



**HAL**  
open science

## Impacts sur le climat régional induits par l'immersion d'une zone aride : cas de Chott Jérid (sud de la Tunisie).

Bilel Fathalli, Thierry Castel, Benjamin Pohl, M.J. Safi

### ► To cite this version:

Bilel Fathalli, Thierry Castel, Benjamin Pohl, M.J. Safi. Impacts sur le climat régional induits par l'immersion d'une zone aride : cas de Chott Jérid (sud de la Tunisie).. 30ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Jul 2017, Sfax, Tunisie. pp.479-484. hal-01585084

**HAL Id: hal-01585084**

**<https://hal.science/hal-01585084v1>**

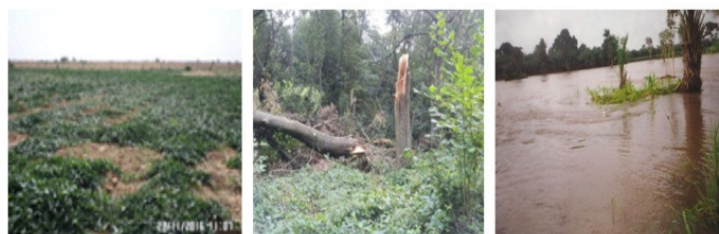
Submitted on 23 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Climat, ville et environnement

## Actes du colloque



**3-6 juillet 2017  
Sfax (Tunisie)**



Editeurs scientifiques  
Salem DAHECH et Sami CHARFI

Colloque de l'AIC organisé par l'université de Sfax (FLSH, lab SYFACTE) en collaboration avec l'Association Tunisienne de Climatologie

## IMPACTS SUR LE CLIMAT RÉGIONAL INDUITS PAR L'IMMERSION D'UNE ZONE ARIDE : CAS DE CHOTT JÉRID (SUD DE LA TUNISIE)

FATHALLI B.<sup>1</sup>, CASTEL T.<sup>2</sup>, POHL B.<sup>2</sup>, SAFI M J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> École Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Université de Tunis El Manar – Tunisie. bilelfathalli@yahoo.fr

<sup>2</sup> Centre de Recherches de Climatologie, UMR 6282 Biogéosciences, CNRS / Université de Bourgogne Franche-Comté - France

**Résumé :** Ce travail a pour objectif de montrer les impacts éventuels sur le climat régional que pourrait induire l'immersion partielle de Chott Jérid situé au sud de la Tunisie. Des simulations ont été ainsi réalisées avec le modèle climatique régional Weather Research and Forecasting (WRF) dans le but de comparer le climat actuel du chott simulé sur la période 1991-2011 en conditions réelles de l'occupation du sol au climat simulé sur la même période mais en la présence fictive d'une vaste étendue d'eau artificielle (ou lac). Les résultats des comparaisons ont permis de constater que le lac aurait particulièrement une action modératrice sur les températures moyennes de l'air. Le flux de chaleur sensible augmenterait pendant l'hiver et diminuerait pendant l'été alors que les flux de chaleur latente et d'humidité augmenteraient durant tout le cycle annuel mais particulièrement en hiver (notamment en janvier). À l'échelle du domaine, les pluies annuelles moyennes augmenteraient de 14 % environ. Les cumuls saisonniers moyens augmenteraient en hiver d'environ 36% alors qu'ils diminueraient de -17 % en été. Les effets du lac semblent plus liés à des phénomènes locaux, notamment le niveau de stabilité convective de l'air au-dessus du lac, qu'à des processus de large échelle.

**Mots-clés :** lac artificiel, impacts climatiques régionaux, Chott Jérid, WRF.

**Abstract :** This work aims to show the possible impacts on the regional climate that could be caused by the partial immersion of Chott Jérid located in the south of Tunisia. Climate simulations have been carried out using the Weather Research and Forecasting (WRF) model to compare the present climate of the Chott area simulated over the period 1991-2011 under real conditions of land use to the climate simulated in the fictional presence of a vast artificial waterbody (or lake). Comparisons showed that the lake would have a particularly moderating effect on average air temperatures. The sensible heat flux would increase substantially during the winter and decrease during the summer, while latent heat and moisture fluxes would increase throughout the annual cycle, but particularly in winter (especially in January). At the whole domain scale, average annual rainfall would increase by about 14%. Average seasonal rainfall would increase by about 36% in winter, whereas it would decrease by -17% in the presence of the lake in summer. The effects of the lake seem to be linked to local physical phenomena, in particular the level of convective stability of the air above the lake.

**Keywords :** artificial lake, regional climate, Chott Jérid, WRF.

### Introduction

Les surfaces continentales, bien que ne représentant que 30% de la surface terrestre, jouent un rôle majeur dans la variabilité du système climatique. En effet, ces surfaces modulent le cycle de l'eau sur terre (Douville, 2008) grâce aux échanges d'eau, d'énergie et de quantité de mouvement avec les autres composantes du système climatique (en particulier l'atmosphère). Ces échanges dépendent surtout des caractéristiques locales (e.g. occupation du sol et types de paysages : lacs, forêts, déserts, etc.) et physiques (e.g. rugosité, pentes, relief, composition des couches du sol, albédo, humidité du sol, etc.) de la surface continentale (Douville, 2008). Toute perturbation ou modification d'origine naturelle ou anthropique des propriétés des surfaces continentales est ainsi susceptible de modifier l'intensité de ces échanges. Les répercussions sur les bilans d'énergie et hydrique, et sur climat en général, sont ainsi évidentes. Plusieurs études basées sur des simulations climatiques régionales ou globales (e.g. Costa *et al.* 2010, Salih *et al.* 2013, Thierry *et al.*, 2015) ont en effet prouvé que les changements des états de la surface pouvaient influencer le climat de la terre à de multiples échelles de temps. Cette étude cherche alors, en ayant recours à des simulations climatiques régionales, à montrer les impacts probables de l'inondation éventuelle d'une vaste surface terrestre aride située au sud de la Tunisie (Chott El Jérid) sur le climat de la région.



## 1. Mode opératoire

Les simulations climatiques (Fathalli *et al.* 2016) ont été réalisées avec le modèle régional non hydrostatique ARW/WRF (versions 3.3 et 3.4) et consistent en deux ensembles de 10 membres s'étendant chacun sur la période 1991-2011. La première année (1991) est considérée comme la mise à l'équilibre ou « *spin-up* » du modèle et n'est donc pas analysée. Les conditions initiales et aux limites latérales (données dynamiques) du premier domaine sont fournies par les réanalyses européennes ERA-Interim alors que les données géographiques de surface (données statiques) pour les trois domaines de simulation (figure 1) sont fournies par le système d'observation « MODIS ». Le premier ensemble (ou ensemble de contrôle) a été réalisé en conditions actuelles du terrain. Tous les membres de cet ensemble partagent la même approche expérimentale (mêmes données de forçages dynamique et statique) exceptées les conditions initiales atmosphériques qui ont été modifiées en décalant de 6h la date d'initialisation du modèle. La même démarche a été reproduite pour les simulations en présence d'un plan d'eau artificiel (ensemble « *perturbé* »).

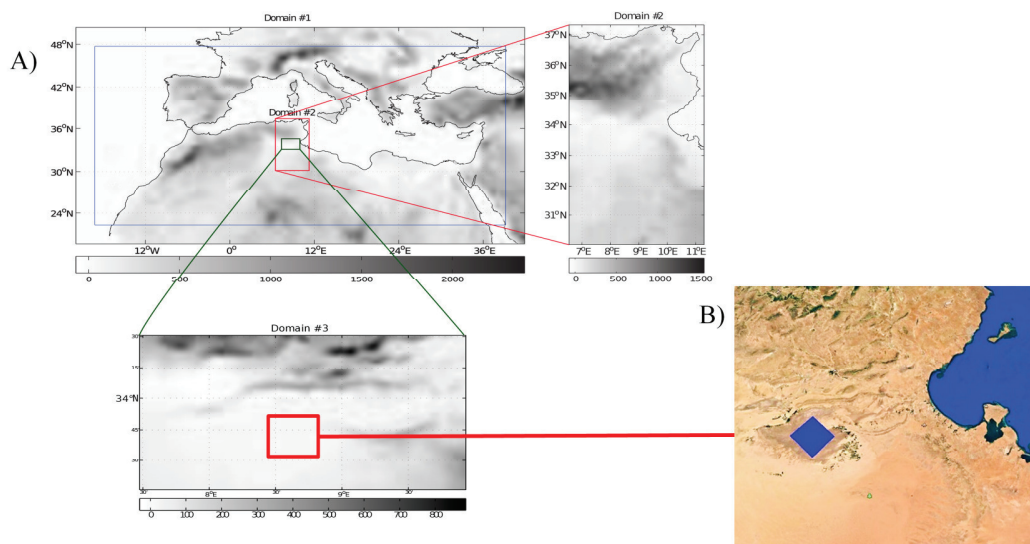


Figure 1. A. Les domaines de simulation, B : Emplacement du plan d'eau artificiel au niveau du Chott

Ces simulations « *perturbées* » ont été réalisées après modification de certaines propriétés de la surface continentale actuelle au niveau de Chott Jérid permettant de créer virtuellement (ou numériquement) ce plan d'eau artificiel (ou lac). Ces modifications ont concerné les données de surface suivantes (interpolées par le modèle WRF aux mailles de simulation) :

- Fraction d'occupation du sol « *Land Use Fraction* » ;
- Indice d'occupation dominante du sol « *Land Use Index* » ;
- Masque de terrain « *Land Mask* » : terre ou eau ;
- Altitudes du terrain ;
- Pentés du terrain.

Le lac a été représenté par un polygone (figure 1). A l'intérieur de ce dernier, le masque de terrain a été ramené à la valeur 0 (surface en eau) et l'indice d'occupation dominante du sol à la valeur 21 ce qui correspond à la catégorie « Lakes » dans MODIS. Les pentes du terrain ont été ramenées à la valeur zéro et les altitudes à leur valeur minimale.

## 2. Résultats

Les effets du lac sur le climat régional du Chott (troisième domaine de simulation) sont analysés aux pas de temps annuel et saisonnier et sont basés sur les différences observées entre les deux ensembles de simulations (ensemble de contrôle et ensemble perturbé).

### 2.1. Effets sur les températures moyennes de l'air en surface

Les différences de températures de l'air en surface calculées sur 20 ans (1992-2011) avec et sans le lac sont représentées en figure 2. A l'échelle de tout le domaine, le lac rafraîchirait légèrement les températures annuelles moyennes de l'air (environ  $-0,1^{\circ}\text{C}$ ). Les températures moyennes hivernales augmenteraient d'environ  $0,42^{\circ}\text{C}$ , avec un maximum d'environ  $4^{\circ}\text{C}$  au-dessus immédiat du lac, alors que les températures estivales diminueraient d'environ  $-0,54^{\circ}\text{C}$  avec un maximum de  $-7^{\circ}\text{C}$  à l'ouest du plan d'eau. Généralement, les températures auraient tendance à diminuer selon un gradient allant du lac vers l'ouest du chott.

Les cycles annuels moyens des températures de surface (moyennées sur 20 ans) avant et après la mise en place du lac sont représentés en figure 3. Les effets du lac les plus marqués concerneraient l'emplacement de cette étendue d'eau sans s'étendre au reste du domaine. Après immersion du chott, les températures moyennes de l'air au-dessus du lac augmenteraient d'environ  $4^{\circ}\text{C}$  en janvier. Elles diminueraient d'environ  $-7^{\circ}\text{C}$  en juillet et août.

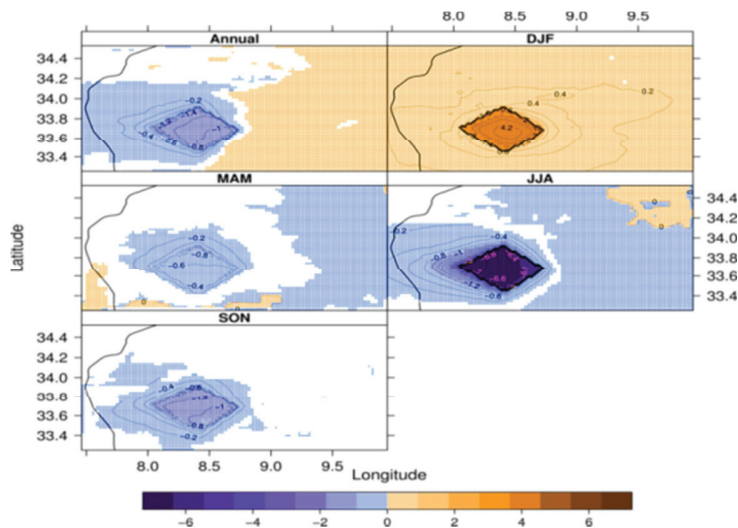


Figure 2. Cartes des différences des moyennes annuelles et saisonnières des températures de l'air à 2m de la surface en chaque point de grille du domaine

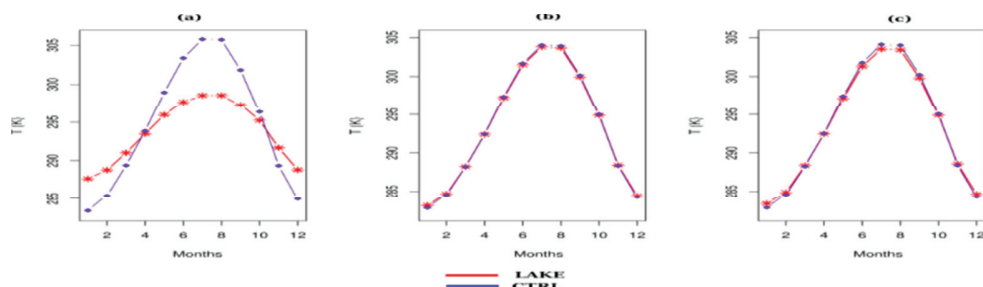


Figure 3. Cycles annuels moyens (1992-2011) des températures de l'air à 2 m de la surface au niveau des points de grille du lac (a), du reste du domaine (b) et de tous les points de grille du domaine (c).

## 2.2. Effets sur les flux de chaleur et d'humidité en surface

Les cycles annuels moyens des flux de chaleur sensible et latente sont respectivement tracés (figures 4 et 5). Une inversion du cycle annuel de la chaleur sensible, en présence du lac, pourrait être remarquée au niveau de l'emplacement exact de ce plan d'eau. Entre les deux séries d'expériences, le cycle annuel moyen du flux de chaleur sensible ne montre pratiquement pas de différences pour le reste du domaine.

En présence du plan d'eau artificiel, une augmentation substantielle des valeurs du flux de chaleur latente pourrait être obtenue durant tout le cycle annuel. Cette augmentation serait marquée en hiver, ce tout particulièrement au niveau des points de grille correspondant au lac. Les flux de chaleur latente varient en effet entre  $\sim 412 \text{ W/m}^2$  en janvier et  $\sim 40 \text{ W/m}^2$  en août (par rapport à  $\sim 4$  et  $\sim 0.3 \text{ W/m}^2$  en conditions actuelles du terrain pendant les mêmes mois).

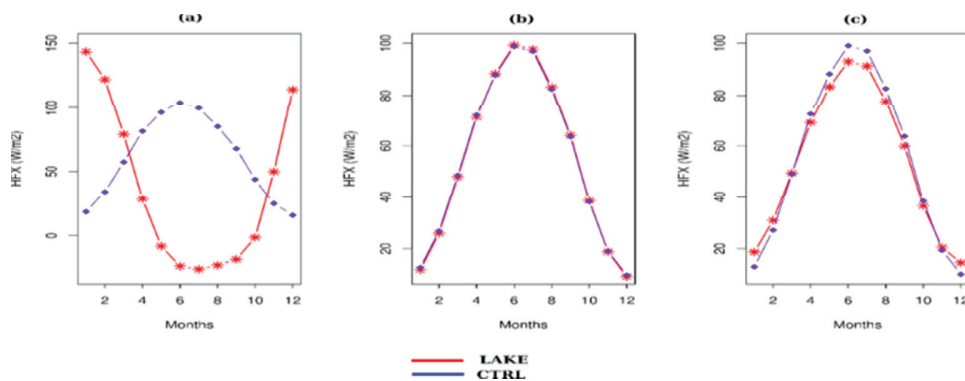


Figure 4. Cycles annuels moyens (1992-2011) des flux de chaleur sensible ( $\text{W/m}^2$ ) en surface au niveau des points de grille du lac (a), du reste du domaine (b) et de tous les points de grille du domaine (c).

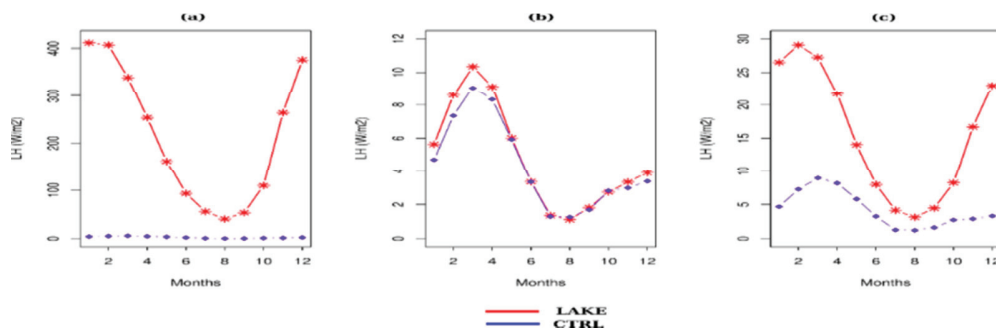


Figure 5. Cycles annuels moyens (1992-2011) des flux de chaleur latente ( $\text{W/m}^2$ ) en surface au niveau des points de grille du lac (a), du reste du domaine (b) et de tous les points de grille du domaine (c).

Par ailleurs, les flux d'humidité ou de vapeur d'eau en surface (non représentés) seraient plus élevés en hiver en présence du lac ( $0,9 \text{ mm/j}$  comme valeur moyenne de tout le domaine). Les augmentations maximales ( $\simeq 16 \text{ mm/j}$ ) s'observeraient également au-dessus du plan d'eau artificiel.

## 2.3. Effets sur les quantités moyennes des pluies

Les différences moyennes des quantités de pluies sont représentées dans la figure 6. Ces différences sont statistiquement significatives en hiver au niveau de l'emplacement exact du lac où les pluies augmenteraient d'environ  $100 \text{ mm}$  (soit  $\sim +400\%$ ).

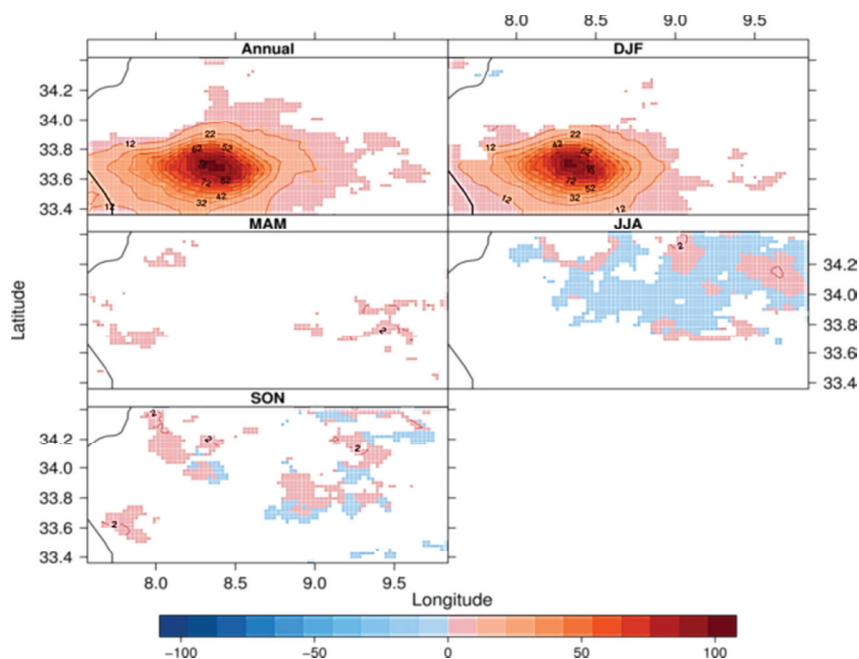


Figure 6. Cartes des différences moyennes et saisonnières des cumuls de pluies (mm)

A ses alentours la hausse des pluies serait plus limitée (+12 mm vers 80 km de part et d'autre du lac). En revanche, des réductions significatives de la pluviométrie, quoique faibles, s'observeraient à l'est du plan d'eau en été. Les cycles annuels moyens des pluies sont représentés en figure 7. En présence du lac, les pluies augmenteraient de manière remarquable en hiver. L'augmentation serait maximale ( $\approx 95$  mm) en janvier, au niveau de l'emplacement de ce plan d'eau. Les quantités moyennes des pluies seraient, d'autre part, pratiquement inchangées pendant le reste du cycle annuel. Toutefois, les quantités moyennes des pluies, en présence du lac, auraient tendance à diminuer pendant l'été, particulièrement en août ( $\approx -9\%$ ) et au début de l'automne (respectivement  $\approx -2\%$  et  $-3\%$  en septembre et octobre).

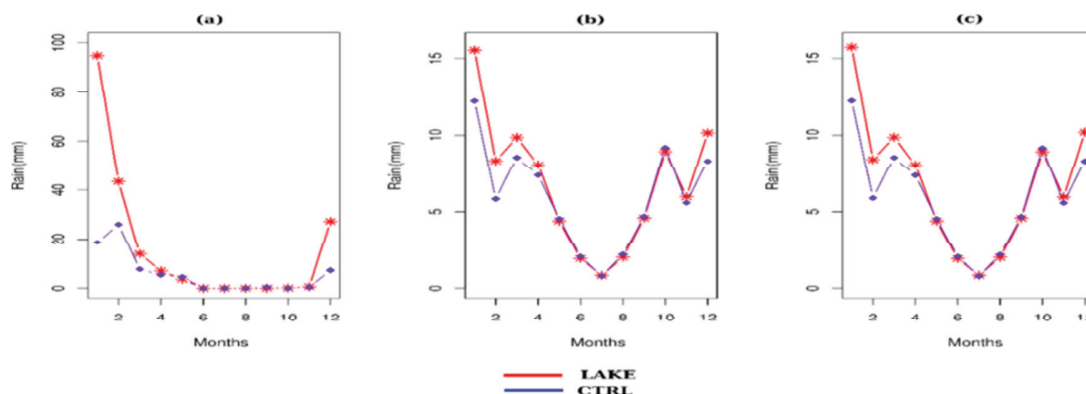


Figure 7. Cycles annuels moyens (1992-2011) des pluies au niveau des points de grille du lac (a), du reste du domaine (b) et de tous les points de grille du domaine (c).

## Discussion et conclusion

Les lacs influencent les masses d'air sus-jacentes grâce aux différences de propriétés physiques entre ces plans d'eau et leur environnement (surfaces terrestres). Les lacs sont en effet caractérisés par leurs grandes capacités et inertie thermiques et sont considérés comme une

source permanente d'humidité et d'énergie statique humide pour l'atmosphère. Le contraste des températures eau - air induit en effet, en hiver, un flux positif de chaleur sensible équivalent à une libération de la chaleur sensible depuis le lac et vers l'atmosphère. Ceci aura comme conséquence de réchauffer les températures de l'air en surface. Cet effet est plus marqué pendant la nuit étant donné que le contraste des températures (eau - air) y est plus élevé. Le phénomène opposé pourrait être obtenu en été. Les flux de chaleur latente augmenteraient durant tout le cycle annuel. Les maxima seraient observés au niveau de l'emplacement du plan d'eau particulièrement en hiver. Ceci peut être expliqué par des taux d'évaporation plus élevés en hiver vu le contraste élevé de températures (températures du lac étant beaucoup plus supérieures à celles de l'air) et les faibles taux d'humidité de l'air sec, favorisant ainsi, en plus de l'action des vents, l'évaporation à partir du lac. Par ailleurs en présence du lac, les quantités moyennes des pluies augmenteraient nettement en hiver notamment sur le plan d'eau lui-même et diminueraient faiblement en été. Cette action sur les pluies pourrait être expliquée par les conditions de stabilité ou d'instabilité thermodynamique saisonnière que pourrait générer le lac. En effet, une instabilité convective pourrait être initiée en hiver quand les basses couches de l'atmosphère sont réchauffées et chargées en humidité suite à la libération d'énergie sensible et latente à partir du lac. L'air en surface devient ainsi suffisamment plus humide et plus chaud qu'en altitude et subit, par conséquent, une ascendance favorisant la formation de nuages et des pluies qui seraient particulièrement abondantes au-dessus du plan d'eau artificiel. En revanche, les températures de l'air seraient plus froides en surface et au-dessus du lac en été que les couches supérieures de l'atmosphère. Cette situation stable inhiberait ainsi les mouvements de convection et la formation des nuages en été. Nos résultats sont en accord avec ceux de certains auteurs qui ont étudié les effets des lacs sur le climat (Holman et al 2012, Notaro et al 2013). Ils nécessitent, toutefois, d'être approfondis en poussant les analyses sur les mécanismes de stabilité/instabilité de la couche limite atmosphérique en présence/absence du lac.

**Remerciements :** Les simulations climatiques ont été réalisées à partir des ressources du Centre de Calcul de l'Université de Bourgogne (CCUB)

## **Bibliographie**

Costa, M.H., Pires G.F., 2010 : Effects of Amazon and Central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. *Int J Climatol* 30: 1970–1979.

Douville, H., 2008 : Influence des surfaces continentales sur la variabilité du cycle hydrologique des échelles inter-annuelle à multi-décennale. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'habilitation à diriger des recherches, 132p

Fathalli, B., Pohl, B., Castel, T., Safi, M.J., 2016 : Dynamical downscaling of temperature variability over Tunisia: evaluation a 21-year-long simulation performed with the WRF model. *J Climatol Weather Forecasting* 4:166. doi:10.4172/2332-2594.1000166

Holman, K.D., Gronewold, A.D., Notaro, M., Zarrin, A., 2012 : Improving historical precipitation estimates around the Lake Superior basin. *Geophys Res Lett.* doi:10.1029/2011GL050468.

Notaro, M., Holman, K., Zarrin, A., Fluck, E., Vavrus, S., Bennington, V., 2013: Influence of the Laurentian Great Lakes on regional climate. *J Climate* 26:789–804.

Salih, A.A.M., Körnch, H., Tjernström, M., 2013 : Climate impact of deforestation over South Sudan in a regional climate model. *Int J Climatol.* 33:2362–2375. doi:10.1002/joc.3586.

Thierry, W., Davin, E., Panitz, H.J, Demuzere, M., Lhermitte, S., van Lipzig, N., 2015 : The impact of the African Great Lakes on the regional climate. *J Clim* 28(10):4061–4085. doi:10.1175/JCLI-D-14-00565.1