

HYDRUS

Une école de terrain sur l'HYDRologie des zones soudaniennes de Socle Cas d'étude : la haute vallée de l'Ouémé (Bénin)



Du 14 juillet au 21 juillet 2013, le LMI PICASS'EAU associé à l'Université d'Abomey Calavi (UAC, Bénin) a coordonné la première édition de l'école de terrain HYDRUS sur l'hydrologie des zones soudaniennes de socle. L'école s'est déroulée au nord du Bénin, dans la haute vallée de l'Ouémé, site soudanien de l'Observatoire hydrométéorologique long terme Amma-Catch (<http://www.amma-catch.org/>).

L'école a constitué une offre de formation conjointes au master d'Hydrologie Appliquée (Faculté des Sciences et Techniques Sciences Agronomique, FAST/UAC), au master « Génie rural, eau, pêche et aquaculture » (Faculté des Sciences Agronomique, FSA/UAC) et au master « Eau » (Université de Montpellier 2).

L'école vise à former les stagiaires aux techniques d'observation, de quantification et suivi des différents termes du bilan hydrologique en zone soudanienne. L'école de terrain HYDRUS, tout comme son homologue HYDRARIDE en zone semi-aride répond à des besoins clairement identifiés: les étudiants européens ont peu de connaissance des réalités du terrain en milieu tropical, alors que leurs homologues africains souffrent parfois d'un manque /insuffisance de savoir faire technique.

Cette édition pilote a bénéficié du soutien financier du LMI PICASS'EAU et de l'Université Montpellier 2. Un appui logistique (mise à disposition de véhicules et chauffeurs) a été fourni par la représentation de l'IRD au Bénin et par l'UAC.

Encadrants et stagiaires ont logé au Centre Saint Ambroise de Djougou. Les stagiaires étaient au nombre de 15 (12 étudiants de niveau Master 1, Master 2 et 3 techniciens et ingénieurs de la Direction Générale de l'Eau du Bénin). 10 étudiants provenaient à part égales des 2 masters de l'UAC, les deux restants venaient de France. Il faut noter que parmi les étudiants masters de l'UAC, 3 de nationalité nigérienne avaient fait leur licence à l'université Abdou Moumouni de Niamey. De nombreux questions et échanges durant la semaine de l'école de terrain ont résulté de cette diversité d'origine des étudiants.

L'école de terrain était organisée en ateliers centrés sur les différentes composantes du bilan hydrologiques (précipitation, écoulement, stocks souterrain, évapotranspiration) et des

éléments modulant le bilan (végétation, caractéristiques du sol). Chaque atelier se composait d'une partie pratique en matinée sur le terrain (découverte et manipulation des instruments) et d'une partie plus théorique l'après-midi en salle au Centre St. Ambroise (description de la composante traitée du bilan, traitement des données collectées, principe de l'instrument de mesure). La soirée était réservée à une introduction aux ateliers du lendemain. La dernière journée a permis de faire une synthèse des activités réalisées et à une mise en perspective historique des différents termes du bilan hydrologique sur l'Ouémé supérieure en relation avec la variabilité climatique et la déforestation. Enfin, les stagiaires ont été sollicités pour une évaluation écrite de l'école.

La répartition de l'équipe pédagogique par atelier était la suivante :

- atelier hydrogéophysique : Nicaise YALO (FAST/UAC),
- atelier végétation : Bil ISSOUFOU (Université de Maradi), Josiane SEGHERI (HSM, IRD) et Béranger AWESSOU (FSA/UAC)
- atelier infiltration et humidité du sol Maurice AHOUANSOU (FSA/UAC)
- atelier précipitation Emmanuel LAWIN (FAST/UAC) et Simon AFOUDA (LTHE, IRD)
- atelier écoulement : Luc SÉGUI (HSM, IRD) et Simon AFOUDA
- atelier stock souterrain : Luc SÉGUI, Émile PAGOU (IRD Bénin), Alexandro PISANO (LTHE, IRD)
- atelier évapotranspiration : Alexandro PISANO

Le contenu des ateliers est succinctement décrit ci-dessous :

Atelier Hydrogéophysique

L'atelier hydrogéophysique s'est mise en place autour de la délimitation latérale et de la profondeur des zones humides. La chronologie du déroulement des activités de cet atelier a commencé par un bref rappel des notions théoriques fondamentales de la méthode de prospection en résistivité Direct Current.

Sur le terrain deux sous-groupes ont été constitué pour la réalisation de la campagne hydrogéophysique. Cette campagne a débuté par la réalisation d'un profil de résistivité incluant le déploiement de la flûte, l'implantation des électrodes et la manipulation du résistivimètre Syscal-Kid. La campagne s'est achevée par la réalisation de quelques sondages électriques. L'atelier lui-même s'est poursuivi au laboratoire par la prise en main du logiciel d'inversion des données « IPI2Win » pour la construction et l'interprétation des logs de sondages.



Atelier Stock souterrain

L'atelier était centré sur le suivi des stocks hydriques par sonde à neutron dans la zone superficielle jusqu'à la nappe. Les stagiaires ont été initiés à la manipulation d'une sonde à neutron et aux principes de précaution à mettre en œuvre lors de son utilisation. En salle, ils ont découvert les différentes étapes préalables avant l'estimation du stock hydrique (étalonnage de la sonde à neutron, estimation des densités des différents horizons de sol, calcul des humidités volumiques et estimation des incertitudes, intégration des humidités volumiques sur toute la colonne de



sol pour le calcul du stock). Des relevés piézométriques ont été conjointement réalisés par les étudiants sur le versant où s'effectuaient les mesures neutroniques. Une discussion a été menée sur les différences entre aquifère de socle et aquifère sédimentaire.

Atelier Précipitation

Cet atelier était organisé autour des techniques de passage de l'échelle ponctuelle à l'échelle régionale. Par ailleurs l'échelle de l'intensité des événements pluvieux a été abordée. Dans la matinée, les stagiaires ont découvert ou redécouvert un appareil de mesure de la pluie (pluviographe à augets basculeurs) et son mode de fonctionnement, l'échelle d'échantillonnage associée, les types de pannes et la maintenance périodique. En soirée, les stagiaires ont revisité les méthodes statistiques d'analyse fréquentielle des précipitations à l'échelle ponctuelle. Ils ont dépouillé un épisode pluvieux et calculé les intensités en 5 minutes puis représenté l'hyétogramme de l'événement pluvieux sélectionné. Une méthode de passage de l'échelle ponctuelle à l'échelle spatiale régionale sur l'observatoire, notamment le krigeage basé sur l'outil variogramme a été présentée aux stagiaires, suivi d'une application avec le logiciel surfer.



Atelier Écoulement

L'atelier était construit autour de l'élaboration des chroniques de débit en rivière. Les étapes abordées étaient le choix de la section de mesure, les appareils existants de mesure de niveau d'eau et leurs principes, la construction des courbes de tarage. Sur le terrain après une présentation des instruments de suivis des hauteurs d'eau (sonde de pression, limnigraphe à flotteur avec roue codeuse), les stagiaires ont été initiés à la mesure des écoulements. Faute de hauteurs d'eau en rivière suffisante cette année mi-juillet, seuls des jaugeages par verticales (perche avec courantomètre électromagnétique) ont pu être réalisés sur le site de Donga Pont. Les jaugeages intégrateurs (Méthode Ultrasonique à effet Doppler : ADCP) ont été présentés en salle. Les stagiaires ont dépouillés les jaugeages réalisés à l'aide du logiciel libre Hydraccess (<http://hydraccess.software.informer.com/>)



Atelier Évapotranspiration

L'atelier dédié aux mesures d'évapotranspirations a pris place dans un premier temps autour de 3 visites de stations bioclimatiques, toutes caractérisées par un environnement différent. Le but était de présenter aux stagiaires, les instruments météorologiques que peuvent utiliser les hydrologues, physiciens et agronomes pour analyser et évaluer l'évapotranspiration d'un site. Dans un second temps, l'atelier s'est organisé autour d'une séance de travaux dirigés consacré



aux traitements des données. Cette fois-ci le but était de présenter le concept d'évapotranspiration ainsi que les différentes définitions qui lui sont associées de manière détaillée. Le calcul de l'évapotranspiration potentielle PENMAN- MONTEITH a été réalisé à partir des données d'un site visité.



Atelier Infiltration et humidité du sol

Les stagiaires ont réalisé un essai d'infiltration double anneau dans un bas-fond et ont prélevé des cylindres de sol afin de déterminer humidité pondérale, densité et humidité volumique par pesée et passage à l'étuve.

Atelier Végétation

L'atelier était construit autour de la mesure de la consommation en eau de la végétation, avec l'exemple de la mesure de la transpiration ligneuse plus précisément. Il s'appuyait sur un cours théorique (contexte conceptuel), une journée de TP (mesures sur le terrain) et un après midi de TD (calcul de la transpiration à partir de différentes méthodes). Le cours était structuré en trois parties 1) pour leur survie, les végétaux sont le siège d'échanges de gaz (eau et carbone) à travers la photosynthèse et la respiration, 2) l'extraction de l'eau du sol et sa circulation dans la plante sous forme de sève brute est possible grâce à l'appel transpiratoire de la plante et la tension de sève le long du continuum sol-plante-atmosphère, 3) les différents appareils de mesure de la transpiration et du potentiel hydrique aux échelles de la feuille et de l'arbre ont été présentés et leur fonctionnement décrit en focalisant sur ceux que les étudiants allaient manipuler le lendemain dans le cadre des TP. La journée de TP a été consacrée à des mesures du potentiel hydrique foliaire à l'aide de la presse hydraulique, et des mesures de la conductance stomatique à l'aide du poromètre AP4. Les exercices effectués au cours des TD qui ont suivi les TP consistaient en trois parties également 1) calculer et rendre lisible sous forme de courbe les variations intra-journalières de la transpiration foliaire à partir de données météorologiques et de conductance stomatique 2) calculer la transpiration d'un arbre entier à partir des mesures de flux de sève 3) réfléchir et discuter les différences observées entre les deux échelles (feuille et arbre entier).

