



Biodiversité au Sahel

Les forêts du Mali

Philippe Birnbaum

éditions
Quæ

Biodiversité au Sahel

Les forêts du Mali

Philippe Birnbaum

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex, France

©Éditions Quæ 2012

ISBN : 978-2-7592-1812-7

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^e.

Sommaire

PRÉAMBULE	5
LE MALI, UN PAYSAGE AU CENTRE DU SAHEL	7
Géographie générale	9
Les populations sédentaires et nomades	11
Les ressources forestières	13
La valeur des forêts arides	15
ORIGINES DES FORÊTS ARIDES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST	19
Mise en place du socle géologique	19
Mise en place de la flore actuelle	20
Les traces de l'homme	28
La mosaïque des flores	36
L'INFLUENCE DES GRADIENTS CLIMATIQUES	41
Le gradient pluviométrique	41
La classification bioclimatique	43
Les gradients de végétation	48
La matrice bioclimatique	50
L'EMPREINTE DE L'HOMME	53
Le cercle de l'emprise humaine	54
Le cercle agroforestier	55
Le cercle d'influence	58
La diffusion des feux de brousse	61
La matrice anthropogénique	63
LES FORÊTS DES FLEUVES ET RIVIÈRES	67
La disponibilité hydrique	67
Les plaines inondables	68

Les rivières permanentes.....	72
Les rivières saisonnières	77
Les inclusions hydriques.....	80
LES FORÊTS DE FAILLES.....	83
Percolation et ruissellement	83
Le plateau mandingue	86
Le plateau de Koutiala.....	88
Le massif de Kéné Dougou	89
L'Adrar des Iforas.....	91
Les inclusions topographiques	91
LA RÉPONSE DES ESPÈCES	93
Confinement et transgression	94
Ajustement du port	97
Ajustement du feuillage	108
Ajustement du système racinaire.....	110
La plasticité morphologique.....	115
LA DIVERSITÉ VÉGÉTALE	119
Une mosaïque de paysages.....	119
Richesse floristique.....	123
Nouvelles espèces.....	125
Variabilité et spéciation.....	126
Rôle et gestion de la biodiversité	129
BIBLIOGRAPHIE	137
INDEX DES NOMS DE PLANTES	169

Un cahier de planches couleur est inséré entre les pages 40 et 41.

Préambule

Le Mali est un pays désertique dénué de forêts. La diversité biologique est si faible qu'un botaniste s'y ennuerait. Voilà l'image que je me faisais des pays arides en général, des régions subsahariennes en particulier et plus spécifiquement du Mali, le jour où j'ai appris que j'étais affecté à Bamako. Après avoir bâti ma carrière de botaniste et d'écologue dans les forêts tropicales humides, partir travailler dans un pays aride me semblait être une régression proportionnelle à la différence du nombre d'espèces que j'allais y trouver.

Aujourd'hui, j'ai appris que le Mali est un pays qui héberge une importante diversité de paysages, où les habitats très contrastés se côtoient, où la forte saisonnalité est à l'origine du déploiement de stratégies végétales remarquables et où une présence humaine plurimillénaire se traduit à la fois par une forte pression sur les milieux naturels et par une proximité exceptionnelle entre l'homme et son environnement.

J'ai aussi rencontré des gens exceptionnels qui sont devenus très proches et qui de près ou de loin sont impliqués dans cet ouvrage. Je ne pourrai pas oublier que toute cette aventure malienne s'est construite intégralement en compagnie de mon fidèle ami Ssassi pour qui j'ai la plus grande considération et admiration.

Elle résulte de ces moments partagés en forêt avec mes collègues ou compagnons Laurent Granjon, Doukary Abdoullaye, Mamadou Doumbia, Ibrahima Sidibé, Jakob Fahr, Natalie Weber, Chris Duvall, Mahamadou Coulibaly, Ehya Ag Sidiyene, Moussa Ballo, Jean-François Trébuchon, Jean-Marc Duplantier, Mahamadou Dembélé, Bourelaye Dembélé, Adama Korbo, Jacques Florence, Jean-François Cosson, Pierre-Michel Forget, Marie-Hélène Chevallier, Ute Boettcher, Pierre Bonnet, Patrick Blanc, Ismaël Guindo, Saïdou Ouattara, Nicolas Picard, Denis Gautier, Françoise et Robert Dowsett, Yves Nouvellet.

Elle s'est écrite grâce aux conseils et aux critiques apportés au fil des discussions par Martine Atramentowicz, Cécile Aupic, Dramane Ballo, Aziz Ballouche, Daniel Barthélémy, Didier Bazile, Ronald Bellefontaine, Stéphane Bouju, Agnès Bugin, Yves Caraglio, Ronald Clyde Blakey, Laurent Gazull, Sylvie Gourlet-Fleury, Mathieu Gueye, Harouna Guindo, Sandrine Isnard, David Kenfack, Olivier Lachenaud, Grégoire Leclerc, Dominique Louppe, Jean Maley, Jean-François Molino, Robert Nasi, Bourama Niagaté, Marc Pignal, Jean-Yves Rasplus, Haby Sanou, Martine Séguier-Guis, Mariam Sissoko, Mallick Sylla, Corinne Thonnat, Michel Vaksman.

Et s'est déroulée dans un cercle familial et amical composé de tant de membres que je ne saurais les lister tous ici de peur d'en oublier.

Que chaque personne qui a partagé, animé et critiqué cette aventure soit intimement convaincue de toute ma reconnaissance.

I ni cè, Merci, Thank you, Danke, Tanimert

Le Mali, un paysage au centre du Sahel

Aride peut-il s'accorder avec forêt ? Associer ces termes peut paraître anachronique et relever de la paléohistoire plus que de l'époque actuelle. Tout d'abord qu'appelle-t-on une forêt ? Ce terme est soumis à de très nombreuses controverses. Aucune définition universelle, reposant sur des critères rationnels et reproductibles, ne distingue finalement une forêt d'une formation boisée, d'une plantation d'arbres ou d'une savane boisée. La perception culturelle des paysages est bien plus forte que la caractérisation scientifique. Partout dans le monde, et particulièrement au Sahel, les habitants distinguent aux abords de leur village des espaces forestiers et herbacés, des sols nus, des mares, des bords de rivières, des zones rocheuses et plus généralement toutes les facettes qui constituent la mosaïque locale d'un paysage complexe. Cette perception repose sur des concepts qui varient d'une région à l'autre en fonction de la culture et de l'expérience de chacun. Elle est relative plus qu'absolue. C'est ainsi qu'une forêt claire, qui d'un point de vue étymologique est l'antonyme d'une forêt dense, représente pourtant la forêt la plus dense que l'on rencontre en milieux arides. La forêt dense d'un Touareg du milieu saharien sera indubitablement moins boisée que celle d'un Sénoufo de la zone soudanienne, qui elle-même sera considérée comme une forêt claire ou secondaire par un habitant baoulé de la zone guinéenne. En Afrique, cette relativité évolue de proche en proche depuis la zone saharienne jusqu'aux massifs forestiers du bassin du Congo. Ce gradient de densité se reproduit également depuis le centre d'une ville où la végétation se résume à quelques arbres ornementaux jusqu'en périphérie des zones urbaines où la végétation se densifie. La notion de forêt se rapporte aux formations végétales arborées les plus denses d'un paysage. Plus le milieu est aride, plus la terminologie désignant la formation végétale devient ambiguë et dépendante de la perception de chacun. La savane arborée, dont la définition initiale repose sur le rapport de biomasse entre les herbacées et les ligneux est-elle finalement si objective ? Elle laisse à l'utilisateur le choix de décider selon sa perception s'il s'agit d'une prairie d'herbacées parsemée de quelques arbres ou d'une forêt dont la canopée ouverte permet d'accueillir une strate herbacée. Elle dépend surtout de l'échelle de l'observation, c'est-à-dire la surface totale prise en compte pour évaluer ce ratio. C'est ainsi que si les images acquises par un satellite permettent de délimiter une classe forestière à partir du recouvrement moyen, cette classification est plus douteuse lorsqu'elle est évaluée depuis le sol. Il suffit parfois de tourner la tête pour percevoir côte à côte une forêt dense, une forêt claire et une savane herbeuse. Un zoom sur un bosquet d'arbres renvoie l'impression d'une forêt dense, tandis qu'un plan large du même paysage marqué par ce bosquet isolé au milieu d'une prairie suggère davantage une savane. À ces variabilités de perception et d'échelle d'observation s'ajoute l'inversion saisonnière si caractéristique de ces milieux arides. Durant la saison des

pluies, la biomasse produite par les herbacées annuelles est prépondérante tandis que lors de la saison sèche, ce sont les arbres et les arbustes qui dominent.

Les forêts arides sahéliennes et soudaniennes existent sans qu'il soit nécessaire de les comparer aux autres forêts du monde ni en termes de densité ni en termes de composition forestière. Elles sont présentes entre 10° et 20° de latitude nord sous des formes variées, denses ou claires, étendues ou fragmentées, hautes ou basses, diversifiées ou uniformes, et c'est de cette variabilité dont il sera principalement question dans ce livre. Les résultats utilisés dans cet ouvrage reposent majoritairement sur l'observation des plantes ligneuses, c'est-à-dire les arbres, arbustes et lianes, qui forment la charpente des forêts. Ces ligneux présentent l'avantage d'intégrer la variabilité des conditions environnementales d'une année sur l'autre. Un baobab adulte reflète ainsi la stabilité des conditions environnementales qui règnent depuis sa germination. Il suffit en effet d'une courte période très défavorable pour qu'il périsse, alors qu'il lui faut une longue période homogène pour survivre. En retour, sa présence participe, avec les autres espèces, à l'enrichissement de la diversité des paysages. Ensemble, ces espèces modifient la disponibilité des ressources locales et, en contrepartie, confèrent à l'écosystème des spécificités écologiques qui diffèrent de la somme des composantes. Un peuplement diversifié diverge d'une plantation monospécifique même si dans ces deux cas, il s'agit d'un groupement d'arbres. Il suffit que les conditions environnementales deviennent létales pour le développement d'une espèce pour que la plantation disparaisse alors que le peuplement diversifié se transforme. La richesse floristique est source de tolérance et de résistance, deux propriétés d'autant plus importantes pour la survie d'une forêt que les fluctuations climatiques sont marquées. Les paysages forestiers de l'Afrique de l'Ouest reposent fortement sur ces liens qui unissent la variabilité des conditions environnementales et la réponse des espèces, voire des individus. Ce livre est consacré à la relation qui associe la plasticité des individus à celle des paysages, en se fondant sur la tolérance des espèces et sur la variabilité des conditions de l'environnement. Les résultats présentés sur le territoire malien ne représentent qu'une loupe sur un point situé au centre d'une région faite en réalité de continuums écologiques (figure 1). Ce travail est une synthèse destinée à tous ceux qui s'intéressent à la diversité végétale et des paysages de l'Afrique de l'Ouest. Enrichi de photographies, de diagrammes et de dessins originaux, il tente de transcrire près de dix années de missions effectuées dans la plupart des forêts maliennes, depuis les bosquets de végétation situés dans le *Kreb in Karoua* à proximité de la frontière algérienne jusqu'aux forêts humides qui bordent le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Sénégal et la Mauritanie. Il s'appuie sur des observations directes, mais aussi sur de nombreux échanges avec les chefs de village, les habitants, citadins ou villageois, les chasseurs et les tradithérapeutes, ainsi que sur les discussions avec mes collègues du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), de l'Institut d'économie rurale (IER), de l'Institut de polytechnique rurale (IPR), de l'Institut supérieur de formation et de recherche appliquée (Isfra), de l'université de Bamako, de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), de l'université de Ulm en Allemagne, du Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) de Paris ou sur les échanges avec les étudiants que j'ai eu la chance d'encadrer tant au laboratoire de l'IER à Bamako que lors de mes différentes missions de terrain.

Centré sur les forêts arides du Mali, cet ouvrage repose en outre sur une large littérature, citée dans sa dernière partie, qui dépasse les frontières du pays. Il apporte une réflexion sur les originalités écologiques des formations forestières, qui renferment parfois une

richesse biologique encore méconnue des ouvrages spécialisés sur la flore des savanes de l'Afrique de l'Ouest. Les résultats détaillés au Mali ne font que préciser des propos d'une portée plus étendue. Chacun de ces chapitres peut ainsi se déployer à l'échelon régional.

Géographie générale

Le Mali, cet État enclavé de l'Afrique de l'Ouest, s'étend entre 10° et 25° de latitude nord, 12° de longitude ouest et 4° de longitude est. Par sa superficie, le Mali se classe au 24^e rang mondial avec 1 240 190 km² et au 8^e rang pour le continent africain après le Soudan, l'Algérie, la République démocratique du Congo, la Libye, le Tchad, le Niger et l'Angola. Le pays est divisé en huit régions portant chacune le nom de la capitale administrative – Tombouctou, Kidal, Gao, Mopti, Kayes, Koulikoro, Sikasso et Ségou – auxquelles s'ajoute le district de la capitale, Bamako. La position du Mali, sa superficie, son étendue latitudinale en font un excellent modèle pour étudier la diversité des forêts arides de l'Afrique de l'Ouest. Il partage sept frontières, avec des pays désertiques (Algérie, Mauritanie et Niger), des pays soudaniens (Sénégal et Burkina Faso) et des pays guinéens (Côte d'Ivoire et Guinée). Du fait de sa géographie, il embrasse une gamme étendue des écosystèmes forestiers arides de toute l'Afrique de l'Ouest.

Le pays est formé à 90% de vastes plaines et de bas plateaux qui n'excèdent pas 300 m d'altitude tels que le Hodh de Mauritanie, situé entre Nioro et Nara, ou la plaine du Gourma, qui s'étend à l'est jusqu'au Burkina Faso. Les deux régions les plus basses se trouvent, d'une part, dans l'Ouest du pays sur le plateau basaltique du Kaarta situé dans la vallée du Bafing entre les monts Bambouk et le plateau mandingue et, d'autre part, à l'Extrême-Nord du pays, dans le Sahara, aux environs de Taoudéni. Cette relative monotonie du relief est pourtant interrompue par la présence des deux bassins fluviaux du Sénégal supérieur et du Niger, et par l'émergence de falaises gréseuses qui se dressent massivement dans ce plat pays.

Le fleuve Niger est le 13^e plus grand fleuve du monde et le 3^e plus grand fleuve du continent africain après le Nil et le Congo-Chambeshi. Il s'étend sur quatre États (Guinée, Mali, Niger, Nigeria). Au Mali, ses principaux affluents sont le Sankarani, venant de la Guinée, et le Bani, né de l'union de la Bagoé et de la Baoulé, en provenance de Côte d'Ivoire. Il suit une direction nord-est et arrose les grandes villes de Bamako, Koulikoro, Ségou, Djenné, Mopti, Tombouctou et Gao. Artère principale du pays, il est constitué de deux grands biefs navigables, l'un long de 374 km entre Kouroussa (Guinée) et Bamako, l'autre de 1 400 km entre Koulikoro et Ansongo. Sa source se situe dans les monts de Loma en Guinée, à la frontière de la Sierra Leone. Le bassin versant couvre plus de 2,2 millions de km², en incluant la vallée de l'Azawagh et de la Tilemsi même si l'écoulement y est temporaire. Le bassin actif occupe près de 1,5 million de km² et son débit varie considérablement selon les saisons et la distance parcourue. À Bamako, les hautes eaux interviennent immédiatement après la saison humide, entre septembre et octobre, et le débit peut atteindre 6 200 m³/s tandis qu'il atteint seulement 50 m³/s en saison sèche, c'est-à-dire entre avril et mai. À Tombouctou, les hautes eaux interviennent plus tardivement, entre décembre et janvier, après le remplissage de la vaste plaine alluvionnaire formée par le delta intérieur qui occupe une superficie de 40 000 km² au maximum de l'inondation. Enfin, cette eau rejoint la ville de Niamey (Niger), mais seulement vers le début du mois de février, c'est-à-dire six mois après son apparition en amont. En

moyenne, le fleuve Niger et ses principaux affluents ont un écoulement moyen annuel de $1\,750\text{ m}^3/\text{s}$, soit un volume annuel de 55 milliards de m^3 dont 25 à 50% sont perdus par évaporation en traversant le delta intérieur. À partir de ce delta, les crues hivernales remplissent les lacs et les mares alors connectés. Le Nord du pays dispose ainsi de 17 grands lacs naturels dont ceux de Daoukiré, Débo, Faguibine, Fati, Garou, Gouber, Horo, Kabara, Kamango, Niangay, Tanda, Télé, Takara..., ainsi que d'une multitude de mares temporaires comme celles de Gossi, Diomka, Gare, Goumboro, Kaleourou, Kendara, Khalaloro, Korkodio, Lehe, Ouali, Tinkare, Toya...

Le fleuve Sénégal ne traverse strictement le Mali que dans son cours supérieur, sur une courte distance d'environ 100 km. Le bassin du fleuve Sénégal est constitué par l'union des rivières Bafing et Bakoye, qui se rejoignent au niveau de la ville de Bafoulabé, et de la rivière Falémé, qui rencontre le cours du fleuve à hauteur de la ville de Kayes et délimite parallèlement la frontière entre le Mali et le Sénégal. Les sources de ce bassin versant se trouvent en amont du Bafing, dans les monts du Fouta Djallon en Guinée. Ce complexe fluvial suit une direction nord-ouest et arrose les villes de Manantali, Bafoulabé et Kayes. Il couvre environ $337\,000\text{ km}^2$ et s'étend sur quatre États (Mali, Guinée, Sénégal et Mauritanie). Son régime très irrégulier est exclusivement dépendant du régime pluviométrique. Le débit moyen du fleuve est d'environ $600\text{ m}^3/\text{s}$ à son embouchure et de $469\text{ m}^3/\text{s}$ à Kayes, mais il peut varier de $3\text{ m}^3/\text{s}$ en période d'étiage jusqu'à $5\,000\text{ m}^3/\text{s}$ durant les fortes crues. Les chutes de Gouina et du Félou y interdisent toute navigation.

Environ 47% de la superficie totale du pays est inscrite dans le bassin versant du fleuve Niger, 11% dans le bassin versant du fleuve Sénégal, 41% dans le bassin intérieur du désert du Sahara et les bassins fossiles (Nara-Nioro et Gourma), et seulement 1% dans le bassin versant du fleuve Volta, dans la plaine du Seno-Gondo. Le pays renferme une immense réserve d'eau souterraine qui circule sous les roches gréseuses ou dans les nappes phréatiques dont les profondeurs oscillent entre 15 m dans la partie ouest et 30 à 50 m dans la zone sahélienne. La disponibilité hydrique totale provient des apports des précipitations évalués à plus de 400 milliards de m^3 , des ressources en eaux de surface, estimées à environ 70 milliards de m^3 , des eaux souterraines provenant des aquifères évaluées à 66 milliards de m^3 auxquels il convient d'ajouter le volume des eaux fossiles, estimé à environ 2 700 milliards de m^3 . Pour la population humaine, la quantité d'eau renouvelable est évaluée à environ $10\,000\text{ m}^3$ par an et par habitant, soit dix fois plus que le seuil mondial de pénurie d'eau. Cependant, bien que suffisante en quantité, cette eau reste parfois difficile à mobiliser. Environ 50% de la population accède à l'eau potable (35% en milieu rural et 76% en milieu urbain), tandis que les habitants des villages les plus reculés connaissent encore la pénurie. Si l'eau reste difficile d'accès pour les villages éloignés, elle est en revanche assez bien captée et utilisée par la végétation.

Du fait de sa situation continentale, le climat intertropical malien se caractérise par une forte hétérogénéité entre le Nord et le Sud. Le pays est rythmé, chaque année, par une seule saison des pluies (trois mois, de juin à août, au Nord, et sept mois, d'avril à octobre, au Sud) et des précipitations cumulées croissantes de 50 à 1 200 mm du Nord au Sud. Le mois d'août est le mois le plus humide avec une moyenne de 311 mm et 20 jours de pluie. Il pleut environ 25 jours par an à Tombouctou, 50 à Mopti, 80 à Bamako et 100 à Sikasso. L'humidité relative annuelle moyenne est de 42,8% et la moyenne mensuelle d'humidité relative varie de 16% en février-mars à 74% en août-septembre. L'ensoleillement moyen est de 7,7 heures/jour tandis que la moyenne annuelle est de 2 819 heures

de soleil. La température moyenne est de 27,6°C et la variation moyenne annuelle est de 8°C, s'échelonnant entre 24 et 32°C. Le mois d'avril est le mois le plus chaud, avec une moyenne de 39°C et des maxima supérieurs à 45°C, tandis que la température moyenne minimale est de 16°C en décembre-janvier et les minima absolus de l'ordre de 10°C. Durant la saison sèche, les hautes pressions tropicales, notamment les anticyclones des Açores et de Libye, migrent vers les basses latitudes en suivant le mouvement de l'équateur météorologique. Le Sahel se situe alors dans une période anticyclonique où les pluies sont quasi inexistantes. Cet épisode sec comprend deux périodes successives : une relativement fraîche qui court de novembre à février durant laquelle les températures moyennes oscillent entre 12 et 18°C (de 13°C à Tessalit ou Tombouctou jusqu'à 18°C à Bamako et plutôt 14°C à Sikasso), suivie d'une courte période chaude (en mai-juin à Tessalit ou Tombouctou et en avril-mai à Bamako ou Sikasso), durant laquelle les températures dépassent régulièrement 40°C. Cette saison sèche correspond parallèlement à la mise en place d'un flux d'air dominant, l'harmattan, orienté nord-est. Cet alizé continental est présent de façon quasi continue dans le Sahel, de novembre à mai, donnant de grands vents de sable chauds et secs. En moyenne, calculée sur la période 1994-2002, l'harmattan atteint son indice maximal durant la sixième semaine de l'année, c'est-à-dire entre le 7 et le 15 février, lorsque la zone intertropicale de convergence est située à son extrême sud.

Les populations sédentaires et nomades

Selon les statistiques officielles, la population malienne comptait 5 millions d'habitants en 1960 avec un taux de croissance démographique de 1,76%. Lors du dernier recensement effectué en 2009, cette population s'élevait à 13,3 millions d'habitants, avec un taux de croissance de 2,4%. Les projections estiment qu'en 2050 la population atteindra environ 28,8 millions d'habitants. La densité actuelle est faible avec environ 11 habitants/km². Cette valeur moyenne cache en réalité une très grande hétérogénéité qui se révèle principalement selon un gradient nord-sud. Si les régions situées au nord ne comptent que 2 habitants/km², cette densité atteint 25 habitants/km² dans les régions centrales et près de 65 habitants/km² dans le Sud-Est ou dans le delta central du Niger. Les Maliens vivent à 90% dans les six régions situées le plus au sud (Kayes, Koulikoro, Mopti, Ségou, Sikasso et le district de Bamako). Alors qu'en 1960 moins de 10% des Maliens vivaient dans les villes, ils sont dorénavant urbains à plus de 33%, et ce ratio évolue en moyenne d'un point chaque année même si le pays compte encore plus de 10000 villages.

Du fait du découpage territorial réalisé durant la période coloniale, le Mali regroupe différentes ethnies, présentes également dans les pays voisins, qui couvrent six grandes familles de langues (sémitique, songhaï, hamitique, tekrourienne, mandé et dogon), même si le français est la langue officielle. Ces différentes ethnies mêlent deux modes de vie et de peuplements, sédentaires et nomades.

Les populations sédentaires vivent surtout au sud du fleuve Niger. Les Bamanans (ou Bambaras), littéralement « ceux qui refusent d'être dominés », représentent environ 30% de la population malienne et sont principalement agriculteurs mais aussi métallurgistes, menuisiers, tisserands et potiers. Les Sénoufos (9%) occupent surtout les terres fertiles de la région de Sikasso. Ils sont historiquement animistes et rendent hommage aux éléments de la nature. La présence de nombreux bois sacrés, ces sortes d'îlots de végétation luxuriante, inclus dans la savane aride et cultivée, est le témoignage le plus visible de cette

tradition. Les Soninkés (8,8%) sont principalement des commerçants qui vivent au voisinage de la Mauritanie, dans les cercles de Yélimané, Nioro et Nara. Mais du fait de leur histoire de grands voyageurs, ils sont aussi dispersés un peu partout sur le territoire. Les Dogons (8%) sont principalement des agriculteurs concentrés dans la région de la falaise de Bandiagara au sud-est de Mopti. Les Songhaïs (7,2%) cultivent les zones inondées et les rives du fleuve autour de la boucle du fleuve Niger, depuis le lac Débo jusqu'à la frontière du Niger. Les Malinkés (6,6%) sont établis en majorité dans la vallée du haut Niger dans les contreforts des monts du Fouta Djallon. Culturellement, les Malinkés sont proches des Bambaras avec lesquels ils partagent la même langue et la même origine. C'est un Malinké, Soundiata Keita, qui fonda au début du XIII^e siècle l'empire du Mali, au cours duquel fut promulguée la première déclaration des droits de l'homme, «La Charte du Manden», en vertu de laquelle furent instaurées des lois contre l'esclavagisme, pour l'éducation de tous, le respect de la vie et la protection de l'environnement. Les Dioulas (2,9%) sont également issus de l'ethnie mandingue et proches des Malinkés et des Bambaras. Ils ont développé le nomadisme commercial et se sont répandus dans les pays limitrophes comme le Sénégal, le Niger ou encore la Côte d'Ivoire. Les Bobos (ou Bwabsa ou Bwas) représentent moins de 3% de la population malienne. Ce sont avant tout des agriculteurs et leur organisation sociale, régie par un conseil des anciens, exclut toute notion de chef et d'autocratie. À côté de ces principales ethnies, il existe plusieurs autres petits groupes tels que les Diawaras, dans les cercles de Nioro et de Nara, les Bozos ou «maîtres de l'eau», qui sont des pêcheurs dans le haut Niger jusqu'à Mopti, les Khassonkés enclavés à l'ouest du pays ou les Toucouleurs venus récemment de l'ouest.

Les populations nomades vivent majoritairement au nord du fleuve Niger, même si dans le contexte du développement économique actuel, ils tendent de plus en plus à se sédentariser. Les Peuls représentent environ 14% de la population malienne. Ce sont des éleveurs transhumants d'animaux de prestige comme les zébus et les chevaux. Les Touaregs représentent environ 2% de la population malienne. La ville de Kidal, dans l'Adrar des Iforas, constitue leur centre culturel. Avant tout éleveurs au nord, ils deviennent agropasteurs au sud et se déplacent vers les plaines septentrionales au cours de la saison des pluies pour rejoindre les terres salées recherchées par leurs troupeaux. Les Maures représentent environ 1% de la population malienne. Ils sont historiquement nomades et éleveurs de dromadaires ou de caprins dans toute la partie nord-ouest du pays, le long de la frontière avec la Mauritanie et sporadiquement le long du fleuve Niger, entre Tombouctou et Gao. L'agriculture est une activité marginale pratiquée par les rares habitants des oasis.

Le Mali est un pays à très faible revenu par habitant. L'économie du pays est essentiellement fondée sur l'agriculture, avec une prédominance de la production cotonnière au sud et de l'élevage au nord. Ces activités occupent près de 80% de la population, contribuent à 37% du PIB et fournissent les trois quarts des recettes liées à l'exportation. Le degré d'industrialisation du pays est faible. Les secteurs secondaire et tertiaire emploient respectivement 4% et 12,5% des actifs. En 1995, la part de l'industrie dans le PIB est de l'ordre de 18% ; elle s'est stabilisée depuis 2005 à 24% et concerne essentiellement les activités liées à la transformation des produits agricoles. Le secteur tertiaire contribue en moyenne à 45% du PIB, dont 14% sont imputables au seul sous-secteur du commerce. La croissance du PIB reste ainsi toujours étroitement liée au secteur primaire, lui-même fortement dépendant des conditions climatiques annuelles et surtout du régime pluviométrique.

Les ressources forestières

Au sud du 19^e parallèle, le domaine forestier national, estimé à environ 100 millions d'ha, est constitué par moins d'un tiers de formations ligneuses et un sixième de formations végétales agricoles ou anthropiques (cultures et jachères), tandis que moins de 4% de cette portion sont réellement cultivés (terres arables et terres en cultures permanentes). Le reste du territoire, soit environ 60%, est formé de terres de pâturage, d'étendues d'eau, dont le delta intérieur du Niger, et de terres incultes. Ce secteur forestier est en constante régression du fait des changements climatiques, du développement économique, d'une politique de gestion peu déléguée et d'une exploitation peu contrôlée. Au cours des quinze dernières années, la surface occupée par les formations ligneuses a diminué en moyenne de 8 700 ha par an, soit une régression annuelle de l'ordre de 0,05%. À l'opposé, selon les statistiques officielles du gouvernement, la superficie des terres cultivées est passée de 1 967 000 ha durant la période 1970-1971 à 3 472 000 ha sur la période 1994-1995, ce qui représente 15% de nouvelles terres défrichées. Néanmoins, la productivité agricole n'a bénéficié d'aucune augmentation significative du rendement des cultures vivrières, qui reste faible avec une moyenne de 750 kg/ha toutes productions confondues. La croissance des activités agricoles se traduit ainsi directement par une augmentation du défrichement, qui conduit localement à une diminution du cycle des jachères, une baisse de la fertilité, une accentuation de l'érosion, une augmentation du drainage superficiel au profit du drainage profond. Autant de transformations globales de l'environnement qui nuisent à la productivité agricole elle-même et conduisent toujours à l'utilisation de nouveaux espaces aux dépens du domaine naturel.

Aujourd'hui, le secteur forestier participe à peine à 2% de la formation du PIB, tandis qu'il concourt intensivement au bien-être des populations locales, en offrant une panoplie de ressources nécessaires pour les besoins quotidiens, tels que la construction, la médecine, la cosmétique, l'alimentation, la décoration ou la tradition. Le domaine forestier constitue également un espace mobilisé pour le parcours du bétail, une réserve de terres exploitables par l'agriculture ou un réservoir de gibiers. Cet attrait multiple engendre une forte dépendance de la population vis-à-vis du domaine forestier. En 2002, la forêt rapportait environ 51 milliards de FCFA pour le bois et plus de 57 milliards de FCFA pour la cueillette, soit un total de près de 165 millions d'euros de recettes en ne considérant que les usages directs. Aujourd'hui, la consommation énergétique totale du Mali, estimée à environ 35 millions de tonnes équivalent pétrole, provient encore majoritairement du bois et du charbon de bois (78%) par rapport à la part des produits pétroliers (18%) et de la production électrique (4%). Les ménages utilisent 86% de cette énergie (77% pour les seuls citadins), tandis que le reste est consommé par les transports (10%), l'industrie (3%) et l'agriculture (1%). La consommation du pays en bois-énergie varie entre 7 et 12 millions de tonnes de bois par an et croît d'environ 1,6% par an régulièrement depuis dix ans. La ressource totale de bois sur pied est estimée à 520 millions de m³ répartie inégalement depuis les savanes arbustives du Nord dont la biomasse ligneuse est inférieure à 10 m³/ha, jusqu'aux forêts des zones plus humides situées dans le Sud du pays qui produisent entre 50 et 80 m³/ha et parfois plus de 100 m³/ha dans les forêts à forte disponibilité hydrique. Par ailleurs, le ministère malien des Mines, de l'Énergie et de l'Eau estime que le stock disponible de bois dans le bassin d'approvisionnement de la ville de Bamako atteint encore 118 millions de tonnes.

Jusqu'à aujourd'hui, le Mali satisfait l'intégralité de ses besoins énergétiques aux dépens d'une exploitation parfois massive de la biomasse ligneuse (bois et charbon de bois). Conscient de ce déséquilibre entre le potentiel et la consommation actuelle, la politique nationale de l'énergie au Mali affiche une stratégie fondée sur la sauvegarde des ressources forestières, au travers d'une mise en adéquation progressive des coûts des combustibles ligneux avec la valeur économique réelle de la ressource. Le décalage des coûts entre les différentes énergies révèle un déclassement tarifaire de la ressource ligneuse au profit des autres ressources nettement sous-exploitées. Les taxes portant sur le charbon de bois sont calculées par sac et non pas sur le poids de matière brute nécessaire. S'il faut environ 7kg de bois pour produire 1kg de charbon de bois, le kilo du charbon ne coûte pourtant que 1,3 fois celui du bois. Par ailleurs, le butane ou le pétrole restent encore environ 1,6 fois plus chers que le charbon. Le taux des taxes ne reflète donc pas la valeur économique réelle de cette ressource ligneuse. Du fait de ce déséquilibre, le bois reste le combustible le moins cher du marché même sous sa forme carbonisée. Le gouvernement s'appuie sur ces rapports pour promouvoir la substitution du bois et de ses dérivés au profit du gaz notamment. L'État malien subventionne ainsi depuis plus de vingt ans et de manière croissante l'utilisation du gaz butane, de 50FCFA sur chaque kilogramme en 1990 à 175FCFA en 1995 et jusqu'à 580FCFA en 2001. Selon l'Agence malienne de l'énergie domestique et de l'électrification rurale (Amader), une tonne de gaz consommée permet d'éviter le déboisement de 4,5ha de savane boisée. Pour éviter la déforestation de la savane boisée du bassin d'approvisionnement en bois-énergie de Bamako, il faudrait alors commercialiser environ 117000 tonnes de gaz butane par an. Le ministère de l'Énergie vient ainsi d'édifier sa politique de substitution partielle en promouvant les réchauds à pétrole et à gaz butane, en renforçant les capacités des opérateurs gaziers et en réactualisant la loi sur l'utilisation des foyers améliorés, avec notamment une interdiction d'utiliser les foyers de type «trois pierres»¹ dans les villes.

Cette politique suit l'évolution des mentalités. De la même manière que le passage du bois au charbon de bois, du foyer traditionnel au foyer trois pierres, puis au foyer métallique s'appuie sur le désir de la population malienne de disposer d'une énergie «propre» et maîtrisable, le passage du charbon au gaz représente la prochaine étape, de plus en plus plébiscitée, notamment dans les centres urbains. À Bamako, la disparition du bois-énergie est déjà en cours du fait de la concurrence des combustibles pétroliers mieux adaptés aux contraintes de la vie urbaine et aux désirs des consommateurs. Ainsi, même si le prix du gaz reste toujours supérieur à celui du bois, les citoyens émettent des avis de plus en plus négatifs sur la consommation du charbon de bois. Les fumées émises par la combustion du charbon lors de la cuisson des aliments sont considérées comme nocives pour la santé des femmes, la manipulation du charbon est réputée sale et la surconsommation due au fait qu'un foyer au charbon ne peut pas se ralentir ou s'arrêter aussi facilement qu'une bonbonne de gaz est pointée du doigt. Par ailleurs, les nouvelles constructions citadines, dans lesquelles la cuisine est dorénavant intégrée au bâtiment, éloignent de plus en plus l'usage de ce combustible de la vie urbaine. L'évolution des modes de vie, notamment dans les villes, connaît un rythme si rapide, qu'elle classe d'ores et déjà le bois-énergie comme une ressource énergétique non durable tant d'un point de vue écologique et économique que culturel.

1. Le foyer «trois pierres» est une construction simple constituée de trois pierres sur lesquelles repose la caserole, ce qui réduit les déperditions de chaleur et augmente le rendement d'environ 30%.

Le pays dispose de très fortes potentialités en énergies renouvelables (soleil, eau et vent) qui restent peu exploitées et pourraient constituer une part importante de l'énergie de demain. Afin d'accroître l'exploitation de ces ressources énergétiques, le gouvernement s'engage dans une nouvelle politique qui vise à diminuer la dépendance du pays vis-à-vis de l'énergie de biomasse, en encourageant les équipements économes ou en recyclant les sous-produits agricoles. Le potentiel hydroélectrique du pays est estimé à près de 1 050 mégawatts, réparti entre une vingtaine de sites dans le bassin des fleuves Sénégal et Niger. Le productible correspondant serait de 5 000 gigawatts/an, soit au moins cinq fois la consommation nationale d'électricité de 2002. Par ailleurs, le rayonnement solaire, disponible pendant 4 000 h/an à raison de 6 kilowatts/m²/jour, est aujourd'hui quasiment inexploité. Enfin, les résidus agricoles et agro-industriels, tels que les 500 000 t de tiges de cotonnier disponibles chaque année, restent sous-exploités, alors qu'ils représentent un équivalent charbon de 100 000 t, selon un taux de conversion de 20%.

La valeur des forêts arides

Le Mali est donc un pays aride dans lequel les habitants sont fortement dépendants de leur domaine forestier. L'association entre aridité et forêt évoque, une fois de plus, une situation particulière, cette fois d'autant plus intéressante et importante qu'elle intègre, comme enjeu essentiel, le développement des populations humaines.

Inutile donc de disserter sur la valeur écologique des espèces, de dresser un discours sur l'importance de la conservation, de débattre sur la valeur patrimoniale des écosystèmes ou d'argumenter sur la nécessité de maintenir une grande diversité floristique dans ce contexte où la survie de l'homme dépend directement de celle de sa forêt. Pourtant, à mesure que l'on s'éloigne des villages et de cette proximité entre l'homme et la forêt, cette interdépendance devient difficile à transmettre et à traduire. Cette relation intime se dilue avec les mots et perd de son pouvoir de conviction avec le développement économique. Ce qui est évident dans le village devient de moins en moins consistant au fur et à mesure que la ville grandit. Et ce qui reste perceptible à l'échelle nationale disparaît à l'échelon international.

Le gouvernement malien suit pourtant les recommandations internationales. Il s'appuie notamment sur le ministère de l'Environnement et de l'Assainissement, le ministère de l'Agriculture, le ministère de la Pêche et le ministère des Mines, de l'Énergie et de l'Eau pour définir sa stratégie nationale de protection de la diversité biologique. Le pays a ainsi ratifié plus de trente conventions internationales relatives à la protection de l'environnement et de la biodiversité dont les plus communes sont :

- La Convention des Nations unies contre la désertification (UNCCD).
- La Convention sur la diversité biologique (CDB).
- La Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC).
- La Convention sur le commerce international des espèces menacées de la faune et la flore (Cites).
- La Convention pour la protection de la couche d'ozone (convention de Vienne).

Malgré cet engagement national, les instances internationales en charge de la conservation de la végétation restent centrées sur la richesse biologique d'une région et identifient les « points chauds » de la biodiversité comme les espaces naturels où se concentrent plus de 1 500 espèces endémiques et ayant perdu plus de 70% de leurs habitats originels.

En Afrique de l'Ouest, seules les forêts guinéennes remplissent ces critères et bénéficient de fait de ce statut et de cette dénomination. Dans la sous-région, elles sont les seules forêts éligibles pour bénéficier de programmes internationaux de conservation biologique, même si ce privilège peut être levé à tout instant s'il apparaît un intérêt macro-économique à les exploiter (présence de minerais rentables par exemple). Cette classification dichotomique des enjeux de la conservation se traduit directement dans les appuis financiers délégués aux programmes de recherche qui partagent le monde en deux catégories principales, selon que les pays concernés sont inclus ou exclus de cette liste de points chauds. Le nombre total d'espèces d'une région représente la clef primaire de l'enjeu planétaire de conservation des espaces naturels. Il surpasse le lien originel entre l'homme et la biodiversité. La proximité, voire la dépendance locale, entre l'homme et sa végétation est gommée par cette décision globale fondée sur la loi du nombre. Sur l'échiquier international, les pays arides de l'Afrique de l'Ouest, comme le Mali, sont ainsi moins concernés par les projets de conservation de la biodiversité que par ceux relatifs au maintien de la biomasse. La quantité prime sur la diversité. C'est pourquoi les plantations d'Eucalyptus abondent, et les aires protégées sont si rares.

C'est dans ce contexte « hors sujet » que le ministère français de l'Environnement et du Développement durable a néanmoins octroyé un financement dédié à l'étude de la biodiversité du Mali, dont une partie des résultats est présentée dans ce livre. C'est également dans cet environnement que le Centre de coopération internationale en recherche agronomique (Cirad) et son partenaire, l'Institut d'économie rurale (IER), ont favorisé cette étude. En retour, cet ouvrage espère fournir à ces institutions les arguments pour convaincre les grandes instances internationales en charge de la conservation que la biodiversité ne se limite pas au nombre d'espèces, mais qu'elle se réfère à la diversité du vivant, c'est-à-dire à tous les processus, modes de vie ou fonctions qui conduisent à maintenir un organisme à l'état de vie. Chaque chapitre de cet ouvrage est focalisé sur un élément déterminant de l'organisation actuelle de la biodiversité végétale. Cette décomposition n'est pas un exercice simple puisqu'en réalité tous les facteurs, qu'ils soient biotiques ou abiotiques, interagissent et s'inscrivent dans un continuum qui évolue dans l'espace et dans le temps. Il faut donc garder à l'esprit que les différents éléments mis en exergue dans chacun de ces chapitres sont malgré tout interconnectés.

Les résultats et conclusions ne sont pas exhaustifs et représentatifs de toutes les formations végétales du Mali et de l'Afrique de l'Ouest. Ils reposent sur les milieux réellement parcourus lors des missions de terrain qui se répartissent du sud-ouest au nord-est du pays entre 20°11'32.80" et 10°19'00.84" de latitude nord, et 11°47'29.74" de longitude ouest et 001°00'34.50" de longitude est (figure 2). Les espèces citées dans cet ouvrage ont fait l'objet d'identifications rigoureuses, parfois laborieuses du fait de l'absence de flore malienne. Elles pourront néanmoins être remises en question à tout moment. Tous les noms scientifiques sont conformes au référentiel taxonomique de la base de données des plantes d'Afrique (version 3.3.5, mars 2012) produit par le Conservatoire et jardin botaniques de la ville de Genève et The South African National Biodiversity Institute à Pretoria. Les familles de plantes suivent la classification recommandée par The Angiosperm Phylogeny Group (APGIII). Enfin, les échantillons récoltés dans le cadre de cette étude sont déposés dans les grands herbiers internationaux que sont Paris (P), Dakar (Ucad), Bruxelles (ULB) et Londres (K) en attendant de pouvoir les rapatrier dans un herbier national malien. Toutes les photos de plantes réalisées au Mali sont directement consultables sur le site Internet *West African Plants - A Photo Guide* [www.westafricanplants.senckenberg.de].

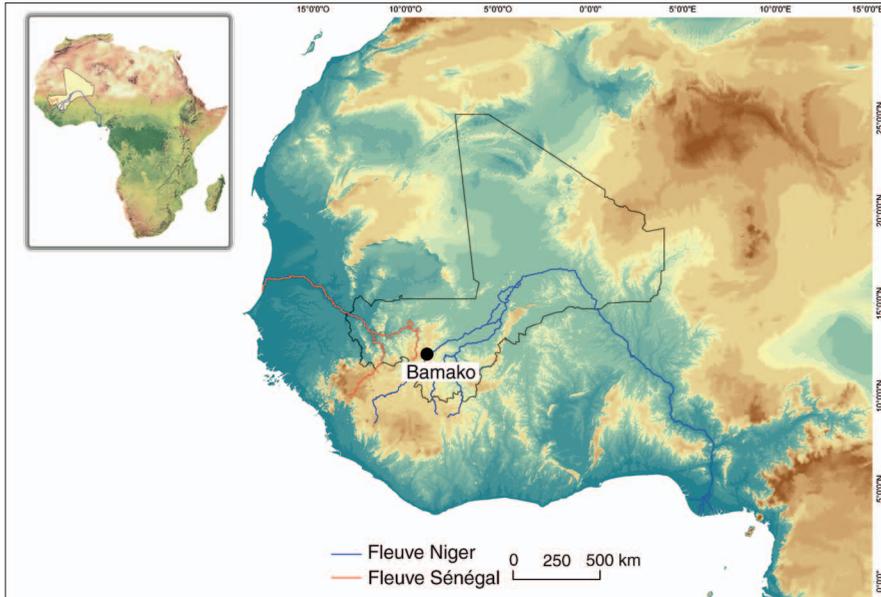


Figure 1. Le Mali, un pays au cœur de l’Afrique de l’Ouest.

Situé entre 10° et 20° de latitude nord, ce vaste pays, traversé par deux immenses fleuves (Sénégal et Niger) et ponctué de massifs gréseux et de falaises, regroupe une gamme étendue de milieux et d’écosystèmes qui contiennent la diversité des forêts arides de l’Afrique de l’Ouest.

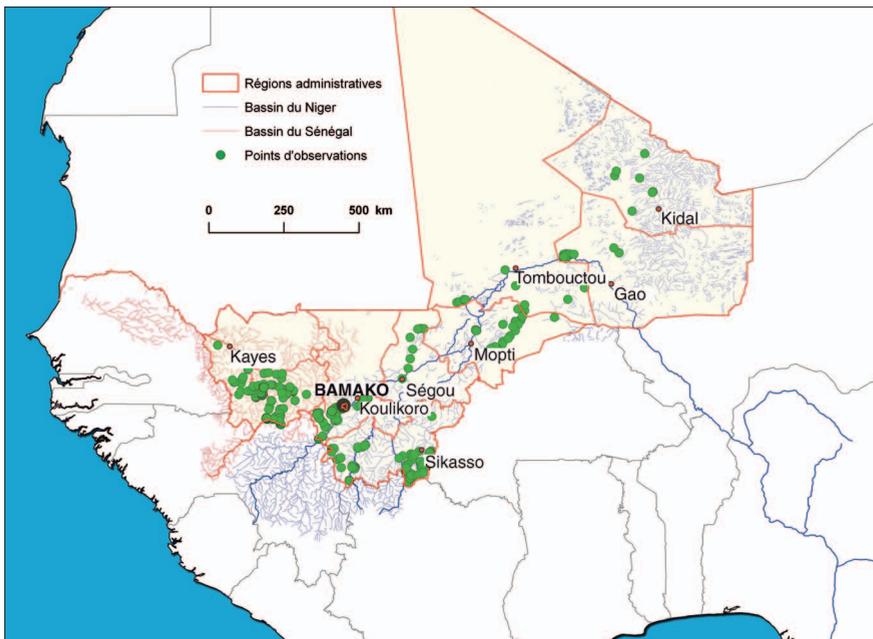


Figure 2. Les forêts et les milieux retenus dans le cadre de cette étude.

Les points d’observation pris en compte dans cette synthèse s’étendent sur toutes les régions administratives du Mali, couvrent la totalité des régimes pluviométriques et portent sur les savanes anthropogéniques, les parcs agroforestiers, les forêts claires, les forêts rivulaires et les forêts de failles.

