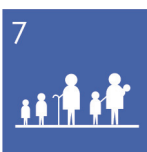


25.

Quels sont les futurs scénarios climatiques en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest ?

Par Benjamin Sultan¹FACTEURS
NÉGATIFSFACTEURS DE
VULNÉRABILITÉ

Résumé : Le présent chapitre montre en quoi l'Afrique du Nord et l'Afrique de l'Ouest sont fortement exposées au changement climatique et menacées par la chaleur extrême et des pénuries de nourriture et d'eau. Ces facteurs climatiques, alliés à des facteurs politiques et socioéconomiques, vont faire peser une pression supplémentaire sur l'avenir des économies et des moyens de subsistance des pays africains, et pourraient influencer sur les flux migratoires, souvent internes et dirigés vers les zones urbaines, ainsi qu'il a déjà été constaté.

Les éléments attestant que l'augmentation des émissions anthropiques de gaz à effet de serre a profondément modifié les conditions climatiques à l'échelle locale et mondiale se sont multipliés ces vingt dernières années. Même si le changement climatique au cours du XXI^e siècle se limite à une hausse moyenne des températures mondiales de 2 °C, conformément à l'objectif fixé par l'Accord de Paris, le récent rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2018) prévoit un réchauffement plus important sur les terres émergées et des effets en cascade sur les systèmes naturels et humains, avec de forts risques de répercussions sur les écosystèmes, la santé et l'agriculture. L'Afrique du Nord et l'Afrique de l'Ouest comptent parmi les régions du monde les plus exposées aux conséquences négatives du changement climatique, à cause d'une variabilité importante du climat alliée à une forte dépendance à l'égard d'activités sensibles au climat, telles que l'agriculture pluviale, et à des capacités économiques et institutionnelles limitées pour faire face et s'adapter à la variabilité et aux changements climatiques (Roudier et al., 2011). En outre, le climat actuel expose déjà l'Afrique à des crises alimentaires récurrentes, à des extrêmes de chaleur et à des pénuries d'eau, qui sont aggravés par une croissance démographique rapide et des conditions politiques instables. Le changement climatique sera donc un facteur de stress additionnel pour l'avenir des économies et des moyens de subsistance des pays africains, et pourrait influencer sur les flux migratoires, souvent dirigés vers les zones urbaines, ainsi qu'il a déjà été constaté (Waha et al., 2017).

¹ Espace-Dev, Université de Montpellier ; Institut de recherche pour le développement, Université de Guyane ; Université de La Réunion ; Université des Antilles ; Université d'Avignon ; Maison de la Télédétection.

25.1. Scénarios climatiques futurs en Afrique du Nord

L'Afrique du Nord est souvent considérée comme un « point chaud du changement climatique » (Diffenbaugh et Giorgi, 2012). Les observations et les modèles de simulation concordent et révèlent que les jours de chaleur et les extrêmes de chaleur sont devenus plus fréquents ces dernières décennies, tandis que la fréquence des journées et des nuits fraîches a diminué (Lelieveld et al., 2016). Par exemple, le nombre de journées et de nuits chaudes a presque doublé depuis les années 1970. Ce réchauffement n'apparaît pas dans les simulations effectuées sur une période de contrôle sans forçage radiatif, et peut donc largement être attribué au changement climatique d'origine humaine. Les tendances de la pluviosité qui ont été observées sont moins homogènes et moins prononcées, avec de fortes baisses dans les régions méditerranéennes du Maroc et de l'Algérie, et certaines parties de la Libye, et une légère hausse dans la région méditerranéenne de l'Égypte.

Le changement le plus marqué dans les projections climatiques avec forçage accru dû aux gaz à effet de serre est l'évolution considérable de la moyenne, de la variabilité et des extrêmes des températures et des précipitations (Schilling et al., 2020). Les projections des modèles climatiques donnent à penser que le réchauffement climatique en Afrique du Nord est beaucoup plus important pendant l'été, déjà chaud et sec (Lelieveld et al., 2016). Par exemple, si le réchauffement de la planète atteint +4 °C, certaines régions, comme l'Algérie, pourraient voir leur température d'été moyenne augmenter de +8 °C d'ici à la fin du siècle (Waha et al., 2017). De plus, tous les modèles et scénarios climatiques prévoient une forte augmentation des vagues de chaleur (Lelieveld et al., 2016). Dans les scénarios climatiques futurs, une diminution des précipitations est prévue dans de grandes parties de l'Afrique du Nord, et une augmentation des conditions de sécheresse extrême autour de la Méditerranée, de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient (Waha et al., 2017). Si tous les modèles prévoient un assèchement de la région, ils divergent toutefois sur la question des changements relatifs aux fortes pluies (Schilling et al., 2020).

La baisse des précipitations prévue en Afrique du Nord aura une incidence sur les ressources en eau, en particulier les eaux de surface qui alimentent les plus grands barrages et réservoirs d'Afrique du Nord (Tramblay et al., 2018). Il est probable que l'approvisionnement en eau diminuera dans une région où la demande en eau devrait augmenter sous l'effet de la croissance démographique et du développement économique, augurant d'un stress hydrique plus important à l'avenir (Schilling et al., 2020). La diminution des disponibilités en eau menace le secteur agricole et pourrait avoir de graves conséquences pour les moyens de subsistance des agriculteurs, les économies nationales, la sécurité alimentaire et la pauvreté. En outre, on sait que le stress thermique est la principale menace pour la santé publique liée aux conditions météorologiques, car il augmente la mortalité cardio-vasculaire et prématurée (Lelieveld et al., 2016) et entraîne un important recul de la productivité du travail (Dunne et al., 2013). Le stress thermique impose une limite supérieure à l'adaptation aux scénarios de réchauffement les plus pessimistes (Sherwood and Huber, 2010). De fait, dans de grandes parties du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord, le climat pourrait changer à l'avenir de manière si radicale, avec de fréquents jours de chaleur affichant des températures maximales quotidiennes supérieures à 50° C, que certaines d'entre elles pourraient devenir inhabitables pour certaines espèces, y compris l'homme (Lelieveld et al., 2016).

25.2. Scénarios climatiques futurs en Afrique de l'Ouest

L'Afrique de l'Ouest connaît actuellement des changements climatiques rapides, qui revêtent la forme d'un réchauffement généralisé et d'une hausse des températures moyennes et extrêmes au printemps et en été au Sahel (Fontaine et al., 2013 ; Russo et al., 2016). Ce réchauffement observé est attribué au changement climatique d'origine humaine, qui a provoqué un réchauffement d'environ 1° C en Afrique de l'Ouest (Sultan et al., 2019). Après la longue et intense sécheresse des années 1970 et 1980, les précipitations annuelles augmentent dans plusieurs pays du Sahel, tandis que la variabilité interannuelle et intrasaisonnière est très élevée,

avec des périodes fréquentes de sécheresse et de fortes pluies (Panthou *et al.*, 2014). Si l'incidence de l'activité anthropique sur l'évolution des précipitations annuelles qui a été constatée fait toujours débat, plusieurs études ont attribué la fréquence accrue des fortes pluies au réchauffement planétaire (Sultan *et al.*, 2019 ; Taylor *et al.*, 2017).

Comme pour l'Afrique du Nord, les projections climatiques avec forçage accru dû aux gaz à effet de serre font apparaître une forte hausse de la moyenne des températures, de leur variabilité et de leurs extrêmes. Ce réchauffement est une constante ferme des projections sur le changement climatique, même si l'amplitude, qui va de + 3° C à + 7° C, dépend du modèle et du scénario d'émissions (Monerie *et al.*, 2012). On s'attend à des vagues de chaleur plus intenses et plus fréquentes (Vizy et Cook, 2012), et le stress thermique provoqué par ce réchauffement est amplifié par une hausse de l'humidité en Afrique tropicale et subtropicale, bien que la température de ces régions ne doive pas augmenter autant qu'en Afrique du Nord (Zhao *et al.*, 2015). Les projections futures concernant les précipitations au cours du XXI^e siècle simulées par les modèles climatiques sont beaucoup moins solides que celles relatives à la température, et elles ne sont pas spatialement homogènes sur l'ensemble du Sahel, puisqu'on s'attend à une pluviosité moindre dans l'ouest et plus de chutes de pluie dans le centre et l'est (Sultan et Gaetani, 2016). Les pluies extrêmes augmenteront de 40 % à 60 % en Afrique de l'Ouest, et de 50 % à 90 % dans le sud du Sahel pendant l'été boréal (*ibid.*).

Même si l'ampleur des effets projetés est incertaine, un certain nombre d'études récentes ont estimé que la hausse des émissions de gaz à effet de serre réduira probablement le rendement moyen des cultures et augmentera la variabilité interannuelle de la production (Sultan et Gaetani, 2016 ; Sultan *et al.*, 2014 ; Knox *et al.*, 2012 ; Roudier *et al.*, 2011) dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest où règne déjà l'insécurité alimentaire. Les bassins fluviaux d'Afrique de l'Ouest risquent de connaître de graves pénuries d'eau douce, et seront donc moins en mesure d'augmenter la productivité agricole par la mise en place de vastes réservoirs et systèmes d'irrigation (Sylla *et al.*, 2018). Ces effets négatifs sur l'agriculture et les ressources en eau devraient se produire même dans les scénarios les plus optimistes où le réchauffement mondial ne dépasserait pas 1,5° C, et n'en seront que plus marqués s'il atteint 2° C (Sylla *et al.*, 2018 ; Faye *et al.*, 2018a ; Parkes *et al.*, 2018b). Quant aux pays d'Afrique du Nord, la chaleur extrême représente aussi un risque sanitaire grave qui pourrait être fatal pour des groupes vulnérables tels que les enfants, les personnes âgées et les personnes à faible revenu.

25.3. Conclusions

L'Afrique du Nord et l'Afrique de l'Ouest sont fortement exposées au changement climatique et sont menacées par la chaleur extrême et des pénuries de nourriture et d'eau. Ces facteurs climatiques, conjugués à des facteurs politiques et socioéconomiques, pourraient ajouter une pression supplémentaire qui risque d'influer sur les schémas migratoires et l'apparition de conflits². Les pays d'Afrique du Nord et d'Afrique de l'Ouest peuvent tirer des avantages considérables des efforts mondiaux d'atténuation qui sous-tendent les scénarios à faibles émissions. Ces efforts diminueraient fortement la gravité des effets prévus, même si l'adaptation restera essentielle pour limiter les dommages causés par le réchauffement climatique.

² Voir Bendandi, chapitre 26 de ce volume.

- Diffenbaugh, N. S. et F. Giorgi
 2012 Climate change hotspots in the CMIP5 global climate model ensemble. *Climatic Change*, vol. 114, pp. 813-822. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0570-x> (consulté le 11 mai 2020).
- Dunne, J. P., R. J. Stouffer et J. G. John
 2013 Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming. *Nature Climate Change*, vol. 3, pp. 563-566.
- Faye, B., H. Webber, J. Naab, D. S. MacCarthy, M. Adam, F. Ewert, J. P. Lamers, C. Schleussner, A. Ruane, U. Gessner, G. Hoogenboom, K. Boote, V. Shelia, F. Saeed, D. Wisser, S. Hadir, P. Laux, T. Gaiser
 2018 Impacts of 1.5 versus 2.0° C on cereal yields in the West African Sudan Savanna. *Environmental Research Letters*, 13. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaab40> (consulté le 11 mai 2020).
- Fontaine, B., S. Janicot et P.-A. Monerie
 2013 Recent changes in air temperature, heat waves occurrences, and atmospheric circulation in Northern Africa. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol. 118, pp. 8536- 8552. Disponible à l'adresse <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jgrd.50667> (consulté le 11 mai 2020).
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)
 2018 Special Report on 1.5° C. Disponible à l'adresse www.ipcc.ch/sr15/ (consulté le 11 mai 2020).
- Knox, J., T. Hess, A. Daccache et T. Wheeler
 2012 Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia. *Environmental Research Letters*, vol. 7, n° 3. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/034032> (consulté le 11 mai 2020).
- Lelieveld, J., Y. Proestos, P. Hadjinicolaou, M. Tanarhte, E. Tyrliis et F. Zittis
 2016 Strongly increasing heat extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the 21st century. *Climate Change*, vol. 137, pp. 245-260. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1665-6> (consulté le 11 mai 2020).

- Monerie, P. A., B. Fontaine et P. Roucou
 2012 Expected future changes in the African monsoon between 2030 and 2070 using some CMIP3 and CMIP5 models under a medium-low RCP scenario. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol. 117, pp. 1-12. Disponible à l'adresse <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2012JD017510> (consulté le 11 mai 2020).
- Panthou, G., T. Vischel et T. Lebel
 2014 Recent trends in the regime of extreme rainfall in the Central Sahel. *International Journal of Climatology*, vol. 34, pp. 3998-4006. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1002/joc.3984> (consulté le 11 mai 2020).
- Parkes, B., D. Defrance, B. Sultan, P. Ciais et X. H. Wang
 2018a Projected changes in crop yield mean and variability over West Africa in a world 1.5K warmer than the pre-industrial era. *Earth System Dynamics*, vol. 9, pp. 119-134. ISSN 2190-4979 (2018).
- Parkes, B., B. Sultan et P. Ciais
 2018b The impact of future climate change and potential adaptation methods on Maize yields in West Africa. *Climatic Change*, vol. 151, p. 205 à 217. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2290-3> (consulté le 11 mai 2020).
- Roudier, P., B. Sultan, P. Quirion et A. Berg
 2011 The impact of future climate change on West African crop yields: What does the recent literature say? *Global Environmental Change*, vol. 21 n° 3, p. 1073 à 1083. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.007> (consulté le 11 mai 2020).
- Russo, S., A. F. Marchese, J. Sillmann et G. Immé
 2016 When will unusual heat waves become normal in a warming Africa? *Environmental Research Letters*, vol. 11, n° 5, lettre 054016. Disponible à l'adresse <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054016> (consulté le 11 mai 2020).
- Schilling, J., E. Hertig, Y. Trambly et J. Scheffran
 2020 Climate change vulnerability, water resources and social implications in North Africa, *Regional Environmental Change*, 20: 15. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01597-7>.
- Sherwood, S. C. et M. Huber
 2010 An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences, États-Unis d'Amérique*, vol. 107, pp. 9552-9555. Disponible à l'adresse www.pnas.org/content/107/21/9552 (consulté le 11 mai 2020).
- Sultan, B., D. Defrance et T. Iizumi
 2019 Evidence of crop production losses in West Africa due to historical global warming in two crop models. *Scientific Reports*, vol. 9, article n° 12834. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49167-0> (consulté le 11 mai 2020).
- Sultan B. et M. Gaetani
 2016 Agriculture in West Africa in the twenty-first century: climate change and impacts scenarios, and potential for adaptation. *Frontiers in Plant Science*, vol. 7, p. 1262.
- Sultan, B., K. Guan, M. Kouressy, M. Biasutti, C. Piani, G. L. Hammer, G. McLean et D. B. Lobell
 2014 Robust features of future climate change impacts on sorghum yields in West Africa. *Environmental Research Letters*, vol. 9, n° 10. Disponible à l'adresse <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/10/104006> (consulté le 11 mai 2020).

- Sylla, M. B., J. S. Pal, A. Faye, K. Dimobe et H. Kunstmann
2018 Climate change to severely impact West African basin scale irrigation in 2°C and 1.5°C global warming scenarios. *Scientific Reports*, vol. 8, article n° 14395. Disponible à l'adresse www.nature.com/articles/s41598-018-32736-0 (consulté le 11 mai 2020).
- Taylor, C.M., D. Belušić, F. Guichard, D. J. Parker, T. Vischel, O. Bock, P. P. Harris, S. Janicot, C. Klein et G. Panthou
2017 Frequency of extreme Sahelian storms tripled since 1982 in satellite observations. *Nature*, vol. 544, pp. 475-478.
- Tramblay, Y., L. Jarlan, L. Hanich et S. Somot
2018 Future Scenarios of Surface Water Resources Availability in North African Dams. *Water Resources Management*, vol. 32, pp. 1291-1306. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1870-8> (consulté le 11 mai 2020).
- Vizy, K. et K. H. Cook
2012 Mid-Twenty-First-Century changes in extreme events over northern and tropical Africa. *Journal of Climatology*, vol. 25, n° 17, pp. 5748-5767. Disponible à l'adresse <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/JCLI-D-11-00693.1> (consulté le 11 mai 2020).
- Waha, K., L. Krummenauer, S. Adams, V. Aich, F. Baarsch, D. Coumou, M. Fader, H. Hoff, G. Jobbins, R. Marcus, M. Mengel, I. M. Otto, M. Perrette, M. Rocha, A. Robinson et C. F. Schleussner
2017 Climate change impacts in the Middle East and Northern Africa (MENA) region and their implications for vulnerable population groups. *Regional Environmental Change*, vol. 17, pp. 1623-1638. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1144-2> (consulté le 11 mai 2020).
- Zhao, Y., A. Ducharme et B. Sultan
2015 Estimating heat stress from climate-based indicators: present-day biases and future spreads in the CMIP5 global climate model ensemble. *Environmental Research Letters*, vol. 10, n° 8, lettre 084013.