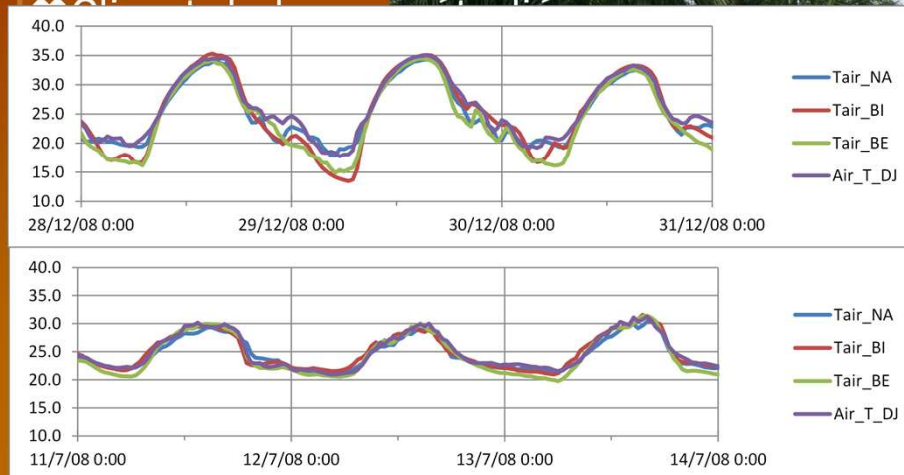
- La vitesse du vent est plutôt faible. Elle varie de 1.5 à 2.5m.s-1 de janvier à mars, avec un maximum de 5m.s-1 et un minimum de 0.1m.s-1 (minimum toujours de 0.1m.s-1 au cours de l'année). De mai à octobre, on remarque une légère diminution, constante, de 2 à 1m.s-1, avec un maximum de 3m.s-1. Puis la vitesse reste stable de octobre à décembre, d'environ 1m.s-1 avec un maximum allant jusqu'à 4m.s-1.

De janvier à mars, la direction du vent est de 0 à 90°. Puis de mars à octobre, elle se dirige de 180 à 360°. D'octobre à décembre, les vents forts (vitesse supérieure

à $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) se concentrent autour de 0 à 90° . On remarque qu'il y a plus de vents forts de janvier à mars, mais aussi, qu'il y a une forte concentration des points autour de 180° .

- Le rayonnement net est de 0 à $400\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ de janvier à mars. Puis augmente jusqu'à $800\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ en août. Cependant, la moyenne est toujours autour de $100\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Puis le rayonnement maximal diminue de août à fin décembre, pour être de nouveau à $400\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.

- L'évapotranspiration (ET_o) est constante au cours de l'année, de 0 à $0.35\text{mm}/30\text{min}$. Mais la moyenne décadaire est beaucoup plus faible, d'environ $0.1\text{mm}/30\text{min}$. On remarque une légère diminution entre juillet et septembre. En saison sèche l'humidité est faible ce qui augmente le pouvoir évaporant de l'air. En saison humide, l'air est humide, souvent proche de la saturation, mais le rayonnement net est plus fort, malgré l'enlèvement, ce qui fait que l'ET_o se maintient relativement tout au long de l'année avec un minimum au cœur de la saison des pluies



SAADS 2009 - République Supérieure du Bénin

Cycle journalier

J'ai voulu préciser mes résultats en les analysant à l'échelle journalière, toujours en 2008 mais pour les 4 stations. J'ai choisi 2 périodes représentatives, une pour la saison sèche (du 28 au 31 décembre 2008), et l'autre pour la mousson (du 11 au 14 juillet 2008).

- Les variations de température sont plus importantes en saison sèche (de 15°C la nuit à 35°C le jour) qu'en saison des pluies (de 20°C à 30°C). Pour les deux saisons, les températures de jour sont assez proches, la différence entre les stations s'observe la nuit. En saison sèche Nalohou et Djougou ont une température semblable et plus chaude la nuit que les 2 stations où il y a des arbres (-5°C à Bira et Béléfoungou). En saison des pluies, seule la station de forêt (Béléfoungou) se distingue la nuit, par une température plus fraîche (-1.5°C).

Les variations journalières de chaque variable et pour les deux périodes se trouvent dans le fichier « variations journalières ».

- Les 4 stations ont des **pressions** similaires tout au long de l'année si on corrige la différence d'altitude par la formule de Burman *et al.* (1987) pour les ramener à l'altitude de Djougou (438m). La pression oscille autour de 960 hPa en saison des pluies et autour de 963 hPa en saison des pluies. La pression enregistre 2 maximum journaliers autour de 8h00 et 22h00.

- En saison sèche l'**humidité spécifique** (HS) oscille entre 4 et 6 g/kg de façon similaire sur les 4 sites qui sont soumis à la même masse d'air sec. Au mois de juillet, L'HS est bien plus élevée, autour de 16g.kg⁻¹ sur les 4 sites soumis à la mousson. Il y a peu de cycle journalier de HS, contrairement à l'HR et à la VPD qui sont fonction de la température de l'air.
- Durant les 2 saisons, la **vitesse du vent mesuré à 2m** monte la journée et chute la nuit en dessous de 1m/s. La vitesse du vent de jour est modérée et bien différente suivant les sites : elle est la plus forte à Nalohou qui est en hauteur et exposé au vent, plus faible à Djougou et Bira et beaucoup plus faible encore à Béléfoungou où l'anémomètre est situé dans une clairière. Pour ce site nous avons également des anémomètres à 15m et 18m. Ce dernier situé environ à 3 m au dessus de la canopée mesure des vitesses comparables à celle des autres sites.
- Les vents soufflent dans les mêmes directions pour les 4 sites. Durant la saison sèche, la direction du vent est autour de 80° le jour et 270° la nuit. Durant la saison humide, la direction des vents est autour de 220° le jour et 270° la nuit. On observe plus de vent à cette période, et leurs vitesses sont plus souvent supérieures à 1m.s⁻¹.
- Le rayonnement net suit l'évolution du rayonnement solaire, il est toujours plus important à midi et est négatif la nuit lorsque le sol rayonne la chaleur accumulée durant la journée. Le maximum est plus important en saison des pluies (800 W/m²) qu'en saison sèche (420 W/m²), malgré les nombreux passages de nuages qui imposent des chutes brusque du rayonnement en juillet (courbe en dent de scie)
- L'évapotranspiration de référence (ET_o) est nul la nuit de 18h à 6h du matin et augmente la journée pour atteindre son maximum à 11hTU (0.3mm/30min en saison sèche et 0.4 mm/30 min en juillet). En juillet, on distingue plus de « petites » variations au cours des heures d'ensoleillement (pour le rayonnement et l'ET_o).

✘ Climat annuel

La pluie influence tout les autres paramètres
Période de mousson de mi-juin à mi-septembre
→ judicieux pour l'agriculture

✘ cycle journalier

Fortes variations s'expliquent par l'alternance des
2 saisons, et par la couverture du sol
→ renforce les premiers résultats

Climat annuel

Cette analyse des données issues de la station de Nalohou sur l'année 2008 permet de tirer plusieurs conclusions.

Lorsque les pluies sont fréquentes, l'écart entre les températures maximum et minimum est beaucoup plus faible, la température maximum est plus basse, et la température minimum est plus haute.

Les pluies sont fréquentes et importantes de mi-juin à mi-septembre.

La pression varie peu au cours de l'année, elle est identique sur toutes les stations.

Selon la littérature, on sait que les plantes poussent de façon optimum lorsque la VDP est comprise entre 0.45 et 1.25kPa. Selon nos résultats, la VDP est comprise dans cette tranche de mai à fin octobre, durant la période où les pluies sont abondantes.

La vitesse du vent dans cette région est peu importante et connaît 2 directions principales : vent du nord est en saison sèche et vent du sud ouest en saison des pluies (mousson)

Théoriquement, le rayonnement devrait être croissant de mars à août, et décroissant de août à novembre. Comme les pluies sont plus importantes de mi-juin à mi-septembre, la couverture nuageuse a empêché le dessin de cette courbe. L'ET_o varie peu au cours de l'année, mais diminue très légèrement de juin à septembre, période où les pluies sont très présentes.

On peut conclure que la mousson et les pluies influencent directement tous les paramètres météorologiques. Durant l'année 2008, la saison des pluies s'est déroulée de mi-juin à mi-septembre.

Cette période est la plus pertinente pour l'agriculture. L'apport en eau est relativement certain. Les températures sont basses (au delà de 35°C la plante cesse son développement). La VPD permet un bon développement des plantes.

Les vents sont plus faibles. Le rayonnement est le plus important : la croissance de la plante est proportionnelle à l'augmentation du rayonnement net. Enfin, l'ETo est satisfaite par l'eau présente dans le sol, l'évapotranspiration réelle est égale à l'ETo en saison sèche (Mamadou, 2008).

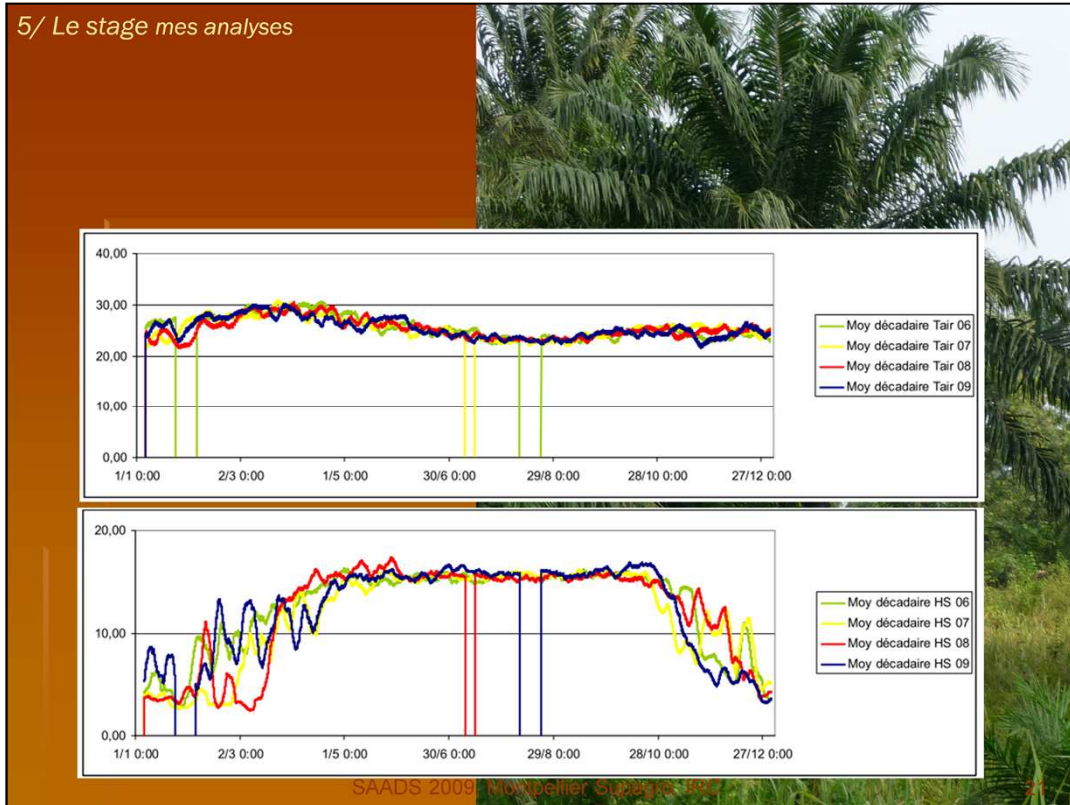
cycle journalier

Pour conclure, on remarque plusieurs différences entre la saison sèche et l'époque de la mousson.

Durant la saison des pluies, l'écart de température (20-30°C) est bien plus faible. On note qu'il fait toujours plus chaud sur les sites de Nalohou et Djougou la nuit.

La pression est légèrement plus forte. L'HR et l'HS sont plus élevées elles aussi. Dès lors la VDP est plus faible, et est souvent comprise entre 0.45kPa et 1.25kPa, ce qui est favorable au développement des plantes. Il y a plus de vent pendant cette saison, mais la vitesse est plus faible. Les directions sont surtout entre 220° et 360°. Nalohou est la station la plus exposée, puis celle de Djougou. Enfin, la quantité de rayonnement net est plus élevée, mais très variable. Dès lors, l'ETo est elle aussi plus élevée, mais très variable aussi. Djougou est la station qui reçoit le plus de rayonnement, et l'ETo des plantes y est la plus importante. Durant la saison sèche, c'est celle de Bira.

En plus de la différence entre les 2 saisons, ces résultats peuvent s'expliquer par la couverture végétale de chaque station. Djougou est une zone urbaine avec peu de végétation et très dégagée, donc exposée au vent, elle est plus exposée au soleil : plus de rayonnement et température plus chaude. De même que la station de Nalohou se situe sur une jachère, ici aussi très dégagée. Elle est la plus haute en altitude (447m), ce qui explique qu'elle soit plus exposée aux vents. A l'inverse Béléfoungou est protégée par une forêt claire : température plus clémente et moins de vent. En 2008, la station de Bira est placée dans un bas fond inondable, le sol est souvent humide. Cela explique que l'ETo soit plus élevée pendant la saison sèche.



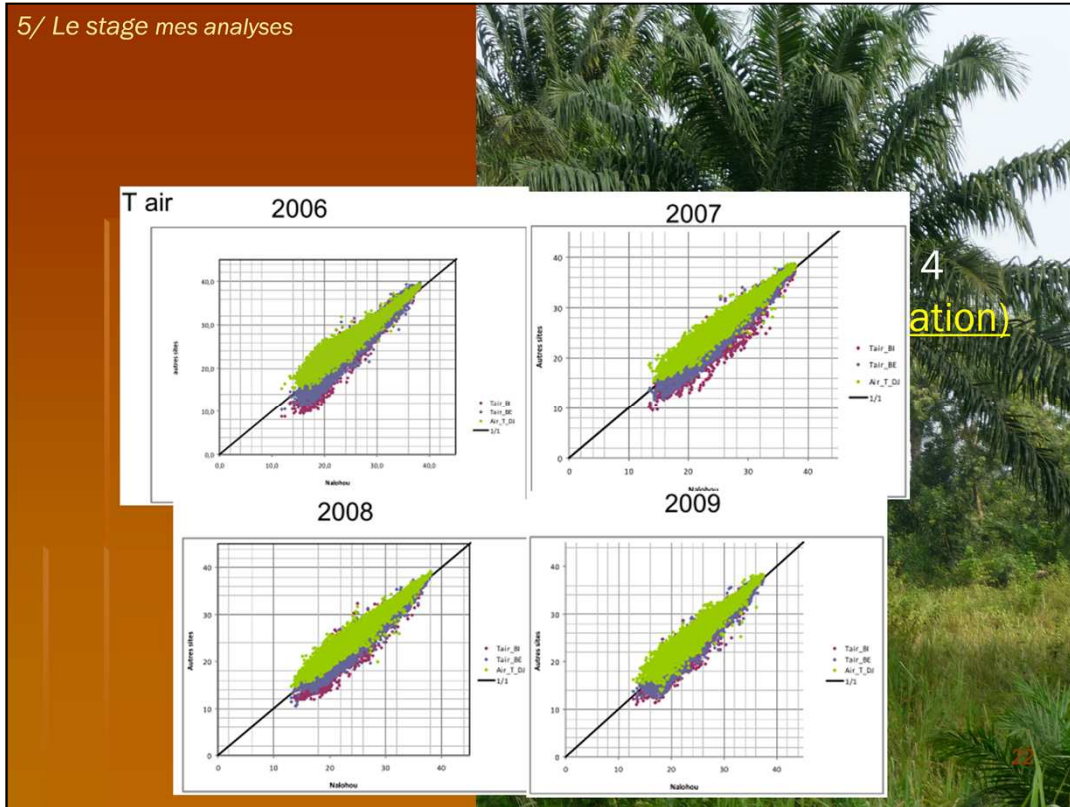
Variations interannuelle

Après avoir analysé le comportement de chacun des paramètres au cours d'une année, j'ai comparé la tendance moyenne des 4 années pour souligner leurs différences et leurs similitudes. Pour cela j'ai calculé la moyenne glissante décadaire pour les années 2006, 2007, 2008, et 2009 à Nalohou pour chaque variable.

- Les courbes de **température** sont remarquablement similaires pour les 4 années. En janvier, la température est de 25°C et augmente en mars à 30°C. La température était plus faible de 2 ou 3°C en 2008 à cette époque. Elle reste stable jusqu'en mai, ou elle commence à diminuer jusqu'à 23°C début septembre. Puis elle augmente légèrement et attendit 25°C en décembre.
- L'**HS** varie beaucoup de janvier à avril entre les 4 années : de 4 à 10g.kg-1 pour 2007/2008 et de 7 à 13g.kg-1 pour 2006/2009. Puis l'HS atteint un palier pour les 4 années de manière similaire : elle passe à 15g.kg-1 en mai, et reste stable jusqu'en novembre. Puis elle diminue à 5g.kg-1 en décembre, mais plus rapidement pour les années 2006/2009 que pour 2007/2008. La mise en place de la mousson se fait par a coups qui ne se produisent pas à la même date chaque année, une fois la mousson installée, l'air reste à un niveau d'humidité constant et reproductible chaque année.

Tous les graphes se trouvent dans le fichier « variations interannuelle »

- Des **pluies** isolées sont présentes fin février pour les années 2006 et 2009, de 10mm et 5mm respectivement. La saison des pluies pour les 4 années commencent en mai, et sont les plus intenses en juillet août. On remarque un pic de 45mm en 2009, 33mm en 2008, 30mm en 2007 et 38mm en 2006 début septembre. Les pluies s'arrentent fin septembre. Des dernières pluies isolées tombent en novembre en 2007 et 2008 de 10mm. De manière générale, on observe plus de pic de pluie pour les années 2008 et 2009.
- Les **pressions** diminuent de janvier à avril, en 2006/2007, elles passent de 963 à 960hPa, et en 2008/2009, elles passent de 961 à 959hPa. Elles sont toutes à 963hPa de juillet à septembre. Puis elles diminuent de nouveau de septembre à décembre à 962hPa. 2006/2007 ont 1 à 2hPa de différence avec les années 2008/2009.
- L'**HR** est plus faible de janvier à mars pour les années 2007/2008, de 20 à 10%. Pour les années 2006/2009, elles sont de 30 à 50%. On remarque beaucoup de variations à cette période de l'année. Puis les HR sont de même valeur pour les 4 années : elles augmentent de 60 à 80% de mai à septembre, et diminuent à 20% en décembre. 2007 et 2009 ont des HR plus faibles que celles de 2006 et 2008.
- La **VDP** varie de janvier à mi-mars, de 2,2 à 3kPa, sauf pour l'année 2007 dont la VDP atteint 4,6kPa. Puis les courbes sont similaires, la VDP atteint 1.25kPa (favorable aux plantes) en mai. En août elle est à 0.5kPa. En novembre elle augmente est atteint 2,7kPa en décembre.
- La **vitesse du vent** présente des pics d'intensité variable suivant les années de janvier à mai. Elle atteint même 2.9m.s-1 en février 2008 et 2.5m.s-1 en février 2007. Puis la vitesse diminue pour les 4 années à partir de mai, jusqu'à novembre pour tomber de 2 à 0.5m.s-1. Enfin elle repasse à 2.3m.s-1 en décembre. En moyenne, la vitesse du vent était plus faible en 2009.
- Je n'ai pas tracé les variations interannuelles de la **direction du vent**, car faire la moyenne décadaire de la direction du vent, cela n'a pas de sens, sachant que 360° et 0° sont identiques.
- Le **rayonnement net** augmente pour toutes les années de 60 à 160W.m-2 de janvier à fin mai. Les variations intra annuelle sont de 10W.m-2. Il diminue de mai à juillet à 125W.m-2, et augmente de nouveau à 180W.m-2 en novembre. Enfin il chute à 70W.m-2 fin décembre. On remarque une grande variation intra annuelle pendant la saison des pluies de 50W.m-2. Dans l'ensemble, l'année 2009 a été plus exposée aux rayonnements que les autres années, et l'année 2008 la moins exposée.
- L'**ETo** est homogène pendant ces 4 ans : à 0,09mm/30min en janvier, elle diminue à 0,1mm/30min en mai. Elle atteint jusqu'à 0,12mm/30min en février 2008. Puis elle décroît de avril à août de 0,1mm/30min à 0,05mm/30min. Enfin, elle croit de nouveau à 0,1mm/30min en novembre et reste stable jusqu'à décembre. L'année 2008 la moins exposée au rayonnement net n'est pas celle ou ETo est le plus faible. Au contraire en début d'année elle a le plus fort ETo. Ces fortes valeurs sont dues au vent qui est fort en 2008 en début d'année et qui est un facteur important de l'ETo lorsque l'humidité de l'air est faible.



Variations interstations

Pour terminer, j'ai étudié les corrélations des paramètres sur 4 ans et sur les 4 stations. Chaque corrélation est tracée par rapport à Nalohou.

- Les **températures** des 4 stations sont bien corrélées. Bira est la station dont les températures nocturnes sont les plus basses, jusqu'à 10°C en 2006. Puis Béléfoungou avec 12°C la nuit et Djougou avec 16°C en 2006. En 2007/2008/2009, les températures de nuit augmentent, 12°C à Bira et Béléfoungou et 16°C à Djougou. Les températures les plus chaudes, jusqu'à 40°C, étaient en 2006 pour les 4 stations. Elles diminuent à 38°C /39°C pour les autres années. Le rapport entre les stations reste le même pendant les 4 années étudiées.

Toutes les corrélations se trouvent dans le fichier « variations interstation »

- Sur 4 ans, les **pressions** à Nalohou sont toujours inférieures à celle des autres stations car son altitude est la plus élevée (445 m). Pour comparer les pressions des 4 stations, nous les avons toutes ramenées à l'altitude de Djougou qui est la station météo départementale la plus proche de notre zone d'étude. La pression atmosphérique est la variable météorologique la plus cohérente entre les 4 stations, la corrélation est excellente : la pression atmosphérique est identique sur les 4 sites.

- On observe une meilleure corrélation de la **VPD** entre Nalohou et Djougou, puis

Béléfoungou puis Bira. Il y a une forte variation des valeurs extrêmes de la VPD entre chaque année : 6,4kPa en 2006, 6kPa en 2007, 6,4kPa en 2008 et 5,9kPa en 2009 à Djougou. Cette station obtient les plus fortes VPD des 4 stations sur les 4 ans. On note plusieurs points non corrélés à Bira, surtout en 2007. La meilleure corrélation est en 2009.

- Globalement la **vitesse du vent** n'a pas une très bonne corrélation entre les 4 sites, de plus, pendant les 4 ans observés, la vitesse du vent est toujours la plus importante à Nalohou. Puis plus faible à Djougou et Bira, qui ont une vitesse moyenne semblable : la vitesse du vent atteint 3m.s-1 en 2006 et 2009 et 3,5m.s-1 en 2007 et 2008. Les vents les plus faibles sont à Béléfoungou : 1,5m.s-1 en moyenne sur les 4 ans. Nous avons calculé que par rapport à Nalohou, le vent est 3 fois moins fort à Béléfoungou et 1,5 fois moins fort à Bira et Djougou. Ces différences sont dues au couvert végétal environnant comme décrit plus haut. On observe des données très éloignées du nuage de corrélation en 2009 à Béléfoungou, ce qui peut être dû soit à une réelle différence soit à un problème de capteur.

- Le nuage de corrélation de la **direction des vents** est très dispersé si on considère toutes les données. Lorsque le vent est faible (<1m.s-1) la direction ne signifie pas grand-chose et les anémomètres ne sont pas très précis. Si on ne considère que les vents supérieurs à 1m.s-1, la corrélation apparaît nettement, et ceci entre toutes les stations et quelque soit l'année. Les stations sont soumises au même vent dominant. Il faut noter que le vent à 0° et 360° est le même (points en haut à gauche du graphique). On observe toutefois sur ces graphes des points « en croix », particulièrement en 2008 et 2009 qui montrent une surreprésentation des couples de direction opposées Nord (0° ou 360°) / Sud (180°). Cette anomalie est sans doute due au code qui calcule la direction du vent à partir de 3 points de mesure (anémomètre sonique WXT 510). Nous attendons des nouvelles du constructeur Vaisala sur ce sujet.

- La corrélation du rayonnement net est moyenne mais non biaisée entre les 4 stations et les 4 années. Ces différences de rayonnement net observées au pas de temps de la demi-heure sont principalement dues à la différence d'enneigement sur les différents sites, avec une tendance générale (jour/nuit, saison) identique pour les 4 sites. Le rayonnement net monte jusqu'à 800W.m-2 en 2007, 2008 et 2009, et est légèrement plus faible en 2006.

- Enfin pour l'**ETo**, on observe une bonne corrélation et pas de biais pour les 4 stations et les 4 années. L'année 2007 montre une plus grande dispersion des points : cette différence n'est pas évidente à expliquer puisque les variables météo sur lesquelles ETo est construite ne montrent pas de cas particulier pour cette année → **vérifier si il n'y a pas un décalage de 30 minutes qqpart**. L'ETo atteint 0.42mm/30min en 2006 et 2007 et 0.46mm/30min en 2008 et 2009.

✘ Variations interannuelle

Même période de mousson sur 4 ans

Augmentation du cumul des pluies

MAIS pas de temps faible
pour conclure

✘ Variations interstation

Paramètres dépendent de la
couverture végétale, de
l'altitude et de la localisation



Variations interannuelle

Nos résultats ont montré que la saison des pluies a une durée similaire durant ces 4 années. Cependant, la quantité de pluie tombée sur les 4 stations croît de 500 mm entre l'année la moins pluvieuse 2006 (1030 mm) et la plus pluvieuse 2009 (1540 mm). On ne remarque pas d'augmentation significative de la température moyenne sur les 4 années comme on pourrait le penser avec le réchauffement climatique global. Roko (2007) a étudié une plus longue période (40 ans) dans 2 stations météorologiques Béninoises situées à moins de 50 km de Djougou. Elle a montré une augmentation moyenne de la température de l'air de 1.3°C en 40 ans (1966-2006), ce qui est bien supérieur à la hausse de la température moyenne globale estimée à 0.74°C en 100 ans (1906-2005), (GIEC, Février 2007).

L'HR et l'HS sont plus basses en 2008 avant la saison des pluies.

La vitesse du vent était plus importante en 2008, et plus faible en 2009.

Le rayonnement net était plus important en 2009.

Néanmoins, il est difficile de conclure sur 4 années : le pas de temps est trop faible pour pouvoir analyser des changements au cours du temps au niveau du phénomène de mousson en Afrique de l'Ouest. Malgré une augmentation de la quantité d'eau de 2006 à 2009, on ne peut pas conclure sur la fin de la période de sécheresse (débuté en 1970) que subit l'Afrique de l'Ouest actuellement. Pour cela il nous faut des observatoires de long terme, sur plusieurs décennies.

Variations interstation

Pour terminer cette étude, nous avons pu observer plusieurs choses.

Depuis 4 ans, il fait légèrement plus chaud la nuit à Béléfoungou et Bira, et de manière générale, il fait plus chaud à Djougou. Il est vrai que la station de Béléfoungou est entourée par une forêt claire, et celle de Bira se situe près d'un

bas fond inondable. A l'inverse, Djougou est en zone urbaine, plus exposé au soleil, et avec une activité humaine plus développée (voitures, marché, concentration humaine...).

La pression est plus haute à Bira et Béléfougou par rapport à Nalohou et Djougou, mais cette différence est entièrement expliquée par la différence d'altitude des stations.

La VPD est constante pendant ces 4 années et sur les 4 stations. **NON!!!**

La vitesse du vent est plus importante à Nalohou et est plus faible à Béléfougou. Nalohou est la station la plus haute en altitude et la plus dégagée. Béléfougou est protégée par les arbres.

Les vents soufflent dans la même direction sur les 4 stations si on élimine les vent faibles, d'influence locale. On observe beaucoup de mesures à 180°, qui peuvent s'expliquer par une déficiences des appareils.

Enfin le rayonnement net et l'ETo sont similaires sur les 4 stations et les 4 années.

Mise en place des stations



- ✘ Décider la localisation
- ✘ Démarches auprès des populations: gouvernement, département, chef du village
- ✘ Désignation du responsable de la station

•Le projet AMMA-CATCH est en activité depuis plus de **10 ans**. Chaque station ne date pas de la même époque, mais ont été mise en place au court du déroulement, en fonction des besoins.

•Lorsque l'équipe scientifique décide de monter une nouvelle station, il y a un **travail scientifique en amont**: décider quelle sera la localisation la plus judicieuse, en fonction des différents caractères choisis.

•Une fois cette partie effectuée, l'équipe va se déplacer sur le terrain, afin de **démarcher auprès des populations locales**. Ils demandent au président du Bénin et à son gouvernement l'autorisation de mener des recherches sur le climat. Localement, on demande ensuite l'autorisation au roi du village et au chef des terres d'installer une nouvelle station.

•Pour terminer, **un gardien** est désigné par le chef de village: il veille à ce que la station soit respectée. Le gardien est payé par le projet AMMA 4000 FCFA/mois (6 €/mois).

•Les **techniciens béninois** de l'IRD, assurent les relevés ainsi que l'entretien de tous les appareils de mesure de l'observatoire lors de tournées régulières (mensuelle).

•Lorsque tout est en place, le scientifique responsable ne retourne que **une fois par an en moyenne** sur le terrain afin de faire l'étalonnage des capteurs et contrôler le dispositif.

Au Bénin, il y a 4 stations météorologiques entretenues par le programme AMMA, présentées si-dessus.

Les prévisions météorologiques peuvent augmenter les revenus agricoles

- améliorer la précision
 - améliorer la diffusion
- } réduction insécurité alimentaire et pauvreté

La *Presao*: forum de prévisions des pluies en Afrique de l'Ouest

- Difficultés circulation des informations jusqu'aux paysans

• Les buts à long terme du projet AMMA-CATCH sont de **réduire l'insécurité alimentaire, améliorer la répartition des ressources en eaux et diminuer les maladies.**

• Selon une étude (IRD, fiche scientifique 372, Gaëlle Courcoux) réalisée au Niger par des chercheurs de l'IRD et leurs partenaires, les prévisions météorologiques permettraient **d'augmenter de 30% les revenus des producteurs de mil au Niger.** Il suffirait **d'ajuster leurs stratégies agricoles aux prévisions de la saison des pluies.** Cependant, le véritable impact des prévisions climatiques sur l'économie agricole **reste encore à préciser.**

• **Améliorer la précision des projections des saisons des pluies, et la diffusion de l'information auprès des paysans** peut être un véritable progrès pour le développement de l'agriculture, **même dans les pays sahéliens où les pluies sont très faibles et irrégulières.** Les conséquences seraient la réduction de l'insécurité alimentaire et de la pauvreté de très nombreux petits producteurs. L'autre moyen d'augmenter les rendements est de mettre des fertilisants, ce que ne peuvent faire les paysans qui n'ont pas de liquidités.

• De nombreux organismes travaillent déjà sur la question, comme l'IRD, le CIRAD, le CIRED et l'AGRYMET (Agriculture, hydrologie, météorologie).

• Il a été mis en place un système de données, **la Presao** (Prévisions saisonnières des pluies en Afrique de l'Ouest). C'est un **forum annuel** qui produit dès le mois de mai une prévision de **la quantité de pluie à venir de juillet à septembre sur l'Afrique de l'Ouest.** Les données sont distribuées auprès **d'organismes météorologiques de chaque pays d'Afrique de l'Ouest,** mais **arrivent très rarement jusqu'aux petits paysans.** Dès lors, malgré l'intérêt démontré d'étudier les prévisions météorologiques

dans cette région du monde, il est **difficile de voir la l'impact potentiel de cet outil sur l'économie agricole**. Ce sont sur ces objectifs que défend le projet ESCAPE (Environmental and social changes in Africa: past, present and future).

AMMA permet la formation de nombreux étudiants

MAIS en place depuis 10 ans

- pas d'augmentation de la sécurité alimentaire
- modèles de projections pas encore fiables



Le projet AMMA-CATCH est en place depuis 10 ans.

- Le projet a montré plusieurs points positifs, surtout au **niveau de la formation** et de la **compréhension du système de mousson** comme par exemple l'importance de la dépression thermique qui n'était pas connue avant l'expérience AMMA. De nombreux étudiants originaires de l'Afrique de l'Ouest ont travaillé en partenariat avec les chercheurs du LTHE, et ont pu échanger des connaissances. De retour dans leurs pays natifs, ils ont pu agir auprès de leurs autorités, et mettre en place de nouveaux procédés pour favoriser la connaissance du système de mousson, préalable indispensable à l'amélioration de la sécurité alimentaire.

- Néanmoins, **il n'a pas encore de résultats concluant sur la diminution de l'insécurité alimentaire**. En effet, le traitement de données météorologiques est long et les conclusions sont obtenues tardivement. De plus, les chercheurs utilisent **5 modèles de projections qui ne sont pas fiables à 100%**. Il ne s'agit pas de donner des informations erronées aux agriculteurs.

✘ Points positifs

Outils informatiques

Travail collectif et autonome

La recherche

Faire partie d'un organisme

Nouvelles connaissances

✘ Points négatifs

Pas de terrain

Travail uniquement informatique

Manque d'information sur le terrain

Ce stage a été bénéfique sur plusieurs points.

- J'ai pu améliorer mon utilisation des outils informatiques.
- J'ai pu évoluer au sein d'une équipe, en ayant les mêmes objectifs de recherches. J'ai assisté à des présentations d'articles ou encore des soutenances de thèses. J'ai découvert de nouveaux domaines, et travaillé avec plusieurs personnes qualifiées, dont chacun avaient son domaine de compétence. J'ai côtoyé des chercheurs, des thésards, des techniciens et des stagiaires. Ceux-ci m'ont aidé au cours de mon étude et répondu à mes interrogations.
- J'ai découvert avec enthousiasme l'ambiance de travail dans un laboratoire de recherche: savoir s'organiser pour travailler individuellement et collectivement. Beaucoup de mes collègues se sont rendu disponible pour m'aiguiller, surtout ma maitre de stage.
- J'ai réussi à donner mon opinion en tant que agronome dans un sujet rassemblant plusieurs disciplines. J'ai pu émettre des critiques sur un projet international comme AMMA-CATCH. J'ai aimé travailler avec un organisme comme l'IRD, et je suis contente de pouvoir découvrir une autre structure du même type, durant pour prochain stage de césure (CIRAD).
- J'ai acquis beaucoup de connaissances sur le phénomène de mousson, en climatologie et en hydrologie. J'ai découvert de multiples appareils de mesure. J'ai aussi pris connaissances des enjeux de la recherche, la difficultés d'obtenir des fonds, ne pas se décourager lorsque les résultats sont mauvais, et surtout, s'interroger sur tout! Des compétences que je n'aurais pas pu apprendre à l'école.

- Cependant, je regrette de ne pas avoir pu aller sur le terrain, je n'ai découvert que un aspect du projet de recherche. Le traitement de données est un travail nécessaire mais rébarbatif. Je sais que au cours de ma carrière, j'aimerai pouvoir alterner les recherches sur le terrain, et le travail dans un bureau. Je ne pourrai pas rester derrière un ordinateur toute la journée.
- Il m'a été difficile d'obtenir des informations sur le déroulement du projet sur le terrain. Je n'ai pu en parler que avec ma maitre de stage. J'aurai aimé pouvoir en discuter avec d'autres acteurs.

- ✘ L'importance de la mousson et les facteurs qui en découlent
- ✘ Les difficultés de la recherche
- ✘ Nouvelles compétences
- ✘ Influence sur mon projet professionnel

SAADS 2009



Pour conclure, ce stage a été très enrichissant sur plusieurs points.

- J'ai développé des connaissances en climatologie, et l'influence qu'elle peut avoir sur l'agriculture, surtout dans des pays subissant de grandes sécheresses.

J'ai aussi compris à quel point ces problèmes de sécurité alimentaire n'étaient pas seulement due au dérèglement climatique, mais aussi aux problèmes de circulation de l'information (entre autre).

- La recherche traitant des données climatologique est longue, et prends du temps pour arriver à des conclusions pertinentes. Il est très difficile actuellement de prévoir le climat dans 50 ans.

- J'ai appris à organiser mon temps de travail. Durant ces 6 semaines, j'ai exploité de multiples données climatologiques, selon différentes possibilités d'études. Je me suis rendu compte à quel point il était complexe de rester centré sur un aspect, et de ne pas être submergé par la quantité d'information.

- J'ai aimé travailler dans le milieu de la recherche, malgré l'absence de terrain. J'ai ainsi pu découvrir un des aspect du travail de l'ingénieur agronome. Travailler avec des spécialistes dans différents domaines autres que le mien m'a beaucoup appris.

Je suis contente de commencer mon année de césure par un autre stage en

recherche. Je vais pouvoir participer à un autre projet de recherche sur une période plus longue, et aller sur le terrain, ce qui m'a manqué à Grenoble.



Je tiens à remercier Sylvie Galle, ma maître de stage au sein du LTHE et Oliver Philippon, mon tuteur de stage, de m'avoir encadré au cours de mon stage de deuxième année.

9/ Bibliographie

✖ Ouvrage

IMPETUS Atlas du Bénin, résultats de recherche 2000-2007. *Dr Judex, Dr Thamm, Dr Röhrig et Dr Schulz*

Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. *Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes et Martin Smith.*

✖ Mémoires de stage

Téledétection au Bénin, établissement d'une carte d'occupation de sols et étude de la dynamique de la végétation. *Bel Caroline*

Evolution des variables météorologiques sur le haut bassin de l'Ouémé et l'influence sur l'évapotranspiration de référence. *Roko Flore B. A.*

Les variations de la transpiration de la strate ligneuse en environnement soudano-guinéen. *Serviere Magali*

Calcul de l'ETP PENMAN-MONTEITH à différents pas de temps sur quatre sites du haut bassin de l'Ouémé. *Djikou Sylvain M.*

✖ Article

Météo Tropical. AMMA, une étude multidisciplinaire de la mousson ouest-africaine. *Redelsperger JL, Diedhiou A., **

Variabilités interannuelle et intra-saisonnière des pluies aux échelles hydrologiques. La mousson ouest-africaine en climat soudanien. *Galle Sylvie et Le Lay Matthieu donner le titre du journal*

Prédire la pluie pour réduire l'insécurité alimentaire. *Courcoux Gaëlle*

Journal of hydrology. Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990-2007) *Thierry Lebel, Abdou Al*

✖ Site web

LTHE: www.lthe.fr

IRD: www.ird.fr

Campbell scientific: www.campbellsci.co.uk

Ajouter le rapport du GIEC (sur le web)

SAADS 2009, Montpellier Supagro, IRC

30

* *Flamant C., Janicot S., Lafore JP., Lebel T., Polcher J., Bourles B., Caniaux G., De Rosnay P., Desbois M., Eymard L., Fontaine B., Geneau I., Ginoux K., Hoepffner M., Kane C., Law K., Mari C., Marticorena B., Mougin E., Pelon J., Peugeot C., Protat A., Roux F., Sultan B., Van Den Akker E.*