NUMÉRO 32 - JUIN 2024

Sandscript

Un œil sur la conservation de la biodiversité au Sahara et au Sahel

©John Newby / Sahara Conservation

Publication semestrielle de Sahara Conservation,
seule organisation uniquement dédiée à la biodiversité
du Sahara et du Sahel

SAHARA CONSERVATION

Sandscript

NUMÉRO 32 – JUIN 2024

SAHARA CONSERVATION

3

Les plantes sahariennes : des survivantes oubliées et un atout mondial

7

Flore et végétation des monts d'Ougarta, un carrefour biogéographique encore méconnu

11

Profil d'un arbre : le dattier du désert *(Balanites aegyptiaca)*

13

Végétation et feux de brousse : une relation interdépendante

16

Utilisation des données satellitaires et de terrain pour cartographier la végétation de la Réserve de Faune de Ouadi Rimé-Ouadi Achim

Maerua crassifolia

Les plantes sahariennes : des survivantes oubliées et un atout mondial

Les plantes sahariennes et les paysages qu'elles forment ont une riche histoire qui reflète le dynamisme historique du Sahara, qu'il s'agisse des changements survenus après la fin de la dernière période humide africaine (il y a environ 5 000 ans), des fluctuations constantes des systèmes de mousson, ou de l'impact considérable de l'augmentation de l'agriculture et du pastoralisme sur les oasis et les pâturages. Ce dynamisme n'est pas figé mais continu et très pertinent pour l'avenir des paysages sahariens et sahéliens et de leur biodiversité souvent oubliée. Les plantes fournissent des exemples qui renforcent le statut du Sahara en tant que priorité mondiale pour la conservation, et placent la conservation et la restauration de la biodiversité dans une longue tradition bioculturelle. Les histoires de l'oryx, de l'autruche et de l'aoudad sont entrelacées avec celle d'anciens cyprès, des prairies pérennes perdues, des bosquets d'arganiers et des pastèques sauvages.

Du point de vue des défenseurs de l'environnement, nous pouvons considérer trois types de priorités. Une grande partie de la diversité végétale du Sahara est largement répandue, avec des espèces non menacées présentes dans toute la région ; cependant, leur biomasse et leur composition ont été profondément modifiées par des siècles de pâturage. Le rétablissement de ces espèces (et de leurs symbiotes fongiques et bactériens) constitue le fondement de la reconstitution de la vie sauvage du Sahara, avec le potentiel de restaurer la biomasse aérienne et racinaire, les ressources en nourriture et en nectar pour la faune sauvage et l'amélioration du microclimat.

Ziziphus mauretania

Il existe deux autres priorités en matière de conservation : le petit nombre d'espèces végétales relictuelles et menacées au niveau mondial, qui ont survécu au changement climatique dans les massifs sahariens, ainsi que les ressources bioculturelles du Sahara, y compris les plantes médicinales prélevées à l'état sauvage et un groupe fascinant d'espèces représentant l'héritage continu de la domestication qui a produit des cultures d'importance mondiale, comme la pastèque, le millet, la datte et le sorgho.

Les massifs sahariens (Hoggar, Tassili, Tibesti, Aïr, Ennedi et, plus à l'écart, le Jebel Marra et le Gebel Elba) abritent d'anciennes espèces survivantes d'un Sahara plus humide, notamment des poissons et des crocodiles, ainsi qu'un groupe de plantes souvent oublié. Avec un peu d'exagération, on pourrait décrire les massifs sahariens comme les Galapagos de la mer saharienne. Certaines de ces espèces végétales sont endémiques et ne survivent que dans un seul endroit, comme le célèbre cyprès du Tassili, *Cupressus dupreziana* (En danger - EN), qui ne subsiste que sous la forme de 233 arbres sauvages dans le Tassili, dont certains ont jusqu'à 2 400 ans. Le cyprès de l'Atlas, *Cupressus dupreziana* ssp. *atlantica* (En danger critique - CR), qui est apparenté au précédent, se limite à un seul endroit au Maroc. D'autres espèces survivent dans plusieurs massifs, comme l'olivier sauvage saharien, *Olea europea* subsp. *laperrinei*, un proche parent de l'olivier domestique. Certaines de ces espèces de montagne sont originaires de la Méditerranée (par exemple, *Pistacia*, *Nerium*, *Olea*, *Myrtus* et *Cupressus*) et d'autres sont d'origine subsaharienne ou arabe (par exemple, *Acacia*, *Ficus*, *Ziziphus* et *Maerua*).

Les plantes sahariennes et les paysages qu'elles forment ont une riche histoire qui reflète le dynamisme historique du Sahara

Une espèce fascinante que l'on trouve dans les massifs sahariens est *Erica arborea*, la bruyère arborescente ; elle fait partie d'un genre qui présente une diversification remarquable et un endémisme local en Afrique australe, mais cette seule espèce a une aire de répartition qui englobe les montagnes d'Afrique de l'Est, les massifs sahariens, la Méditerranée et l'archipel macaronésien (îles Canaries et Madère).
Le myrte de Nivelle, *Myrtus nivellei*, que l'on trouve dans le Hoggar, le Tassili, le Tefedest et le Tibesti, est une espèce colonisatrice méditerranéenne qui s'est limitée à ces massifs depuis au moins la dernière période du Sahara vert, il y a environ 5 500 ans. En Égypte, il

Acacia raddiana

Citrullus colocynthis

existe une population de dragonniers du Gebel Elba plus éloignée et en déclin, *Dracaena ombet* (EN), une espèce qui se limite aux montagnes du nord-est de l'Afrique et de l'Arabie saoudite. Il est étroitement lié à *Dracaena draco* (EN) que l'on trouve dans les îles macaronésiennes et au Maroc. Les espèces relictuelles des massifs sahariens font partie des espèces les plus menacées de la région, et méritent un plus grand investissement en matière de conservation et une intégration dans les initiatives de conservation sahariennes.

Les êtres humains ont adopté plusieurs arbres sauvages en tant qu'éléments productifs des paysages de la région. Certains sont devenus des cultures d'importance mondiale, d'autres restent appréciés localement. La gomme arabique, récoltée à partir d'*Acacia senegal* et d'*Acacia seyal* fait partie d'un commerce ancien entre le Sahel et l'Europe. La gomme est récoltée dans la zone réduite de forêts d'acacias qui couvraient autrefois une grande partie du Sahel. La gomme arabique reste l'un des principaux produits d'exportation de plusieurs pays africains du Sahel, notamment la Mauritanie, le Niger, le Tchad et le Soudan (traditionnellement le plus grand exportateur de gomme de haute qualité). La production mondiale de gomme arabique est d'environ 120 000 tonnes par an, soit une valeur de 1,1 milliard de dollars (2022). La gomme est utilisée dans les cosmétiques, en médecine, comme composant de l'encre et, surtout, comme stabilisateur dans l'industrie alimentaire et des boissons non alcoolisées. Il n'existe actuellement aucun substitut industriel à la gomme arabique et la guerre au Soudan a menacé l'approvisionnement de clients importants tels que Coca-Cola et Pepsico, qui utilisent actuellement les réserves stockées.

Deux espèces d'arbres des bords du Sahara sont utilisées dans les cosmétiques et vendues au détail en Europe, en Asie et en Amérique du Nord. Le beurre de karité est récolté à partir de *Vitellaria paradoxa*, un arbre endémique de la ceinture de forêts sèches du Sahel. Au nord du Sahara, une autre huile précieuse est récoltée sur l'arganier (*Sideroxylon spinosum*) endémique du Maroc et de l'Algérie (auparavant considéré comme un genre monotypique, *Argania spinosa*). Compte tenu de l'attrait des ruminants pour les fruits de l'arganier, il est facile d'imaginer des troupeaux de gazelles et le bubale d'Afrique du Nord, espèce aujourd'hui éteinte, cherchant sous les arbres ces fruits nutritifs (lesquels sont maintenant largement consommés par les chèvres et les moutons domestiqués).

Le Sahara a une longue histoire agricole qui a fluctué avec le climat changeant de la région, et comme tant d'autres aspects de l'histoire du Sahara, celle-ci a été influencée par les cultures voisines en Méditerranée, dans l'océan Indien, au Moyen-Orient et en Afrique subsaharienne. La pastèque domestique, *Citrullus lanatus*, une culture importante au niveau mondial, est originaire du nord-est de l'Afrique où elle a été domestiquée pour la première fois. Le melon du Kordofan, au Soudan, a été identifié comme étant le plus proche parent, et probablement le progéniteur, de la pastèque moderne. La pastèque sucrée à chair rouge a probablement été domestiquée dans cette région et s'est ensuite répandue vers le nord, où elle semble avoir été consommée il y a environ 4 300 ans. Une plante sauvage apparentée, *Citrullus colocynthis*, est une plante alimentaire connue et une source d'eau importante pour de nombreux ongulés du désert, notamment l'oryx algazelle.

Deux céréales d'importance mondiale sont originaires du Sahara et du Sahel. Le premier mil perlé (ou millet à chandelle) domestiqué connu, *Pennisetum glaucum*, est originaire de la zone sahélienne occidentale,

Quel que soit l'avenir de ces paysages arides dynamiques, les plantes resteront une ressource vitale pour la restauration de la nature et des services écosystémiques

et le sorgho, *Sorghum bicolor*, de l'est du Soudan, il y a environ 5 000 ans. Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera*, est une plante domestiquée ancienne, probablement originaire d'Arabie (peut-être d'Abu Dhabi et du Koweït) il y a environ 7 000 ans.

Les plantes sahariennes donnent un aperçu des impacts du changement climatique continu ; après des millénaires, les massifs sahariens comportent encore des vestiges floristiques d'un Sahara plus humide. Ces espèces doivent faire l'objet d'une conservation de toute urgence. Un Sahara plus sec après la fin de la période humide africaine a été un creuset pour l'agriculture, fournissant de nouvelles cultures au monde entier et adoptant de nouvelles cultures venant de l'extérieur du Sahara et du Sahel. Les paysages sahariens et sahéliens sont toujours en évolution et toujours soumis au surpâturage, à l'expansion agricole et à l'extraction du charbon de bois, mais de nouveaux paysages agricoles et de conservation émergent. Quel que soit l'avenir de ces paysages arides dynamiques, les plantes resteront une ressource vitale pour la restauration de la nature et des services écosystémiques, la définition des cultures sahariennes vivantes et le besoin urgent de mettre en place une agriculture fonctionnelle dans les terres arides.

Références recommandées

Besnard, G., A. El Bakkali, H. Haouane, D. Baali-Cherif, A. Moukhli, B. Khadari, *Population genetics of Mediterranean and Saharan olives: geographic patterns of differentiation and evidence for early generations of admixture,* Annals of Botany, 112 (7): 1293-1302. 2013.

Bagnoli, F., G. Della Rocca, I. Spanu, S. Fineschi, G.G. Vendramin, *The origin of the Afro-Mediterranean cypresses: Evidence from genetic analysis.* Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 46. 2020.

Cunliffe, Barry. *Facing the Sea of Sand: The Sahara and the Peoples of Northern Africa.* Oxford University Press, 2023.

Désamoré, Aurélie, Benjamin Laenen, Nicolas Devos, Magnus Popp, Juana Maria González Mancebo, Mark A. Carine, and Alain Vanderpoorten. *"Out of Africa: North westwards Pleistocene expansions of the heather Erica arborea."* Journal of Biogeography 38 (1): 164-176. 2011.

Flowers, Jonathan M., Khaled M. Hazzouri, Muriel Gros-Balthazard, Ziyi Mo, Konstantina Koutroumpa, Andreas Perrakis, Sylvie Ferrand et al. *"Cross-species hybridization and the origin of North African date palms."* Proceedings of the National Academy of Sciences 116 (5): 1651-1658. 2019.

Renner, S.S., Wu, S., Pérez-Escobar, O.A., Silber, M.V., Fei, Z. and Chomicki, G. *A chromosome-level genome of a Kordofan melon illuminates the origin of domesticated watermelons.* Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(23). 2021.

Mike Maunder
Consultant biodiversité et conservation
MAUNDER CONSULTING

Flore et végétation des monts d'Ougarta, un carrefour biogéographique encore méconnu

Le faux-gommier (*Acacia tortilis* var. *raddiana*) représente l'élément arboré le plus répandu dans la région saharo-arabique. Il s'associe avec le mil saharien (*Panicum turgidum*) pour constituer la fameuse savane désertique à *Acacia-Panicum*. Véritable clé de voûte des oueds sahariens, elle s'étend des côtes de l'Atlantique jusqu'aux rives orientales de la mer Rouge. Les monts d'Ougarta, situés dans la partie nord occidentale du Sahara algérien, représentent une zone de transition remarquable où se chevauchent des éléments floristiques d'origine biogéographique diverse. La savane qui évolue dans ces monts est le reflet du jeu complexe entre géomorphologie, lithologie et microclimat. La combinaison de ces caractéristiques biogéographiques et écologiques s'exprime par la présence d'une flore encore mal connue et pourtant riche et diversifiée.

Dans l'imaginaire collectif, le Sahara représente une immense étendue dunaire. Or ces mers de sables, connues sous le terme d'erg, ne représentent en réalité que 20 à 25 % de la superficie totale du Sahara. Ce sont surtout de vastes plateaux caillouteux et rocailleux (regs et hamadas) qui dominent le paysage, à l'instar du fameux Tanezrouft à l'ouest des montagnes du Hoggar (Algérie).
Quant aux habitats les plus riches, les montagnes ou djebel, et leurs réseaux hydrographiques associés, les oueds, ils occupent une superficie bien plus restreinte. Parmi les massifs montagneux, les plus connus sont ceux du Hoggar et du Tassili, alors que les monts d'Ougarta le sont à un degré bien moindre.

Contexte géographique, géologique et climatique

Les monts d'Ougarta sont situés à vol d'oiseau à 610 km au sud de la côte méditerranéenne et à 1 235 km à l'est de la côte Atlantique, et culminent à 850 m (Joly et al., 1991). Ils couvrent une superficie de 6 000 km^2 et sont représentés par une structure rocheuse horizontale d'âge Crétacé, avec des affleurements correspondant aux roches cambriennes et siluriennes (Aït-Ouali & Nedjari, 2006).
Ces monts sont sous l'influence d'un climat désertique de type saharien caractérisé par des pluies irrégulières qui dépassent très rarement les 30 mm par an. Les températures maximales sont atteintes en juillet et avoisinent régulièrement les 45 °C et les températures les plus basses varient autour de 5°C durant les mois de décembre et janvier (Dubief 1959).

Vue générale des monts d'Ougarta

La savane à Acacia-Panicum dans l'Ougarta.

La savane désertique à *Acacia-Panicum* des monts d'Ougarta

Le complexe djebel-oued constitue l'habitat le plus propice à l'installation d'une couverture végétale où les groupements végétaux sont intimement liés à leur habitat géomorphologique. Le développement de la végétation se fait grâce à une stratégie adaptative des espèces au stress hydrique, à travers des mécanismes physiologiques, anatomiques et écologiques. Il est d'usage de distinguer en milieu désertique deux grandes catégories de plantes : les végétaux permanents et ceux temporaires. La végétation permanente est représentée par les plantes ligneuses pérennes (arbres, arbustes et buissons bas). À la faveur des pluies apparaissent les végétaux temporaires, représentés essentiellement par les plantes annuelles appelé localement « acheb ». Elles se développent avec une rapidité surprenante (1 à 4 mois) et constituent des ressources fourragères de premier plan.
Ainsi et contrairement aux regs et hamadas, où la couverture végétale est très clairsemée avec un cortège floristique extrêmement faible, les oueds, et dans une moindre mesure les djebels, constituent indéniablement les habitats les plus riches en termes de nombre d'espèces et de taux de recouvrement au sol de la végétation. De plus, les groupements végétaux des lits d'oueds sont les seuls milieux, en dehors des palmeraies, où peut se développer l'élément arboré.

Dans les monts d'Ougarta, les oueds à sol limono-graveleux sont suffisamment profonds pour permettre l'installation d'une variante de la savane à *Acacia*.

Calobota saharae

Les monts d'Ougarta, situés dans la partie nord occidentale du Sahara algérien, représentent une zone de transition remarquable où se chevauchent des éléments floristiques d'origine biogéographique diverse

Celle-ci est individualisée par le groupement à *Acacia tortilis* var. *raddiana*, *Panicum turgidum* et *Foleyola billotii* (Quézel 1965, Benghanem et al., 2016). Quant aux pentes rocailleuses fissurées et d'inclinaison assez fortes de ces monts, on observe un groupement particulier dominé par des arbustes endémiques : Ouarouari (*Withania adpressa*) et Rass El-Khadem (*Ceratolimon feei*) (Guinet, 1958 ; Benhouhou et al., 2003). C'est une végétation clairsemée dans laquelle l'élément arboré est absent.

Contexte biogéographique et patrimonial

Sur le plan biogéographique, la flore des monts d'Ougarta est dominée par un fond floristique saharo-sindien. La carte des subdivisions phytogéographiques du Sahara, montre la position de ces monts au sein du Sahara nord-occidental et illustre l'irradiation des éléments méditerranéens par le nord et ceux tropicaux par le sud (Médail et Quézel, 2018). Véritable carrefour biogéographique, ces monts représentent une limite d'aire de répartition méridionale pour les taxons méditerranéens tels que le panicaut saharien (*Eryngium ilicifolium*) ou le genêt saharien (*Calobota saharae*), et une limite septentrionale pour les taxons tropicaux, tels que le Amatellel (*Cocculus pendulus*) ou Ttarah (*Gymnosporia senegalensis*).

La richesse floristique des monts d'Ougarta, s'élève à 152 taxons recensés lors des différentes explorations (Guinet, 1958, Benghanem, 2020). Ce chiffre équivaut à une richesse aréale de 25 x10^{-3}, soit dix fois plus que pour le Hoggar ! L'endémisme, représentant 15 % de cette flore, y est remarquable. Ce taux élevé est dû à l'originalité géologique des monts d'Ougarta

Convolvulus trabutianus

et aux barrières topographiques que constituent les chaines atlasiques au nord et à l'ouest et le Grand Erg Occidental, vaste mer de sable de près de 80 000 km^2, à l'est. Cet endémisme est également associé à un isolement climatique matérialisé par l'isohyète 20 mm au sud de ces monts.

Parmi les endémiques inventoriés, neuf taxons sont strictement localisés sur les monts d'Ougarta et se retrouvent dans les parties méridionales des chaînes atlasiques marocaines. Ce sont principalement des herbacées vivaces (*Carthamus duvauxii, Deverra battandieri, Perralderia coronopifolia* subsp. *coronopifolia, Salvia pseudo jaminiana*), des arbustes (*Ceratolimon feei, Foleyola billotii, Rhanterium adpressum*), une annuelle (*Pseudorlaya biseriata*) et l'unique bulbeuse du Sahara septentrional-occidental (*Battandiera amoena*).

Lors des prospections futures, la proximité des monts de l'Ougarta avec les contreforts méridionaux de la chaîne atlasique pourra révéler la présence d'un nombre encore plus élevé de taxons endémiques. Parmi les plus remarquables, citons quelques arbustes tels que le liseron de Trabut (*Convolvulus trabutianus*), le Afarfar (*Crotalaria viallettei*) ou encore Afzaz (*Warionia saharae*). Ces prospections permettront éventuellement de trouver des taxons nouveaux pour la science, comme ce fut le cas récemment avec la découverte d'une nouvelle espèce de chénopode dans le Hoggar (*Chenopodium hoggarense*) (Chatelain et al., 2022).

Références bibliographiques

Aït-Ouali, R. & Nedjari, A., (2006). *Le bassin d'Ougarta : une mobilité permanente au Paléozoïque.* Mémoire du Service Géologique National n°13, 23-40.

Benghanem, A, N., (2020). *Les formations à Acacia tortilis (Forssk.) Hayne var. raddiana (Savi) Brenan dans le Sahara algérien : Chorologie et Syntaxonomie.* Thèse Doct. Université des Sciences et Technologies Houari Boumédiène, Alger. 222 p.

Benghanem, A. N., Boucheneb, N., Benhouhou, S, O'Hanrahan, B. & Médail, F. (2016). *Acacia tortilis var. raddiana communities in the northwestern Algerian Sahara.* Botany Letters, 163:3, 289-306.

Benhouhou, S, Dargie, T.C.D & Gilbert, O (2003). *Vegetation associations in the Ougarta mountains and the dayas of the Guir hamada, Algerian Sahara.* Journal of Arid Environments, 54: 739-753.

Chatelain C., Uotila P., Benhouhou S., Mombrial F., Mesbah M., Baa S., & Benghanem A. N. (2022). *Chenopodium hoggarense (Amaranthaceae), a new species from Algeria and Chad* – Willdenowia 52: 75-81.

Dubief, J. (1959). *Le climat du Sahara. Tome 1 : Les températures.* Mémoire de l'Institut de Recherches Sahariennes, Université d'Alger. 312 pp.

Guinet Ph. (1958). Notice détaillée de la feuille de Béni-Abbès (Coupure spéciale) : *Carte de la végétation de l'Algérie au 1/200 000ème.* – Bulletin de Service, carte phytogéographique, série A : Carte de la végétation, 3, fascicule 1 : 21-96.

Joly, F, Rougerie, G, De Wolf, Y, Freytet, P, & Simonin A, (1991). *Les Monts d'Ougarta.* Revue de géographie alpine. Tome 79, N°1. pp. 87-100.

Médail, F., & Quézel, P., (2018). *Biogéographie de la flore du Sahara : Une biodiversité en situation extrême.* IRD éditions, Conservatoire et Jardin botaniques Genève. 366 p.

Quézel, P., (1965). *La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie.* Ed. G. F. Verlag-Stuttgart, Paris, 333 p.

Quézel, P., (1978). *Analysis of the flora of mediterranean and saharian Africa.* Ann. Missouri Bot. Gard., pp. 479-534.

Trabut, L., (1935). *Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique.* Imprimeries « La typo-litho » et Jules Carbonel Reuxies, Alger.

Rhanterium adpressum

Abdelkader Nabil Benghanem
Docteur, Enseignant-chercheur
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE AGRONOMIQUE

Salima Benhouhou
Docteur, Enseignant-chercheur
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE AGRONOMIQUE

Balanites aegyptiaca

Profil d'un arbre
Le dattier du désert (*Balanites aegyptiaca*)

***Desert date, soapberry tree, hidjilidj, aborak, seguene, garbey, kielega, tanni, model, sump, aduwa* – ce n'est qu'une petite sélection des nombreux noms vernaculaires de l'un des arbres les plus répandus et les plus utiles du Sahel, connu en latin sous le nom *Balanites aegyptiaca* et en français « dattier du désert » ou « savonnier ». Le nom *Balanites* est dérivé du mot grec signifiant « gland », en référence à la forme des fruits de l'arbre.**

À l'exception des habitats véritablement sahariens, le dattier du désert est présent dans tout le Sahel, du Sénégal et du sud de la Mauritanie jusqu'à la vallée du Nil. On le trouve également de l'Égypte (d'où son nom scientifique) jusqu'au sud en Zambie et au Botswana, en passant par l'Afrique de l'Est, ainsi que dans certaines parties de l'Arabie et du nord-ouest de l'Inde. Partout, il est très apprécié pour ses multiples usages et valeurs en tant que source de bois dur pour les outils, les ustensiles ménagers et la construction, pour son utilisation dans la médecine traditionnelle et le contrôle des pathogènes, et en tant que source de nourriture pour l'homme, la faune et le bétail. Des graines de *Balanites aegyptiaca* ont été retrouvées dans des tombes de la vallée du Nil datant de plus de 4 000 ans.

Peu d'arbres ont autant d'utilisations que les *Balanites aegyptiaca*

Dans le sud du Sahel, le long de la frontière avec les habitats de savane plus boisés, les *Balanites aegyptiaca* peuvent pousser en peuplements denses, presque impénétrables. À mesure que les précipitations diminuent, la répartition de l'arbre devient plus limitée, privilégiant les cuvettes et les dépressions sur les dunes fixées, ainsi que le long des

Fruits de Balanites aegyptiaca

Racines de Balanites aegyptiaca

oueds saisonniers et des réseaux de drainage. L'arbre possède à la fois des racines pivotantes centrales pour accéder à l'humidité en profondeur et une série de racines latérales rayonnantes, moins profondes, qui peuvent capter l'humidité de surface tout en assurant sa stabilité. Dans de nombreuses régions, le *Balanites aegyptiaca* est le seul arbre d'ombrage, offrant un abri bienvenu à une multitude d'espèces, allant des minuscules fauvettes migratrices au gros bétail, aux chameaux, aux gazelles et aux antilopes. Avec son feuillage dense et épineux, il constitue également un lieu remarquable pour la nidification des vautours et d'une multitude d'autres oiseaux.

Vautour de Rüppell nichant dans un dattier du désert

Oryx à l'ombre d'un dattier du désert

Peu d'arbres ont autant d'utilisations que les *Balanites aegyptiaca*. L'un de ses noms en anglais, « soap berry tree », et en français, le « savonnier », témoigne de son utilisation en tant que savon. Ce nom provient du cambium, la fine couche de tissu vivant mou qui se trouve entre l'écorce et le bois. Une huile de très bonne qualité peut être extraite des graines, ce qui a donné lieu à une industrie croissante de produits forestiers secondaires en Afrique centrale et de l'Ouest. Bien qu'un peu amère, la fine couche de chair brune du fruit lui-même est couramment consommée. Lorsqu'ils sont transformés en infusion et concentrés, les fruits, l'écorce et les feuilles peuvent être utilisés dans la médecine traditionnelle comme vermifuge et comme remède contre de nombreux types de maladies et d'affections, de la jaunisse à l'épilepsie.

Bibliographie sélective

Arbonnier, M. 2004. *Trees, shrubs and lianas of West African dry zones.* CIRAD / MARGAF / MNHN, 573 pp.

von Maydell, H.-J. 1983. *Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations.* GTZ / Verlag Josef Margaf, 531 pp.

Le Floc'h, E. & Aronson, J. 2013. *Les arbres des déserts. Enjeux et promesses.* Actes Sud, 372 pp

John Newby
Consultant principal
SAHARA CONSERVATION

Végétation et feux de brousse : une relation interdépendante

Les feux de brousse sont désormais un phénomène récurrent et global, dans ce contexte de changements climatiques. Pour les écosystèmes sahéliens, ils constituent l'un des facteurs majeurs de perturbation. Dans la Réserve de Faune de Ouadi Rimé – Ouadi Achim (RFOROA), au centre du Tchad, les départs de feux sont fréquents et quasiment toujours d'origine anthropique. Nous avons étudié leur distribution et leur influence sur la végétation. La fréquence, le périodicité et la saisonnalité des feux sont autant de facteurs qui ont été analysés, en parallèle de la végétation herbacée inventoriée dans les pâturages de l'emblématique oryx algazelle.

Pour mieux comprendre le phénomène des feux de brousse dans la RFOROA, il est important de prendre en compte à la fois les précipitations, les vents, les habitudes anthropiques locales ainsi que la végétation, principal combustible. Celle-ci a été étudiée dans sa diversité de couverture, d'espèces, de caractéristiques distinctives et de taille. L'étude s'est concentrée sur les pâturages de l'oryx algazelle réintroduit, dans le sud-est de la réserve.

Onyx dans un champ brûlé

La steppe sahélienne subdésertique est la formation végétale qui caractérise la région. C'est un biome intermédiaire entre désert, savane et prairie. La couverture herbacée est parfois discontinue selon la saison. Dans cette strate, on trouve majoritairement des espèces annuelles dont la hauteur avoisine les 40 centimètres. Les plantes vivaces sont rares et espacées. Les strates arbustives et arborées sont principalement constituées d'individus épineux souvent de petites dimensions, se densifiant selon un gradient croissant d'apport en eau. La flore du Sahel est très peu diversifiée, on y recenserait environ 1 500 espèces, dont environ 3% endémiques.

Dans cette région, la saison des pluies a lieu de juin à septembre. Les précipitations varient en termes de durée et d'abondance selon la latitude. On peut considérer que les précipitations moyennes annuelles diminuent de 1 mm

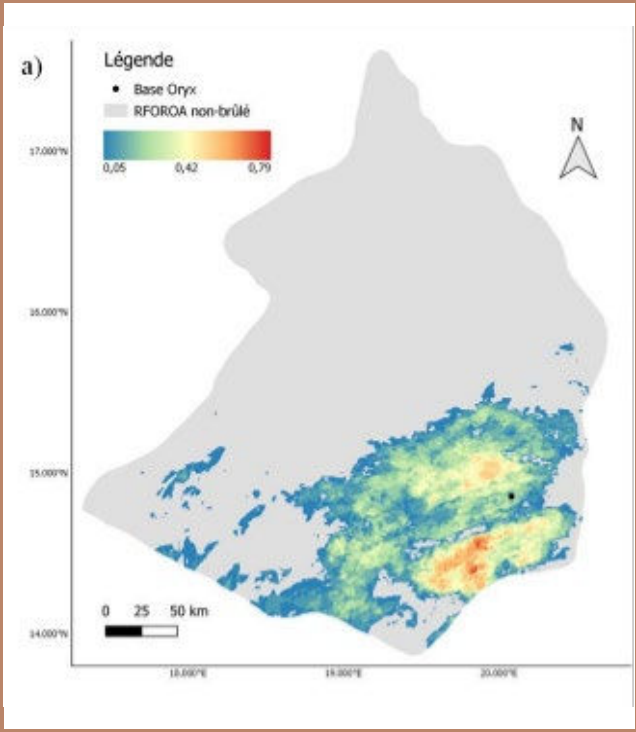
par kilomètre quand on augmente en latitude. Les pluies, souvent intenses et intermittentes, engendrent des ruissellements de surface (des crues éclairs), qui s'infiltrent en bas de pente ou dans le lit des cours d'eau temporaires, nommés ouadis. Ces cours d'eau, bien que complètement asséchés la plupart de l'année, sont une réserve importante de sédiments et marquent le paysage par l'abondance relative de végétation à ces endroits.

Les feux de brousse sont désormais un phénomène récurrent global dans ce contexte de changements climatiques

Avec l'arrivée de la saison sèche, alors que la température et l'humidité de l'air chutent, la vitesse du vent augmente. L'harmattan, le vent dominant, est à la fois frais et sec, il a la propriété d'assécher très rapidement la végétation herbacée, particulièrement lorsqu'il atteint sa vitesse maximale vers fin janvier - début février.

La population de la réserve est principalement constituée d'éleveurs transhumants. Ils possèdent un droit de passage sans restriction et de pâturage pour leurs animaux à l'intérieur des limites de la réserve. Les transhumances sont rythmées par le climat. En avril, les feriks partent vers les ouadis à la limite du désert. Certains y pratiquent une agriculture de subsistance durant quelques mois, puis reviennent vers le sud en octobre avec la saison sèche.
Ce mode de vie est étroitement lié aux départs de feux. En effet, les fourneaux de cuisson, ou encore l'échauffement des moteurs causent souvent les premières étincelles.

Les feux d'origine naturelle, causés par la foudre, sont exceptionnels. En prenant en compte ces facteurs, nous avons effectué une analyse d'images satellite basée sur des images MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) datant de 2001 à 2019 et présentant des surfaces brûlées, facilement identifiables par l'inhabituelle noirceur du sol.
Environ un tiers de la RFOROA a déjà été affecté par des feux de brousse durant ces dernières années, soit un total de plus de 20 000 km^2. La fréquence la plus élevée est située à l'extrême sud-est. Cette partie aurait brûlé 15 fois sur la période de 19 ans considérée. Les surfaces n'ayant été touchées qu'une seule fois par les feux durant cette même période sont représentées en bleu sur la carte ci-dessous.



Fréquence des feux dans la RFOROA entre le 1er août 2001 et le 31 juillet 2020

Les zones n'ayant jamais subi de feu présentent la plupart du temps une discontinuité de la végétation, voire une absence totale. La fréquence élevée au sud serait due à l'abondance de la végétation et à la fréquentation de cette zone par les communautés locales. L'absence de feux durant les mois de juillet et août est généralement suivie d'un pic lors des mois d'octobre et novembre. A cette période, la végétation totalement sèche est abondante, et les feriks d'éleveurs atteignent le sud de leur parcours de transhumance. Ces deux facteurs déterminant rassemblés induisent par conséquent des fréquences de feux approchant même un événement par an dans certains endroits.

L'étude de la végétation herbacée a été préférentiellement ciblée sur les zones où nous avons identifié des valeurs extrêmes de fréquences. 157 quadrats de 4 m^2 ont été inventoriés en termes de diversité d'espèces, de recouvrement et de hauteur. Sans surprise, la dominance d'*Aristida mutabilis* est retrouvée dans quasiment tous types de milieux.
Il s'agit de l'espèce que l'on voit le plus souvent lorsqu'on parcourt le territoire fréquenté par l'oryx. Une exception existe cependant pour les zones où les feux sont à la fois fréquents et précoces dans la saison : la *Schoenefeldia gracilis* y est dominante.
Aristida funiculata est quant à elle plus abondante sur les sites fréquemment brûlés et notamment caractérisés par des feux précoces. Au contraire, le

Citrullus colocynthis apparaît principalement sur les sites peu brûlés et de façon plus tardive dans la saison. Le calcul de l'indice Indval pour toutes les espèces a permis de conclure par ailleurs que l'abondance d'*Eragrostis tremula* est hautement significative d'une fréquence de feux élevée. À l'inverse, l'abondance de *Cenchrus biflorus* indique les sites rarement brûlés.

Lutte contre un feu de brousse

Par l'analyse des traits spécifiques, l'étude a montré qu'outre l'abondance des herbacées annuelles, l'abondance des espèces pérennes et cespiteuses (*Aristida sieberiana, Panicum turgidum*) est liée aux sites à faible fréquence de feux.
L'étude de la hauteur de la végétation herbacée indique qu'un site fréquemment brûlé est composé d'individus d'*Aristida mutabilis* ou d'*Aristida sieberiana* de plus petite hauteur, mais également d'individus de *Cenchrus biflorus* de plus grande hauteur.
Par ailleurs *Fimbristillis hispidula* et *Indigofera colutea* ne semblent pas influencées par les régimes de feux, témoignant de leur indifférence à ce facteur.

Concernant le régime alimentaire de l'oryx algazelle sur ces pâturages, certaines espèces sont plus appréciées que d'autres selon la saison. En conséquence des modifications de végétation sur les sites brûlés, l'oryx pourrait privilégier les sites fréquemment et précocement brûlés au début de la saison des pluies, afin d'y brouter les jeunes pousses abondantes de *Schoenfeldia gracilis*. De même, les zones rarement brûlées pourraient être privilégiées pour leur abondance de *Cenchrus biflorus* vers la fin de la saison des pluies ou encore pour la présence du vert *Chrozophora brochiana* à la saison chaude. Enfin, dès le début de la saison sèche, les sites rarement brûlés, et plus tardivement dans la saison pourraient être privilégiés pour l'apport essentiel en eau du *Citrullus colocythis*.

Une augmentation de la fréquence des feux dans la RFOROA pourrait donc induire une régression de l'herbacée la plus commune, *Aristida mutabilis*, mais aussi des espèces plus vertes, essentielles à l'hydratation de l'oryx. Pour cet animal emblématique, comme pour l'entièreté de l'écosystème qui l'entoure, les méthodes de lutte anti-feux doivent être poursuivies et les zones de priorités peuvent désormais être identifiées. Cette étude constitue ainsi un important début de réponse à la compréhension de l'influence des feux de brousse, l'un des facteurs centraux de modification du biome sahélien.

Référence : Lox S. 2020, *Influence des régimes de feux sur les pâturages de l'oryx algazelle à l'aide de la télédétection: cas de la Réserve de Faune de Ouadi Rimé - Ouadi Achim (Tchad)*, Travail de fin d'étude GxABT-ULiège.

Sophie Lox
Bioingénieure en gestion des forêts et des espaces naturels
GEMBLOUX AGRO-BIO TECH (ULIEGE)

Utilisation des données satellitaires et de terrain pour cartographier la végétation de la Réserve de Faune de Ouadi Rimé-Ouadi Achim

Comme beaucoup de paysages sahéliens, la Réserve de Faune de Ouadi Rimé-Ouadi Achim (RFOROA) au Tchad est constituée de parcelles relativement petites, de végétation naturelle et des terres utilisées pour l'activité humaine, et dispersées sur des sols sablonneux qui offrent des conditions de croissance difficiles.

Des terres agricoles de petite taille sont associées à des prairies, lesquelles sont parsemées de peuplements et traversées par des oueds où l'on trouve des arbres courts et broussailleux. Les plantes originaires du Sahel poussent généralement en faible densité : les parcelles d'herbe qui, de loin, semblent luxuriantes sont étonnamment clairsemées lorsque l'on s'en approche. En outre, toute la végétation de la RFOROA est régie par le même facteur limitant, l'eau, qu'elle soit puisée dans des réservoirs souterrains ou absorbée par les précipitations. Depuis 2019, le Smithsonian's National Zoo and Conservation Biology Institute (SNZCBI) et Sahara Conservation travaillent ensemble pour créer une carte des communautés végétales et de l'utilisation des terres dans la réserve. Cependant, les conditions mêmes qui définissent le Sahel et la RFOROA – fine hétérogénéité spatiale, forte saisonnalité, faible densité foliaire et limitations en eau – rendent la cartographie de la végétation particulièrement difficile. Chaque fois que l'équipe de suivi écologique de Sahara Conservation observe un oryx algazelle ou un addax sur le terrain, elle recueille des informations importantes sur la végétation environnante – comme le type d'habitat général, la verdure et la hauteur des herbes saisonnières, ainsi que la présence et l'état des plantes importantes dans le régime alimentaire des oryx et addax. Bien que l'équipe ait effectué plus de 10 000 observations depuis 2016, celles-ci ne couvrent qu'une petite partie de la réserve chaque année. Pour établir une carte homogène de la vaste étendue de la RFOROA, les observations de terrain doivent être associées à des données de télédétection, c'est-à-dire des informations et des images obtenues par des satellites en orbite autour de la Terre.

En général, nous pensons qu'une photographie en couleurs est une simple feuille plane. Cependant, chaque photographie est en fait une superposition de trois couches, chacune étant une grille contenant des milliers de cellules minuscules, ou pixels. Une couche exprime la quantité de lumière rouge réfléchie vers l'appareil photo par chaque pixel, tandis que les

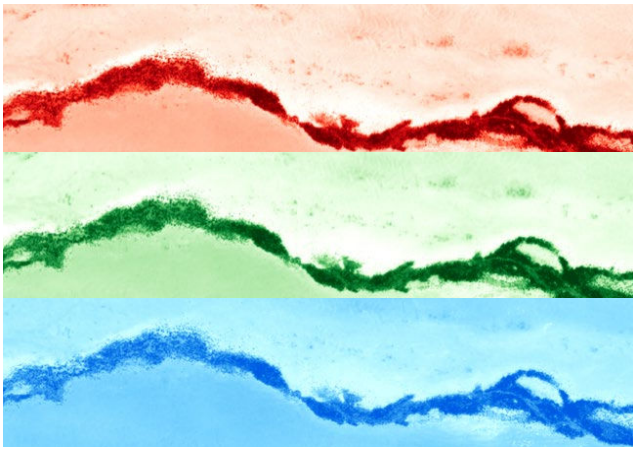


Image RVB

autres couches capturent la quantité de lumière verte et bleue réfléchie. C'est l'origine du terme « RVB », qui signifie « rouge, vert et bleu ». De même, les satellites d'observation de la Terre mesurent le rayonnement solaire réfléchi par la surface de la planète, non seulement dans les longueurs d'onde rouge, verte et bleue, mais aussi dans de nombreuses parties du spectre électromagnétique, de l'ultraviolet à l'infrarouge.

La végétation, les roches et le sable réfléchissent différentes longueurs d'onde de lumière et d'énergie de manière unique. Par exemple, les plantes vertes réfléchissent fortement dans la partie du spectre correspondant au proche infrarouge, mais faiblement dans les longueurs d'onde rouges. Par conséquent, une grande différence de réflectance dans le proche infrarouge par rapport aux longueurs d'onde rouges à un endroit donné indique une végétation verte et en croissance. Le SNZCBI et Sahara Conservation ont utilisé ces propriétés et d'autres caractéristiques pour créer de nombreux produits de télédétection, chacun mettant en évidence la présence ou l'abondance d'un type différent de couverture végétale naturelle ou d'utilisation humaine des terres dans le Sahel. Nous avons également utilisé des données satellitaires pour étudier à quel moment la végétation de la réserve pousse et meurt.

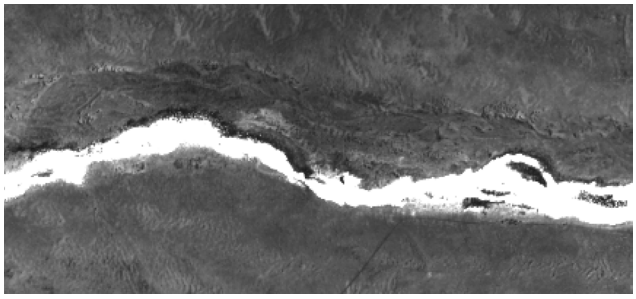


Image NDVI

Les herbes autochtones poussent généralement immédiatement après les premières pluies de l'année, tandis que les terres agricoles doivent être labourées et ensemencées avant que les cultures ne puissent pousser. Les herbes ont donc une « longueur d'avance » et atteignent leur pic de croissance avant les cultures courantes comme le sorgho, le millet et le maïs. La densité foliaire tend également à être plus élevée dans les champs agricoles au moment du pic de croissance, car les plantes cultivées ont généralement des feuilles plus grandes et poussent de manière beaucoup plus haute et plus large que les herbes sahéliennes à feuilles étroites et peu espacées. Enfin, les cultures agricoles connaissent un cycle de croissance condensé qui non seulement commence et atteint son apogée plus tard que les herbes autochtones, mais se termine également plus tôt. Alors que les plantes cultivées sont récoltées à leur pic de croissance pour nourrir les êtres humains ou le bétail, les herbes annuelles se flétrissent et se dessèchent naturellement.

Les conditions qui définissent le Sahel et la RFOROA rendent la cartographie de la végétation particulièrement difficile

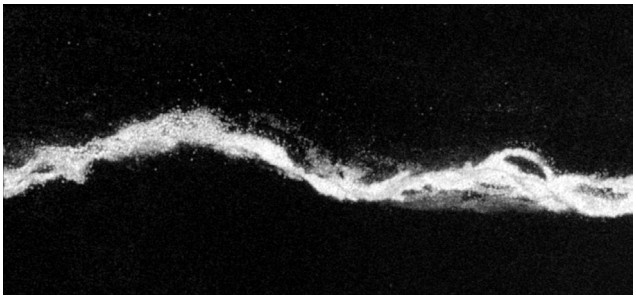


Image SAR

Nous avons effectué de nombreuses analyses de données de télédétection afin de déterminer les propriétés uniques des différents types de couverture et d'utilisation des sols dans la RFOROA. En associant ces couches de télédétection aux données provenant de missions de routine et de missions dédiées de terrain, le SNZCBI et Sahara Conservation ont créé la première carte précise de la couverture des sols de la réserve, avec une résolution moyenne (c'est-à-dire avec des pixels mesurant 20 m x 20 m). Ces informations seront utilisées pour mieux comprendre les préférences en matière d'habitat des oryx algazelle et des addax réintroduits, et pour prévoir leur répartition potentielle dans la RFOROA au fur et à mesure que ces populations continueront de croître.

Katherine Mertes, PhD
CONSERVATION ECOLOGY CENTER
SMITHSONIAN'S NATIONAL ZOO & CONSERVATION BIOLOGY INSTITUTE

Elizabeth Johnson
Remote Sensing/ Spatial Ecology Intern
CONSERVATION ECOLOGY CENTER
SMITHSONIAN'S NATIONAL ZOO & CONSERVATION BIOLOGY INSTITUTE

©John Newby / Sahara Conservation

Depuis sa création, les articles de Sandscript sont rédigés par nos équipes, nos partenaires, et tous ceux qui, à travers leur travail de terrain, font de la conservation de la biodiversité une réalité.
L'objectif premier est d'informer le public de nos activités de conservation au Sahara et au Sahel, et de partager tous les éléments d'actualité qui s'y rapportent, mais aussi de sensibiliser le lecteur à la beauté et à la richesse de cette région du monde. Au fil des années, Sandscript a ainsi dépassé son simple rôle informatif pour apporter un éclairage original sur des zones de l'Afrique relativement méconnues, peu documentées, hébergeant une biodiversité malheureusement très mal protégée.

Nous sommes reconnaissants à tous ceux qui contribuent à faire de Sandscript l'une des premières sources d'information sur les espèces du Sahel et Sahara, uniques au monde, et pourtant négligées.

Comment nous aider ?

Le Sahara et le Sahel hébergent une biodiversité en proie à une extinction « silencieuse ». Jusqu'à très récemment, ce déclin s'est trouvé ignoré, son étude et les mesures devant le combattre étant sous-financées par la communauté internationale de la conservation et les agences de développement à travers le monde.
En 2004, un petit groupe de personnes et d'institutions engagées a créé le Sahara Conservation Fund (désormais Sahara Conservation) diffusant un appel urgent à l'action, avec à l'esprit la question :
« Si ce n'est pas nous, alors qui parlera de la faune saharienne ? »
Sahara Conservation est à l'origine d'un mouvement de plus en plus important de conservation de la faune du Sahel et Sahara, visant à protéger et restaurer un panel unique et extraordinaire d'espèces clés, comme l'addax, l'oryx algazelle, les vautours et outardes, l'autruche d'Afrique du Nord ou encore les gazelles dama.
En tant qu'ONG agréée aux États-Unis et en France, Sahara Conservation s'appuie sur les dons, les subventions et autres financements provenant de particuliers, d'entreprises et d'organisations, pour mener à bien sa mission et donner une voix au Sahara, permettant de préserver son incroyable richesse naturelle et culturelle.

Nous vous invitons à donner de la voix avec nous, pour restaurer la faune du Sahel et du Sahara, en apportant votre soutien à Sahara Conservation.

Pour faire un don : www.saharaconservation.org/donate

La mission de Sahara Conservation est de conserver la faune sauvage du Sahara et des prairies sahéliennes avoisinantes. Pour mettre en œuvre notre mission, nous forgeons des collaborations entre les communautés, gouvernements, zoos et experts scientifiques, les conventions internationales, organisations non gouvernementales et bailleurs de fonds. Un réseau puissant avec un objectif commun : la conservation des déserts et de leur patrimoine naturel et culturel unique.

www.saharaconservation.org