

Proposition de sujet de thèse 2022

(A remplir par les équipes d'accueil et à retourner à Isabelle HAMMAD : hammad@cerege.fr
*à renseigner obligatoirement pour la validation du sujet, (1) : A remplir lors de la campagne d'attribution des allocations, à l'issue de la session de juin des Masters

Sujet de doctorat proposé *:

Développement d'un modèle pluie-débit intégrant des traceurs conservatifs (isotopes stables et Chlorures) pour la quantification des flux hydrologiques en climat soudano-sahélien

Encadrant(s), nom, prénom, adresse mail *:

VALLET-COULOMB Christine vallet@cerege.fr

GONCALVES Julio goncalves@cerege.fr

Laboratoire *: CEREGE

Tableau récapitulatif du sujet

Candidat(e) (1)	
Nom - Prénom :	
Date de naissance :	
Licence (origine, années, mention) :	
Mention et classement au Master 1 année (Xème sur Y)	
Mention et classement au S3 du Master 2 (Xème sur Y)	
Mention et classement au S4 du Master 2 (Xème sur Y)	
Mention et classement au M2 (année) (Xème sur Y)	
MASTER (nom, université)	
Sujet de doctorat proposé*	
Encadrants (2 max, indiquer si HDR ou pas)*	
Laboratoire*	
Programme finançant la recherche (indiqué si obtenu ou envisagé) (1)	

Sujet de doctorat proposé*

Intitulé* :

Développement d'un modèle pluie-débit intégrant des traceurs conservatifs (isotopes stables et Chlorures) pour la quantification des flux hydrologiques en climat soudano-sahélien

Descriptif *:

Dans les régions soudano-sahéliennes d'Afrique de l'Ouest, le climat est marqué par une forte variation saisonnière et inter-annuelle des pluies et une évapotranspiration qui représente souvent plus de 80% des précipitations annuelles. Les rivières coulent de manière intermittente, avec des périodes d'assèchement qui durent plusieurs mois par an, et des crues annuelles d'intensités très variables. Le recours à la ressource en eau

souterraine est donc indispensable, mais cette ressource est fragile et difficile à quantifier. Les modèles pluie-débit sont un outil précieux pour évaluer et prévoir les impacts des variations environnementales et climatiques sur la ressource en eau, mais simulent très mal les flux de recharge, qui représentent souvent moins de 5 % des précipitations. L'évaluation des échanges surface-souterrain (recharge, débit de base, évapotranspiration), et des volumes stockés à l'échelle d'un bassin versant est nécessaire pour comprendre la résilience des hydrosystèmes de surface et souterrains face à la variabilité du climat. Par ailleurs, une meilleure compréhension du rôle de la couverture végétale dans la variabilité des bilans hydrologiques implique de pouvoir séparer les flux de transpiration et d'évaporation.

Récemment, l'intégration des traceurs isotopiques dans les modèles hydrologiques a montré son efficacité pour une calibration plus réaliste des flux et des temps de résidence dans les différents compartiments du cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant, et pour une partition de l'évapotranspiration. Néanmoins, aucun des travaux publiés ne s'est attaché à des bassins versant de taille régionale (>10000 km²) en contexte tropical semi-aride, malgré l'importance des enjeux. Dans ces contextes climatiques, les travaux de l'équipe du CEREGE ont montré que les bilans de Chlorures sont fortement excédentaires à l'échelle d'un bassin versant, suggérant ainsi une déconnexion hydraulique d'une grande partie de la surface. Dans les zones déconnectées l'intégralité des pluies est reprise par l'évapotranspiration, les sels sont stockés dans la zone non saturée, et la signature isotopique de ces surfaces est perdue lorsqu'elle est mesurée à l'exutoire du bassin versant. Ces spécificités impliquent une adaptation des modèles existants.

L'objectif de cette thèse est de proposer un outil de modélisation pluie-débit parcimonieux, intégrant des traceurs conservatifs complémentaires (isotopes stables et chlorures) pour une simulation des flux de recharge et d'évapotranspiration à l'échelle d'un bassin versant. Il s'appuie sur une base de données isotopiques considérable, et un grand nombre d'échantillons disponibles au CEREGE sur les précipitations, les rivières, et les eaux souterraines au Bénin et au Tchad. Ces données et ces échantillons ont été acquis depuis plusieurs années grâce à différents projets : ANR HUMI-17, INSU-EC2CO (TranZCTropic), FFEM, CRP-IAEA, IRD (LMI Viabelleaux), APIC. La thèse s'appuiera également sur les données hydro-climatiques de l'observatoire AMMA-Catch au Bénin, et l'expertise des personnels impliqués. Le travail comportera un volet analytique et un volet de modélisation. Le volet analytique consistera à 1) compléter la base de données isotopiques déjà importante et 2) analyser la concentration en chlorures des échantillons déjà collectés et disponibles. Le volet modélisation consistera à 1) évaluer et comparer les différents modèles existants ayant intégré les isotopes stables, en collaboration avec les équipes qui les ont développés, 2) adapter une version simplifiée d'un modèle, en y intégrant les concentrations en Chlorures, et 3) évaluer ce modèle sur différents sites, dans le cadre de collaborations existantes et à développer ; et 4) le rendre utilisable et disponible à la communauté scientifique en Afrique.

Plusieurs modèles hydro-isotopiques existants seront inclus dans ce travail, incluant à la fois des collaborations nationales (GET, IGE, HSM), et internationales, notamment en s'appuyant sur le réseau qui s'est constitué dans le cadre du projet de recherche coordonné (CRP) financé par l'IAEA (Isotope-enabled Models for Improved Estimates of Water Balance in Catchments). Les travaux de cette thèse permettront de nourrir et renforcer le partenariat initié avec l'Université Abomey Calavi / Institut National de l'Eau au Bénin, à travers le LMI REZOC. Ils compléteront également le travail en cours en partenariat avec l'Université de N'Djaména, et financé par l'IAEA et le LMI VIABELLEAUX (Tchad).

Détail du Programme finançant la recherche* :

Ce travail bénéficiera du soutien d'un nouveau CRP-IAEA (isotopic assessments of hydrological changes in wetlands and dependent groundwater systems due to land use and climate changes ; PI Abdallah Mahamat Nour), ainsi que du LMI Viabelleaux (Tchad) pour l'acquisition de nouvelles données.

En outre, des financements complémentaires seront recherchés et notamment une demande de financement auprès de l'INSU (EC2CO-HYBIGE 2023).

Directeur(s) de thèse proposé(s)*

(limiter au plus à deux personnes principales, dont au moins une titulaire de l'HDR)

Directeur HDR proposé*

Nom - Prénom : VALLET-COULOMB Christine

Corps : MCF AMU

Laboratoire : (i.e. formation contractualisée de rattachement, éventuellement équipe au sein de cette formation) :

CEREGE – RRH

Adresse mail : vallet@cerege.fr

Choix de cinq publications récentes (souligner éventuellement les étudiants dirigés co-signataires) :

Outrequin C., Alexandre A., Vallet-Coulomb C., Piel C., Devidal S., Landais A., Couapel M., Mazur J.C., Peugeot C., Pierre M., Prié F., Roy J., Sonzogni C., Voigt C. (2021) The triple oxygen isotope composition of phytoliths, a new proxy of atmospheric relative humidity: controls of soil water isotope composition, temperature, CO₂ concentration and relative humidity. *Climate of the Past* 17, 1881–1902, 2021. <https://doi.org/10.5194/cp-17-1881-2021>

Mahamat Nour A., Vallet-Coulomb C., Gonçalves J., Sylvestre F., Deschamps P. (2021) Rainfall-discharge relationship and water balance over the past 60 years within the Chari-Logone sub-watersheds, Lake Chad basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 35, 100824. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100824>

Vallet-Coulomb C., Couapel M., Sonzogni C. (2021) Improving memory effect correction to achieve high precision analysis of d17O, d18O, d2H, 17O-excess and d-excess in water using cavity ring-down laser spectroscopy. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 35(14). <http://doi.org/10.1002/rcm.9108>

Gonçalves J., Mahamat Nour A., Bouchez C., Deschamps P. Vallet-Coulomb C. (2020) Recharge and baseflow constrained by surface water and groundwater chemistry: case study of the Chari river, Chad basin. *Hydrogeology Journal*, 29(703-722). DOI 10.1007/s10040-020-02259-y.

Mahamat Nour A., Vallet-Coulomb C., Bouchez C., Ginot P., Doumnang J.C., Sylvestre F., Deschamps P. (2020) Geochemistry of the Lake Chad tributaries under strongly varying hydro-climatic conditions. *Aquatic Geochemistry*. 2020, 26(1), pp.3-29 <https://doi.org/10.1007/s10498-019-09363-w>

Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années*

Nom : Outrequin Clément

Intitulé : Signature en 17O-excess de la silice des plantes : vers un nouvel indicateur de l'humidité atmosphérique

Type d'allocation : MRES

Date de début de l'allocation de doctorat : décembre 2017

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : janvier 2022

Programme finançant la recherche : ANR HUMI-17

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : en transition

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50 %

Nom : Mahamat Nour Abdallah

Intitulé Fonctionnement hydrologique, chimique et isotopique du principal affluent du lac Tchad : le système Chari-Logone

Type d'allocation : MAE – bourse SCAC Sandwich

Date de début de l'allocation de doctorat : Novembre 2015

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : juillet 2019

Programme finançant la recherche : financement coordonné FFEM/AFD/CBLT

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : enseignant-chercheur à l'Université de N'Djamena

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50 %

Autre directeur proposé (éventuellement)*

Nom - Prénom : Gonçalves Julio

Corps : Pr

Adresse mail : gonalves@cerege.fr

Laboratoire (i.e. formation contractualisée de rattachement, éventuellement équipe au sein de cette formation) : CEREGE-RRH

Choix de cinq publications récentes (souligner éventuellement les étudiants dirigés co-signataires) :

Mahamat Nour, A., C Vallet-Coulomb, J Gonçalves, Florence Sylvestre (2021) Rainfall-discharge relationship and water balance over the past 60 years within the Chari-Logone sub-basins, Lake Chad basin, Journal of Hydrology: Regional Studies 35, 100824.

Gonçalves, J., A Mahamat Nour, C Bouchez, P Deschamps, C. Vallet-Coulomb (2020) Recharge and baseflow constrained by surface-water and groundwater chemistry: case study of the Chari River, Chad basin, Hydrogeology Journal, 29, pages 703–722.

Gonçalves, J., P Séraphin, T Stieglitz, A Chekireb, B Hamelin, P. Deschamps (2021) Coastal aquifer recharge and groundwater–seawater exchanges using downscaled GRACE data: case study of the Djeffara plain (Libya–Tunisia), Comptes Rendus. Géosciences 353, 297-318.

Gonçalves Julio; Deschamps, Pierre; Hamelin, Bruno; Vallet-Coulomb, Christine; Petersen, Jade; Chekireb, Amine (2020) Revisiting recharge and sustainability of the North-Western Sahara aquifers. Regional Environmental Change; 20: 47. doi:10.1007/s10113-020-01627-4

Bouchez, C., Pierre Deschamps, Julio Goncalves, Bruno Hamelin, Abdallah Mahamat Nour, Christine Vallet-Coulomb & Florence Sylvestre (2019) Water transit time and active recharge in the Sahel inferred by bomb-produced ³⁶Cl, Scientific Reports, 9: 7465. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43514-x>

Thèses encadrées ou co-encadrées au cours des quatre dernières années*

Nom : Quentin Giraud

Intitulé : Modélisation du devenir de contaminants organiques volatils dans le sol

Type d'allocation : CIFRE

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/02/2014

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) : 19/10/2018

Programme finançant la recherche :

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) : Hydrogéologue à INTERA

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50%

Nom : Thibaut Garin

Intitulé : Contraintes géochimiques et hydrologiques sur la ressource en eau dans le bassin versant de l'Huveaune

Type d'allocation : BRGM-Région

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/10/2018

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : KARST-HUVEAUNE (Financement Région, Département 13)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50%

Nom : Jérôme Texier

Intitulé : Rôle d'auto-épuration des berges dans le transfert de contaminant : cas du champ captant de la Jouve sur le Rhône

Type d'allocation : Contrat Protis Valor – Financement Agence de l'Eau RMC

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/10/2018

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : Nappe-Rhône (Financement AE RMC, Syndicat Rhône-Ventoux, SUEZ)

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50%

Nom : Amine Chekireb

Intitulé : Modélisation Hydro-économique du Système d'aquifères du Sahara Septentrional

Type d'allocation : Bourse Inter-ED AMU

Date de début de l'allocation de doctorat : 01/10/2018

Date de soutenance (si la thèse est soutenue) :

Programme finançant la recherche : Financement ECCOREV

Situation actuelle du docteur (si la thèse est soutenue) :

Pourcentage de participation du directeur à l'encadrement en cas de co-direction : 50%