

Fiche analytique – Mémoire de Master MUSE

A rendre au secrétariat lors de l'inscription à la soutenance du mémoire

* champs obligatoires

AUTEUR*	NOM : Hernández Girón		PRENOM : Gissela
TITRE MEMOIRE*	"Interdisciplinary study of the potential effects of climate change in the Mendoza River watershed, Argentina"		
NUMERO MEMOIRE	78 (à remplir par le secrétariat)		
DATE SOUTENANCE	28/09/2012	Salle: D-154	Heure:16 :00
THEMATIQUE* (AFFILIATION)	Filière B : Climat et énergie		
VOLEE MUSE*	2008		
TITRE ACADEMIQUE* (par ex.: licencié en biologie)	Licenciée en Biologie		
DIRECTION* / EVALUATION	Directeur de mémoire* Dr. Anthony Lehmann	Co-directeur de mémoire* Kazi Rahman	Nom(s) du ou des juré(s)* - Dr. Franco Romerio - Dr. Enrique Morán - Dr.Margot Hill-Landolt
STAGE (éventuel)	Organisme d'accueil	Maître de stage	
Projet de l'ISE (éventuel) auquel le mémoire est rattaché			
Bourse (éventuelle) reçue par l'étudiant	Les bourses obtenues pour effectuer le voyage de terrain et couvrir les frais de collection de données et la réalisation des entretiens à des experts sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Bourse Augustin Lombard • Bourse de la Fondation Ernst et Lucie Schmidheiny 		
COLLATION*	Nb de pages* 188	Nb de figures* 75	Nb de tableaux* 25
TERRAIN D'ETUDE OU D'APPLICATION	Effets du changement climatique sur les ressources hydrologiques en Argentine, modélisation hydrométéorologique à l'aide des Systèmes d'Information Géographique, les effets du changement climatique sur les caractérisations des rivières		
MOTS-CLES* (entre 5 et 10)	Modèles hydrologiques, Systèmes d'Information Géographique –SIG–, SWAT, changement climatique et ressources en eau, changement climatique à Mendoza, Argentine, Les effets du changement climatique sur les caractérisations des rivières.		
RESUME* (max 1500 car)	Ce projet de master a consisté en la modélisation du bassin versant de la Rivière Mendoza, Argentine et en l'étude des potentiels effets du changement climatique sur le débit de la rivière et son influence sur des aspects sélectionnés de Mendoza en appliquant des scénarios de changement climatique. Le modèle hydrologique a été créé à l'aide de l'application SIG SWAT (<i>Soil & Water Assessment Tool</i> - outil d'évaluation du sol et de l'eau). Le modèle a été calibré de manière journalière et mensuelle pour une période totale de 15 ans comprenant 3 ans de <i>warm-up</i> , 6 ans de calibration et de 6 ans de validation. La performance du modèle a été évaluée graphiquement et statistiquement selon des critères hydrologiques standards. Les résultats journaliers de la calibration manuelle avec MATLAB ont présenté des valeurs très satisfaisantes: NSE = 0.7061, PBIAS = 6.0881 et R2 = 0.7239. Les résultats de la validation ont également été satisfaisants: NSE = 0.6092, PBIAS = 13.9207 et R2 = 0.6431. Deux simulations satisfaisantes ont été obtenues avec la calibration et l'analyse d'incertitude avec SWAT-CUP ; P-factor = 0.87, R-factor = 1.61 et NSE = 0.65 pour l'itération 6 et P-factor = 0.63, R-factor = 1.07 et NSE = 0.65 pour l'itération 8. Des scénarios de changement climatique ont été appliqués aux résultats du modèle en utilisant les prévisions du GIEC et en considérant différentes variations de température et précipitation. Des données de 6 ans de débit de la rivière ont été obtenues pour 15 scénarios différents à partir de la modification des deux variables de la manière suivante: une augmentation progressive de la température de 1.8°C, 2.8°C et 4°C et une diminution de la précipitation de 10%, 20% et 30%. Deux		

	<p>analyses ont été réalisées pour évaluer l'impact du changement climatique sur le débit de la rivière ; la première a consisté à analyser la moyenne de 6 ans de simulation dans laquelle une influence significative de la quantité initiale d'eau a été observée, celle-ci provoquant une sorte de bruit qui, dans un certain nombre de scénarios, a contribué à augmenter le débit de la rivière alors qu'une diminution était attendue. La deuxième analyse s'est concentrée sur la dernière année de simulation, dans le but d'éliminer l'influence de la quantité initiale d'eau, qui a résulté dans une diminution drastique du débit fluvial pour les scénarios modérés et sévères (jusqu'à 67% de diminution). Sur une base saisonnière, la diminution de débit de la rivière serait plus évidente en printemps et en été.</p> <p>Après avoir complété la partie commune comprenant la modélisation du bassin versant et l'utilisation de différents scénarios de changement climatique, des estimations d'impacts individuelles ont été réalisées pour trois aspects particuliers: 1. Aspects écologiques: la caractérisation des rivières avant et après l'application des scénarios de changements climatiques. 2. Aspects légaux et institutionnels: l'adaptabilité des politiques d'eau et du cadre institutionnel face au changement climatique et 3. Aspects socio-économiques se concentrant sur l'agriculture et la tarification de l'eau.</p> <p>Concernant la caractérisation des rivières, les différences identifiées entre la classification des rivières actuelle et la classification une fois que les scénarios de changement climatique ont été appliqués, ont démontré que les effets potentiels du changement climatique se manifestent à travers les changements des classes des rivières au fur et à mesure que les variables qui décrivent cette caractérisation sont affectées par la variation de la précipitation et la température. Les effets directs du changement climatique sur la caractérisation des rivières ne peuvent pas être évalués par cet étude de cas, néanmoins, ce travail peut être un guide très utile afin d'établir un état initial de la situation actuelle des rivières et de mener à des nouvelles recherches scientifiques dans le bassin versant de la Rivière Mendoza.</p> <p>Une fois que les possibles effets du changement climatique ont été évalués pour les différents aspects, une évaluation intégrée a été réalisée. Les résultats ont principalement souligné le manque de stratégies dans la gestion actuelle de l'eau pour faire face aux impacts identifiés. Si les décideurs politiques, les autorités de régulation de l'eau et la société civile sont prêts à collaborer pour parvenir à un consensus sur les principales questions liées à l'eau, des mesures pourraient être mises en œuvre afin de garantir et satisfaire de manière équitable la demande future en eau, comme par exemple: l'allocation des ressources financières pour la recherche et la collecte de données par l'installation de stations hydrologiques et météorologiques supplémentaires ; l'investissement dans les infrastructures destinées à améliorer l'efficacité de la distribution de l'eau pour l'eau potable et l'irrigation, la création de plates-formes de participation qui incluent les utilisateurs d'eau potable pour sensibiliser la population à l'importance de l'utilisation efficace de l'eau et encourager la participation active de tous les utilisateurs dans les différentes étapes de la gestion des ressources hydrologiques, y compris l'analyse par un groupe d'experts des changements qui pourraient être ajoutés à la législation actuelle dans le but de modifier ou d'atteindre un consensus sur des mécanismes de concessions d'eau plus adaptés aux besoins actuels et futurs. Si ses mesures comparables à celles mentionnées ci-dessus sont appliquées et si les objectifs du Plan Directeur du bassin versant de la Rivière Mendoza sont respectés, les impacts du changement climatique à différents niveaux pourraient être moins préjudiciables dans la région.</p>
<p>SUMMARY* (en anglais)</p>	<p>This master project consisted of modeling the Mendoza River watershed in Argentina, and studying the possible climate change effects on the river flow and their implications on selected aspects of Mendoza by applying climate change scenarios. The hydrological model was created using the GIS application SWAT (Soil & Water Assessment Tool). The model was calibrated on a daily and monthly basis for a total period of 15 years considering 3 years of warm-up, 6 years of calibration and 6 years of validation. The model performance has been evaluated both visually and statistically based on selected standard criteria. The daily results obtained from the manual calibration with MATLAB presented very satisfactory values: NSE = 0.7061, PBIAS = 6.0881 and R2 = 0.7239. The validation results were equally satisfactory: NSE = 0.6092, PBIAS = 13.9207 and R2 = 0.6431. The calibration and uncertainty analysis with SWAT-CUP presented two acceptable iterations" results: P-factor = 0.87, R-factor = 1.61 and NSE = 0.65 for iteration 6; and P-factor = 0.63, R-factor = 1.07 and NSE = 0.65 for iteration 8.</p>

	<p>Climate change scenarios were applied to the model using the IPCC predictions, considering different temperature and precipitation modifications. Varying both variables, 6 years of river flow were calculated for 15 different scenarios. The modifications were: a gradual temperature increase of 1.8°C, 2.8°C and 4°C and a precipitation decrease of 10%, 20% and 30%. Two different analyses were carried out concerning the impact of climate change on the river discharge. The first one consisted in analyzing the average of six years simulation observing a significant influence of the initial amount of water implemented in the hydrological simulation provoking a certain <i>noise</i>, which in a number of cases, incremented the river discharge when a decrease was expected. The second analysis was focused on the last year of the simulation aiming to dismiss the influence of the initial amount of water obtaining as a result a dramatic decrease of the river discharge for the moderate and severe scenarios (up to 67%). On a seasonal basis, the river discharge decrease would be more evident during spring and summer. After completing the common modeling of the catchment area using different climate change scenarios, individual impacts estimation were carried out for three selected aspects: 1. Ecological aspects: river's characterization before and after applying the climate change scenarios. 2. Legal-institutional aspects: water policy preparedness and adaptability, and 3. Socio-economic aspects: focusing in agriculture and water pricing.</p> <p>Concerning the rivers characterization, these were grouped in ten different classes according to common physicochemical, topographic and land use characteristics. Three classifications were performed with the SWAT outputs using the Principal Component Analysis to determine the correlation between the variables and the Agglomerative Hierarchical Clustering in order to cluster the rivers. The first classification determined the current situation of the rivers and two additional classifications were performed using two climate change scenarios' data. The differences between the classification of rivers in the current situation and the classifications after applying climate change scenarios have shown that the potential effects of climate change are manifested by the rivers change of classes as the variables describing the characterization are affected by precipitation and temperature changes. <i>Direct</i> effects of climate change on the characterization of the rivers cannot be assessed with this study; however, this work can be a very helpful guide to establish an initial overview of the state of the current situation of the rivers and lead to further scientific research in the upper basin of the Mendoza River catchment.</p> <p>Once these effects were established, an integrated impacts assessment was carried out. The results principally pointed out the water management's lack of strategies to address the expected impacts. If policy-makers, regulatory entities and civil society are willing to collaborate together in reaching consensus on main water issues, some of the measures that could be implemented in order to equitably satisfy and secure the future water demand should be: assigning financial resources for research and data collection through the installation of more weather and hydrological stations; investing on infrastructure intended to improve the water distribution efficiency for drinking water and irrigation; creating participation platforms that include drinking water users to raise awareness about the importance of the efficient use of water and the active participation of the whole population in the different water management stages; reviewing by a group of experts the changes that could be amended to the current legal bodies in order to modify or agree on more adapted water concessions mechanisms, among others. If the above mentioned measures are applied along with the Mendoza River watershed Master Plan objectives, the impacts of climate on the Mendoza River watershed at different levels could be less detrimental.</p>
REMARQUES	<p>Ce travail de master est composé de 4 chapitres dont les deux premiers ont été rédigés de manière interdisciplinaire par trois étudiantes du MUSE (Gissela Hernández Girón, Julia Schwank et Rocío Escobar). La partie individuelle correspondant à ce numéro de mémoire (78) se trouve dans le Chapitre 3.</p>