

Impacts des effets actuels et attendus du changement climatique en République du Congo

Clobite BOUKA BIONA^{1,2} et Marcel MPOUNZA²

¹ Laboratoire de Physique de l'Atmosphère, Faculté des Sciences de l'Université Marien Ngouabi (UMNG)

² Centre des Tropiques Humides, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, UMNG.

Clobite BOUKA BIONA :

Clobite Bouka Biona, Maître de Conférence CAMES et Directeur des Affaires académique de l'Université Marien Ngouabi, a travaillé dans domaine de physique de l'Atmosphère depuis 1983 sur la modélisation du rayonnement solaire global pour son doctorat (BAC+8 des années). Pendant l'expérience internationale DECAFE (1987-1994), il commence à travailler en 1988 dans le domaine de la physico-chimie de l'atmosphère avec les mesures de micrométéorologie (basses et les hautes fréquences) associées aux mesures de concentration des gaz d'intérêt climatique dans et au-dessus de la forêt. Le but était d'évaluer les émissions et l'absorption de composés chimiques par la forêt en Afrique Centrale. Une bonne compréhension de l'évolution de la couche limite de la forêt avait été un des objectifs. Il a aussi participé à l'expérience TRACE-A (Transport of Atmospheric Chemistry near the Equator-Atlantic) en lançant des radiosondages d'ozone entre 1992 et 1994 pour comprendre le transport horizontal d'ozone atteignant l'Amérique du Sud. La campagne internationale EXPRESSO (Experiment for regional Sources and sinks of Oxidants, 1996) était une occasion de réaliser des mesures micrométéorologiques grâce à une tour de 60 m dans la forêt du Congo : mesure de concentrations d'isoprène et de flux de dioxyde de carbone en utilisant un système d'accumulation couplé avec un anémomètre Sonique.

Dans le but de répondre à la demande sociale, il a créé avec un collègue du Département de Géographie Physique depuis l'année 2000 un Centre de recherche sur les Tropiques Humides (CRTH) où le climat est étudié sous ses aspects diagnostics et de prévision. Il participe aux première et deuxième communications nationales dans le groupe modélisation du climat (PNUD) et est membre associé senior au Centre International de Physique Théorique Abdus Salam (ICTP). Il a mené à bien deux projets de recherche du Ministère français de la Coopération (CORUS) et pour l'Agence Universitaire de la francophonie (AUF). L'ouverture récente de leur formation doctorale dans le Département de Physique de la Faculté des Sciences il y a 3 ans, lui permet de participer à la formation des étudiants de 3ème cycle. Il participe aussi au programme doctoral du CEPAMOQ à l'Université de Douala, centre affilié à l'ICTP depuis 2004. Il a fait passé deux DEA et les suit en thèse à l'heure actuelle.

Résumé :

En République du Congo, le climat est marqué par une variabilité interannuelle modérée. Cependant, il n'échappe pas à des variations décennales ou à tendances à long terme qui montre des effets du changement climatique. À des horizons futurs, cette évolution, déterminée par les prédictions du logiciel MAGICC/SCENGEN 5.3, est surtout caractérisée par une certaine disparité régionale : hausse des précipitations plus importante au Nord qu'au Sud du pays et par l'affirmation d'un réchauffement général sur l'ensemble du pays. Ceci nécessitera des stratégies d'adaptation à tous les niveaux. En conséquence, des impacts potentiels face à ces changements ont été observés dans la perturbation de la navigation des artères fluviales principales (Sangha, Congo, Oubangui...) due à l'aggravation de la diminution des débits et du phénomène d'ensablement des biefs depuis les années 70, soit une longue sécheresse qui se poursuit jusqu'à nos jours. Sur les établissements humains et la santé, l'impact du réchauffement engendre des ICU et des IU dans des villes de faible durabilité, particulièrement en saison sèche (JJA). Ce qui pourrait donner lieu à des maladies hydriques, respiratoires et à la propagation de plusieurs épidémies.

Mots-clés : Changement climatique, sécheresse, prédiction, Impacts, Navigation fluviale, Établissements humains, Maladies.

Introduction

Depuis le sommet de Rio en 1992, à travers la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), les décideurs du monde entier ont été sensibilisés sur les dangers que représentait l'augmentation des gaz à effet de serre, en particulier le gaz carbonique (CO₂) dans l'atmosphère de notre planète. Des études et des travaux ont été menés dans le cadre ou non de cette convention pour soit évaluer la concentration de ces gaz soit tenter de réaliser des scénarios futurs à partir d'une « baseline » ou d'une ligne de référence 1960-1990 (cf. communications nationales initiales des pays). Les études sur la vulnérabilité des secteurs socio-économiques face aux effets néfastes du changement climatique (ECC) ont montré une relation forte entre cette vulnérabilité naturelle et ces effets du ECC en Afrique de l'Ouest. En effet, depuis toujours, cette région est très sensible au climat par de longs épisodes de sécheresse et inondations à répétition. Les travaux de Nicholson (2001) ont donné à partir de séries de données des stations météorologiques les tendances lourdes du climat sur l'Afrique au 20ème siècle. Pour Nicholson, c'est l'Afrique semi-aride qui a été la plus vulnérable aux effets néfastes du changement climatique : 20 à 40% de changement entre 1931-1960 et 1968-1997 ; et celui-ci est le plus important encore depuis les années 1980 où l'aridité a accru à cause de la conséquence du réchauffement des océans Atlantique et Indien qui tendent à promouvoir des conditions sèches sur le continent.

L'Afrique Centrale par contre a reçu peu d'attention de la communauté internationale et est ainsi assez peu documentée, car elle apparaît peu vulnérable. La République du Congo (RC), pays du Bassin du Congo partage avec les autres pays de la région un dense réseau hydrographique centré sur le fleuve Congo (2ème fleuve du monde par son débit) et un massif forestier important (2ème poumon du monde). Avec de tels atouts, la durabilité de telles ressources était en fait garantie malgré le signal envoyé par Laraque et al. (2001) à travers ses travaux montrant la baisse des débits des principaux fleuves de l'Afrique Centrale entre 1990 et 1995.

Pour conduire ce travail, nous avons fait l'hypothèse selon laquelle si un effet du changement climatique existe (et non une variabilité), nous devrions avoir un signal clair dans les températures comme l'affirme aussi Desanker et al. (2001) sur l'ensemble du Congo et en particulier dans les villes. En outre, si nous pouvions compléter la lecture du signal basse fréquence renvoyée par les fleuves jusqu'en 2005, celui-ci pourrait nous confirmer la tendance lourde mentionnée par Laraque et al. (2001) et également généraliser cet impact du CC sur l'ensemble de la région Afrique Centrale.

Dans cet article, nous décrivons tout d'abord la zone d'étude et ensuite nous montrons la signature actuelle du CC sur les précipitations et les températures au Congo. On fait ensuite un élargissement des conclusions à partir de l'examen des débits des cours d'eau de l'Afrique Centrale et de leurs impacts sur la navigation. Enfin, les effets du CC attendus sont abordés par l'intermédiaire des modèles.

Climat de l'Afrique Centrale et du Congo

La zone d'étude est centrée sur la République du Congo (Fig. 1) et l'ensemble des pays du Bassin du Congo (5°N - 3°S et entre 12-17°E). C'est le climat tropical qui domine notre zone d'étude. Les masses d'air de l'hémisphère Nord (origine Nord-Est) et ceux de l'hémisphère Sud (origine Sud-Ouest) sous les tropiques convergent vers l'équateur, puis détendent en altitude en donnant des précipitations à travers des nuages cumuliformes et se dirigent en altitude vers les pôles et par subsidence vers les déserts où l'air devient sec. Une partie de cet air est ensuite aspiré de nouveau vers l'équateur dans les basses couches, formant ainsi les cellules de Hadley. A ce phénomène s'ajoute la convergence des masses d'air des deux hémisphères dans les basses couches de la troposphère (Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT)) dans les latitudes comprises entre 20 et 30° environ et contribue également aux précipitations dans cette région.

Le déplacement latitudinal des cellules de Hadley et de la ZCIT dépend des saisons et donc du mouvement apparent du soleil.

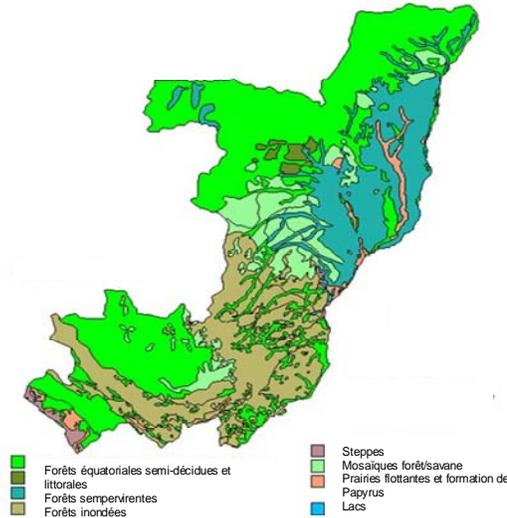


Figure 3 : Les différentes formations végétales du Congo (Source : Université de Maryland, Département de Géographie/NASA GSFC/CARPE/USAID)

Colloque SIFEE
(Niamey 26-29/5/9):CC
et Evaluation Env

Projet CORUS : Variabilité
Climatique en AEA

Figure 1 : Zone d'étude, La République Démocratique du Congo

Et, comme si cette complexité ne suffisait pas, les températures de surface des océans (TSO) (Atlantique et Indien) jouent un rôle déterminant dans la sécheresse sur le continent (Nicholson, 2001) et la réalisation des événements extrêmes. C'est dans un tel environnement où se développent dans la partie Nord de la RC un climat tropical humide, près de l'équateur un climat équatorial et au Sud jusqu'au littoral un climat subéquatorial associé à des forêts sempervirentes, des myriades de cours d'eau dont les principaux sont : Oubangui, Congo, Sangha, Likouala... Un tel pays ou une telle région peut-il subir les impacts du CC ? Si oui, comment ? Et peut-on s'attendre à leur exacerbation dans le futur ?

Changement climatique actuel : Congo

À l'aide de la base de données du Centre de Recherche sur les Tropiques Humides (CRTH) de l'Université Marien Ngouabi (UMNG) issue de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC), rendues fiables par des techniques de contrôle qualité et d'homogénéité (identification et suppression des données des différentes stations non homogènes, établissement des seuils de signification des valeurs dans les séries chronologiques des stations...), nous avons pu établir des cartes des isohyètes (précipitations) pour la RC pour différentes périodes : 1951-1970, 1971-1980 et 1971-2000.

Les figures 2 et 3 montrent que les zones où il pleuvait le plus dans le passé connaissent de moins en moins de précipitations. On peut citer en particulier le château d'eau du Centre-Ouest (noyau foncé) dans les Plateaux Batéké.

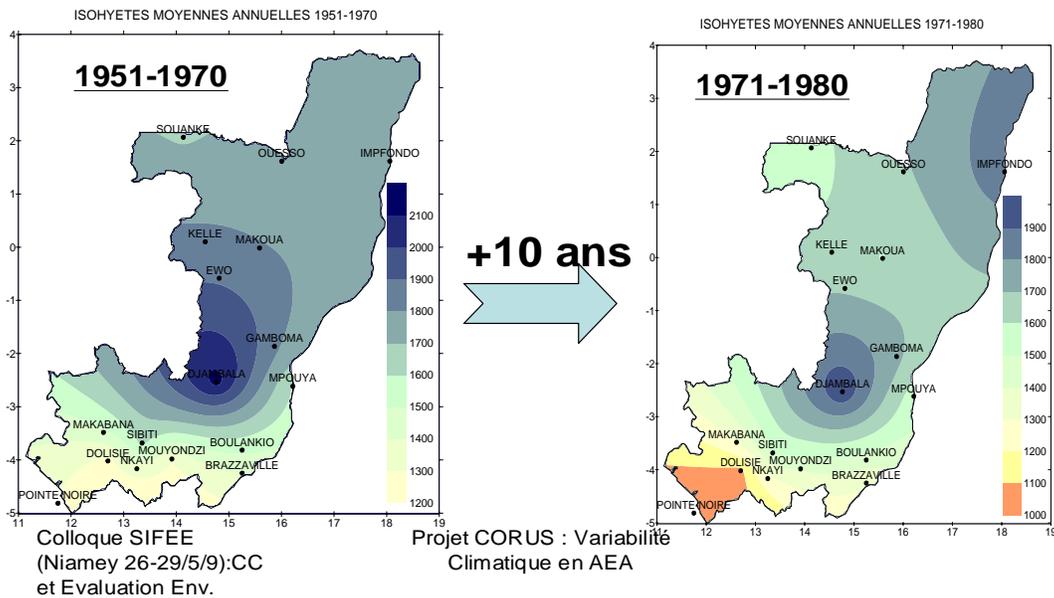


Figure 2 : Évolution des précipitations au Congo montrant l'impact du changement climatique actuel

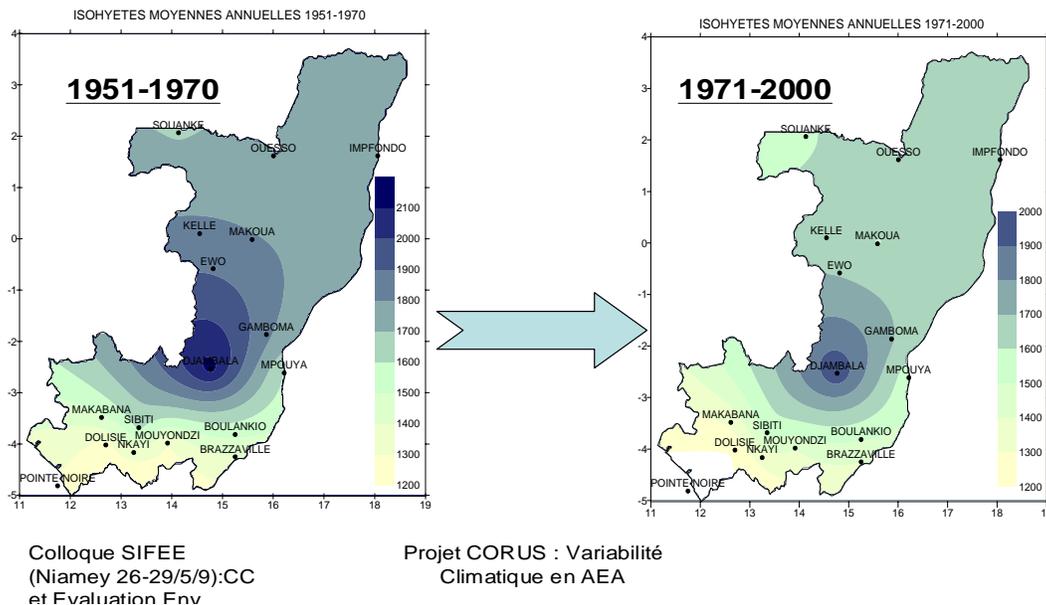


Figure 3 : Évolution des précipitations au Congo montrant l'impact du changement

On assiste donc à un déficit pluviométrique important qui nous conduit à parler en termes de sécheresse continue qui ne dit pas son nom au Congo. Ceci corrobore-t-il avec le résultat de Nicholson (2001) au niveau de l'Afrique centrale ?

Au niveau des températures, paramètre qui contrôle tous les processus physiologiques dans les insectes, les plantes, les cultures, le fonctionnement des poissons et autres vies marines (Desanker et Justice, 2001), nous notons des courbes de tendance en croissance aussi bien dans les minima et que dans les maxima

(Fig.4) . Les pentes sont dans les ordres de grandeurs (0,69 – 0,76°C) trouvées au niveau de l'évolution de la température du globe : 0,7 °C [0,56 – 0,92] (GIEC, 2007). La variabilité interannuelle reste modérée. Ce réchauffement est plus ressenti dans les villes urbaines à forte densité de population, créant ainsi des îlots de chaleur urbains (ICU). La saison sèche (JJA) où il faisait relativement frais apparaît de plus en plus chaude dans les villes du Sud comme Pointe-Noire et Brazzaville où vit la majorité de la population congolaise. La période des semis (SON) est aussi concernée par ce réchauffement.

Ces changements constituent-ils la signature d'un changement climatique notable au Congo et en Afrique centrale ? Si oui, l'Afrique centrale ne serait-elle pas devenue une zone vulnérable ?

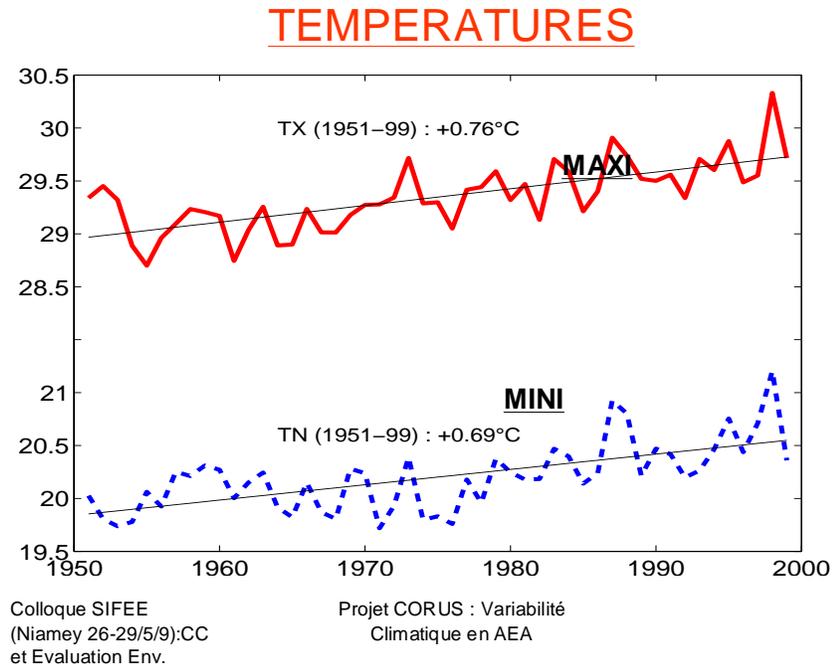
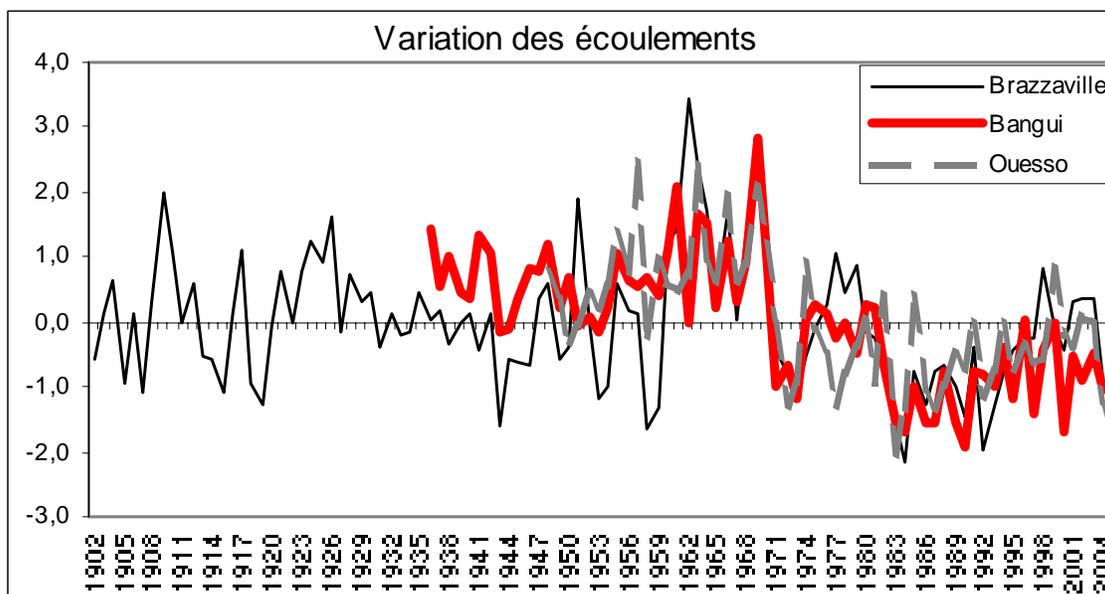


Figure 4 : Tendence des températures sur la période 1950-2000 en République du Congo.

Afrique Centrale : le Bassin du Congo

Pour examiner les impacts du CC sur l'ensemble du Bassin du Congo, la stratégie a été de passer par l'étude des débits des fleuves de la région comme dans Laraque et al. (2001) mais à partir de notre base de données du CRTH (Fig. 5). Nos résultats concordent bien avec ceux de Laraque et al. (2001) avec : - une phase de stabilité qui arrive jusqu'à 1960 - une phase humide entre 1960 et 1970 - une phase de retour à la normale (1970 à 1980) mais qui indique de manière relative une diminution de débits et enfin une phase sèche qui va de 1980 à presque nos jours.



Les impacts sur la navigation de cette baisse de débits généralisée sur l'ensemble des cours d'eau se fait énormément sentir (Tableau 1). Le nombre de jours d'interruption de la navigation n'a fait qu'augmenter depuis 1940 et atteint 103 jours (≈ 3 mois) sur le fleuve Congo pendant la période 1990-1993. Sur l'Oubangui la tendance est à une croissance linéaire (Fig.6) et ce nombre a atteint 100 jours d'interruption en 2003.

Table 1 : Évolution du nombre de jours d'interruption de navigation sur le fleuve Congo (Hauteur d'eau <10 cm, limite pour la navigation avec 0,9 de tirant d'eau).

Période	Nombre de jours d'interruption de navigation
1935-1939	0
1940-1969	1
1970-1979	34
1980-1989	85
1990-1993	103
Événement extrême (1990)	126

Source : FED, 2006.

À cela s'ajoute la dégradation des sols laissées par cette « longue sécheresse qui ne dit pas son nom » et qui a un impact important non seulement sur les débits, mais sur l'ensablement des biefs des cours d'eau qui complique la navigation.

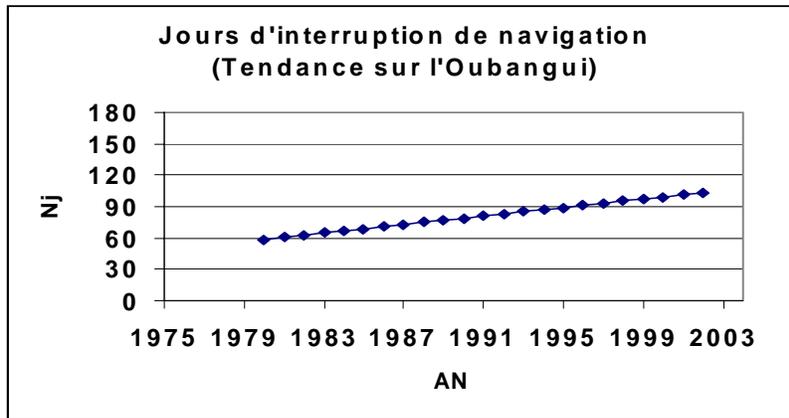


Figure 6 : Nombre de jours d'interruption de navigation sur le fleuve Oubangui.

Les conséquences socioéconomiques sont aussi importantes, car le trafic moyen sur le fleuve Congo est passé de $300,10^3$ tonnes en 1990 à environ $50,10^3$ tonnes seulement. Ce qui a augmenté la vulnérabilité des femmes, car celle-ci dépend du commerce fluvial.

Effets du changement climatique attendus

Nous avons utilisé un outil amélioré pour les prédictions climatiques : le logiciel MAGICC/SCENGEN 5.3 version 2 (Wigley, 2008). Le scénario de référence que nous avons pris est A2A1-MINICAM, correspondant à un mode de développement des pays en développement, pour projeter avec MAGICC, à différents horizons temporels futurs, les principaux paramètres climatiques au niveau global. Au niveau local, les données sont déduites à partir du niveau global par la technique du downscaling utilisée dans le logiciel SCENGEN qui utilise les résultats de sortie de MAGICC ainsi que les normales climatiques (1951-1970/1971-2000) de la température et de la pluviométrie. Cet outil donne des représentations spatio-temporelles des changements climatiques par maille de grille ($2,5^\circ \times 2,5^\circ$) en exploitant les résultats moyennés des expériences de 5 AOGCM : BCCRBCM2, CSIRO-30, ECHO---G, INMCM-30 ET MRI-232A qui donnent de bons résultats sur le Congo. La sensibilité climatique moyenne a été prise à 3°C et le coefficient d'échange turbulent moyen $k=2,3 \text{ cm}^2/\text{s}$.

Les résultats présentés sur la figure 7 montrent que les précipitations vont de 1% à l'horizon 2025, 2 à 3% en 2050 et 4 à 10% sur la partie continentale sauf sur le littoral où la climatologie actuelle sera inspectée. Pendant la saison MAM (saison des pluies), il pleuvra plus dans le centre du pays (8% en 2050 et jusqu'à 20% en 2100) alors que pendant la saison SON des semis, c'est dans la partie nord du pays qu'il pleuvra plus (5% en 2050 et jusqu'à 16% en 2100). La température moyenne va augmenter sur l'ensemble du pays de $0,7^\circ\text{C}$ en 2025, 1°C en 2050 et 3°C en 2100.

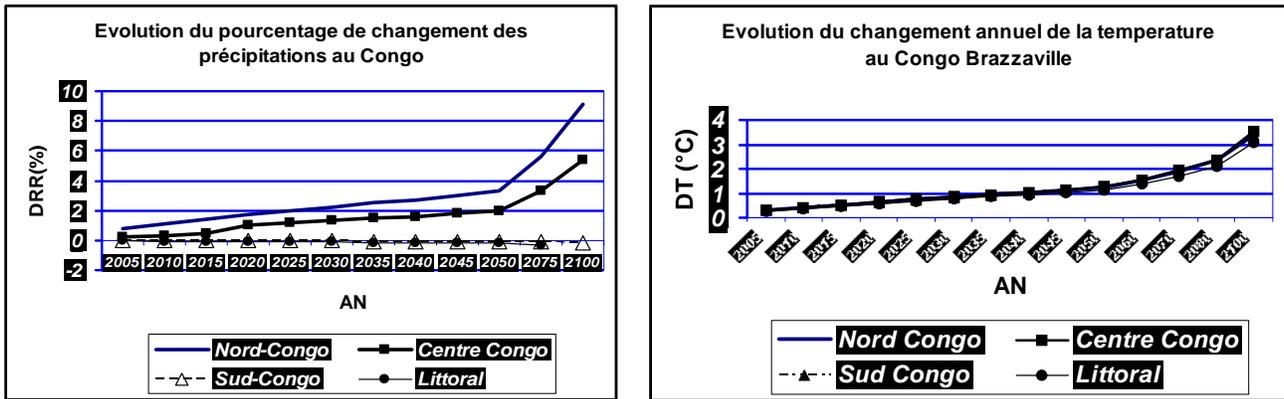


Figure 7 : Prédications du changement des précipitations et de la température en République du Congo.

Avec un tel tableau, des conséquences socioéconomiques importantes sont à prévoir dans le futur et des mesures d'adaptation à tous les niveaux (institutionnel, structurel...) dans une approche multisectorielle doivent être planifiées et prises pour y faire face. Mais si ces résultats peuvent sembler contradictoires avec la baisse des débits des fleuves, il faut trouver l'explication dans le bilan entre les précipitations et l'évapotranspiration qui doit être en faveur de l'évapotranspiration. Ce qui ouvre une opportunité de recherche intéressante et importante.

Cette baisse des débits devra se poursuivre jusqu'à l'horizon 2100. En effet, après avoir vérifié qu'il existe une très bonne relation linéaire entre la lame écoulée et les précipitations sur le fleuve Congo, nous avons fait tourner le modèle GR1A (version de Mouelhi, 2003 ; Mouelhi et al., 2006, <http://www.emagref.fr/webgr/>) de pluies-débit annuel sur le bassin du fleuve Congo correspondant à un collecteur de 3 500 000 km². Il montre qu'on pourra passer d'un débit d'environ 300 mm/an actuel à 250 mm/an en 2100. Ce qui ne manquera pas d'avoir d'impacts socioéconomiques. Des mesures d'adaptation planifiées seront nécessaires.

Conclusion

Le Congo, pays de l'Afrique Centrale, connaît déjà d'importants impacts des effets du changement climatique (ECC). Ces ECC se traduisent par une tendance à l'augmentation continue des précipitations et des températures avec une variabilité climatique modérée. Dans les villes, des îlots de chaleur apparaissent et vont s'accroître. Les impacts sont visibles sur les écoulements des fleuves qui diminuent depuis 1970 (ensablement, perturbation de la navigation...).

De même, il est montré que l'ensemble des pays du bassin du Congo subit depuis 1970 une longue sécheresse ignorée par la communauté internationale et les décideurs ; pourtant, elle persiste jusqu'à nos jours et les conséquences se font sentir. Il semble qu'on assiste à une violence et une cadence inhabituelle des événements extrêmes, ceux-ci vont certainement s'accroître. Tout ceci nécessite une sensibilité accrue des décideurs et des populations et une planification et une mise en œuvre réelle des mesures d'adaptation à tous les niveaux.

Bibliographie :

- Desanker P.V. and Justice C.O., 2001. Africa and global climate change: critical issues and suggestions for further research and integrated assessment modeling. *Clim. Res.*,17, 93-103.
- GIEC, 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des groupes de travail I, II, III au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publie sous la direction de...)] GIEC, Genève, Suisse,....,103p.
- Nicholson SE., 2001. Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries. In: desanker P. (ed.) Africa and global climate change. CR Special 8. *Clim. Res.*, 17, 123-144.
- Laraque A., Mahé G., Orange D., Marieu B., 2001. Spatiotemporal variations in hydrological regimes within Central Africa during the XXth century, *J. Hydrol.* 245: 104–117.
- Mouelhi S., C. Michel et Andreassian, V., 2006a. Linking stream flow to rainfall at the annual time step : the Manabe bucket model revisited. *Journal of hydrology*, 328, 283-296, doi: 1016/J. jhydrol. 2005.12.022.
- Mouelhi, S. 2003. Vers une chaîne cohérente de modèles pluie-debit conceptuels globaux au pas de temps pluriannuel, mensuel et journalier. Thèse de doctorat. Engref Cemagref Antony, France 323p.
- Wigley T. ML., Juin 2008. MAGICC/SCENGEN 5.3: User manual, NCAR Boulder, CO, http://www.ucar.edu/legal/terms_of_use.shtml, 1-77.