

## QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES DE LA DÉSERTIFICATION SUR L'ATMOSPHÈRE ET LE CLIMAT ?

*Arona Diedhiou, Pierre Hiernaux, Jean-Luc Chotte,  
Luc Descroix, Benjamin Sultan, Gilles Boulet, Yves Trambly*

### Températures, humidité atmosphérique, pluies et orages

L'albédo est une mesure de la réflexion de la lumière solaire par une surface. Les surfaces sombres ont un albédo faible. Cela signifie qu'elles absorbent plus d'énergie solaire et se réchauffent plus rapidement. Les surfaces claires ont un albédo élevé, ce qui signifie qu'elles reflètent davantage d'énergie solaire. L'albédo d'un sol non végétalisé et dépourvu de neige varie de 0,1 à 0,6 (10 à 60 %), tandis que l'albédo des terres entièrement boisées varie de 0,08 à 0,15. Ainsi, la désertification par la réduction du couvert végétal au profit du sol dénudé souvent de couleur très claire entraîne une augmentation de l'albédo. En conséquence, la température moyenne de surface du sol diminue, entraînant la réduction des flux de chaleur (sensible et latente) émis par la surface. Pour Charney (1975), cette diminution de flux réduirait l'activité des convections atmosphériques génératrices de pluie, et expliquerait une tendance autoamplifiante à la sécheresse et donc une désertification croissante. Cela sera néanmoins démenti par la suite par l'évolution du climat sahélien après les sécheresses des années 1970-1980. Au cours des années 2000, des campagnes de mesure sol-végétation-atmosphère ont été menées sur des sites disposés le long du gradient climatique du projet de recherche international « Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine ». Leurs analyses et leur utilisation dans les modèles de la circulation générale ont mis en évidence une forte dépendance des précipitations convectives de la mousson avec les contrastes locaux d'humidité et température du sol associés aux régimes d'humidité des sols dus aux pluies récentes, à la végétation et à la géomorphologie. Cette dépendance très marquée en début de saison des pluies s'atténue au cours de la saison avec l'installation plus générale du couvert végétal.

La dégradation du couvert végétal et des sols due à la désertification réduit la capacité de la terre à retenir l'humidité, ce qui affecte le cycle hydrologique. Moins de végétation signifie



également moins d'évapotranspiration, un processus par lequel l'eau est évaporée à partir du sol et libérée dans l'atmosphère par les plantes. Localement, la réduction d'évapotranspiration contribue à diminuer l'humidité atmosphérique et, à terme, les précipitations. Cependant, à l'échelle des bassins versants, la réduction du couvert végétal exacerbe les contrastes d'humidité et de température du sol, par exemple en réduisant l'infiltration sur un versant au profit du ruissellement et de plus d'humidité dans une plaine ou une mare en aval. Ces contrastes renforcent localement le déclenchement de pluies convectives comme l'ont démontré en 2022 Christopher M. Taylor et ses collègues. L'augmentation de l'intensité des orages convectifs depuis les années 1990 a été démontrée par l'analyse des données de pluie au Sahel, mais aussi en zone soudanienne et guinéenne, confirmant le résultat des modèles globaux. En effet, à l'échelle régionale, le réchauffement climatique se traduit par une augmentation de la teneur en eau de l'atmosphère par davantage d'évapotranspiration. Cette plus grande teneur en eau alimente des orages pas forcément plus fréquents mais plus violents.

### Vents et poussières

La désertification affecte la convection atmosphérique, le processus par lequel l'air chaud s'élève et l'air froid descend, une instabilité de l'atmosphère qui est à la base de la formation de nuages et de précipitations. Par ailleurs, l'amplitude de variation des températures diurnes y est très élevée en raison de l'absence de végétation et de l'augmentation de l'albédo, favorisant la formation de zones de haute pression atmosphérique (anticyclones). Ces zones de haute pression vont influencer les systèmes de vents et les régimes de précipitations locaux, contribuant ainsi à des phénomènes météorologiques tels que les tempêtes de sable et les sécheresses.

En effet, les zones désertifiées sont caractérisées par des tempêtes de poussière qui ont des conséquences importantes sur l'atmosphère et le climat régional, en particulier sur le bilan radiatif, la nébulosité, la température et la pluviosité. Lorsque la végétation diminue et que les sols deviennent plus secs, la surface du sol est exposée aux vents. Les tempêtes de poussière se produisent lorsque le vent soulève des particules fines de sol sec et les transporte sur de longues distances. Ces tempêtes de poussière sont plus fréquentes et plus intenses lorsque la couverture végétale est

réduite et que le sol est sec et friable. Une fois que ces tempêtes se produisent, les particules de poussière en suspension dans l'atmosphère réduisent la quantité de rayonnement solaire atteignant la surface terrestre, contribuant au refroidissement de l'air en altitude. Cela inhibe la convection, la formation de nuages et la précipitation, ce qui aggrave la sécheresse et la désertification. Ainsi, il existe une relation étroite entre la désertification, la diminution de la pluviosité et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes de poussière.

Ces phénomènes sont souvent liés dans un cycle de rétroaction négative, où chacun amplifie les effets de l'autre. Au Sahel, la fréquence des orages de poussière, les spectaculaires *haboubs* qui précèdent les orages convectifs, a nettement augmenté pendant les sécheresses des années 1970 et 1980 qui ont enregistré une forte réduction du couvert végétal. Mais la fréquence de ces orages de poussière a ensuite diminué avec le « reverdissement du Sahel » dans les années 1990. En outre, la désertification a peu d'impact sur les poussières d'origine désertique, comme celles qui proviennent de la grande dépression du Bodélé dans le nord du Tchad et de celle de l'Azaouad dans le nord du Mali, balayées par des vents violents en direction du sud-ouest et qui contribuent aux poussières atmosphériques qui recouvrent périodiquement le Sahel en saisons sèches, et qui, au-delà, apportent minéraux à l'océan Atlantique et jusqu'en Amérique, de l'Amazonie aux plaines du sud des États-Unis. Que ce soient les poussières des *haboubs* sahéliens ou les poussières sahariennes, leur soulèvement alimente une densité d'aérosols en basse atmosphère qui réfléchit une part du rayonnement solaire vers l'atmosphère. Cependant, ces particules de poussière contribuent elles aussi à l'effet de serre par leurs émissions dans l'infrarouge. La réduction du réchauffement de la surface du sol par l'interception du rayonnement solaire par les poussières en suspension ne se traduit donc pas par une réduction de l'effet de serre.

### Matière organique des sols et concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère

Les sols représentent l'un des principaux réservoirs de carbone. Ils en contiennent deux à trois fois plus que l'atmosphère. Le carbone est stocké dans les sols sous forme de composés organiques issus de la photosynthèse des végétaux. Il existe donc



une relation entre l'abondance de la végétation et la taille de ce réservoir. Toutefois, la nature du sol est l'autre élément qui conditionne cette taille. Ainsi, les sols des régions sèches sont pauvres en matière organique en raison de leur texture très sableuse. Les stocks de ces sols représentent malgré tout près de 30 % des stocks organiques des sols de la planète. Si la dégradation des sols se poursuit à un rythme similaire, on dénombrera près d'un milliard d'hectares (9 750 000 km<sup>2</sup>) de terres dégradées d'ici à 2030, qui contribueront donc à l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, et par conséquent au réchauffement par effet de serre. Les sols des zones sèches sont également très riches en carbone inorganique (carbonates). Documenter l'ampleur de leur contribution à ces émissions de CO<sub>2</sub> est un enjeu de recherche.

La désertification peut donc avoir des conséquences complexes et interconnectées sur l'atmosphère et le climat, notamment sur la pluviosité, en augmentant l'albédo et la fonction source de CO<sub>2</sub> des terres.

## QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DE LA DÉSERTIFICATION ?

*Mélanie Requier-Desjardins, Jean-Michel Salles*

L'évaluation des coûts de la désertification soulève de multiples difficultés, notamment liées à la définition de la situation à laquelle on compare l'état actuel. On doit, d'une part, s'accorder sur une liste d'impacts liés à la désertification. Cette liste varie avec les territoires considérés et la façon dont ils sont exploités par les sociétés humaines. Il faut, d'autre part, définir ce que sont les coûts économiques qui peuvent concerner les activités productives, résidentielles, voire récréatives, privées ou publiques, repérables en termes monétaires ou pas.

Lors du sommet de Rio en 1992, la première évaluation économique mondiale de la désertification a servi d'argument pour aboutir à la décision de consacrer un traité spécifique à la désertification dans les zones sèches. On pourrait avancer ainsi l'idée

# DÉSERTIFICATION ET CHANGEMENT CLIMATIQUE, UN MÊME COMBAT ?

BERNARD BONNET, JEAN-LUC CHOTTE, PIERRE HIERNAUX,  
ALEXANDRE ICKOWICZ, MAUD LOIREAU, COORD.

## Collection Enjeux sciences

*L'évolution, question d'actualité ?* (nouvelle édition augmentée)

Guillaume Lecointre, 2023, 136 p.

*Les grands lacs. À l'épreuve de l'Anthropocène*

Jean-Marcel Dorioz, Orlane Anneville, Isabelle Domaizon, Chloé Goulon,

Jean Guillard, Stéphan Jacquet, Bernard Montuelle, Serena Rasconi,

Viet Tran-Khac, Jean-Philippe Jenny, 2023, 144 p.

*Les virus marins.*

*Simple parasites ou acteurs majeurs des écosystèmes aquatiques ?*

Stéphan Jacquet, Anne-Claire Baudoux, Yves Desdevises,

Soizick F. Le Guyader, 2023, 112 p.

*Le moustique, ennemi public n° 1 ?*

Sylvie Lecollinet, Didier Fontenille, Nonito Pages, Anna-Bella Failloux,

2022, 168 p.

*Feux de végétation. Comprendre leur diversité et leur évolution*

Thomas Curt, Christelle Hély, Renaud Barbero, Jean-Luc Dupuy,

Florent Mouillot, Julien Ruffault, 2022, 136 p.

*Les mondes de l'agroécologie*

Thierry Doré, Stéphane Bellon, 2019, 176 p.

Pour citer cet ouvrage : Bonnet B., Chotte J.-L., Hiernaux P., Ickowicz A., Loireau M., coord., 2024. *Désertification et changement climatique, un même combat ?* éditions Quæ, Versailles, 128 p.

L'édition de cet ouvrage a bénéficié du soutien financier du Comité scientifique français de la désertification (CSFD) pour en permettre une diffusion large et ouverte.

Cet ouvrage est diffusé sous licence CC-by-NC-ND 4.0.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex

[www.quae.com](http://www.quae.com) / [www.quae-open.com](http://www.quae-open.com)

© Éditions Quæ, 2024

ISBN (papier) : 978-2-7592-3803-3

ISBN (PDF) : 978-2-7592-3804-0

ISBN (ePub) : 978-2-7592-3805-7

ISSN : 2267-3032

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup>.