





LES AIRES PROTÉGÉES : UN ATOUT MAJEUR POUR LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

*Gervais-Ludovic ITSOUA MADZOUS,
Serge Alexis KAMGANG, Damas MOKPIDIE
et Charles DOUMENGE*

*Avec la contribution de : Quentin JUNGERS,
Pierre HOUDMONT et Deblondet D. BLEU*

Les aires protégées couvrent près de 15,3% de la superficie terrestre mondiale, y compris les eaux intérieures (Maxwell *et al.*, 2020) mais leur contribution à la lutte contre les changements climatiques reste insuffisamment comprise. Elles contribuent notamment à optimiser la séquestration et le stockage du carbone en évitant le déboisement et la dégradation des terres et du couvert forestier (Zapfack *et al.*, 2013 et 2016; Noumi *et al.*, 2018); la conservation des forêts favorisant en outre le maintien des précipitations ainsi que la régulation des flux hydriques et des climats locaux et régionaux (Makarieva *et al.*, 2009; Nogherotto *et al.*, 2013; Bell *et al.*, 2015; De Wasseige *et al.*, 2015; Molina *et al.*, 2019). Les aires protégées abritent aussi de nombreuses espèces animales ou végétales et elles fournissent de nombreux produits et services écosystémiques aux sociétés humaines (Stolton *et al.*, 2015). La bonne santé d'écosystèmes peu perturbés permet ainsi de mieux résister aux effets des changements climatiques et de participer, à la fois, à l'atténuation et à l'adaptation des écosystèmes et des populations humaines à ces changements (De Wasseige *et al.*, 2015; Eba'a Atyi *et al.*, 2015a).

Même s'ils subissent de nombreuses pressions, les écosystèmes naturels d'Afrique centrale sont encore en bonne santé générale. Le massif forestier du bassin du Congo, le second massif d'un seul tenant de forêt tropicale humide après l'Amazonie, recèle l'un des plus vastes parcs nationaux forestier au monde, le parc national de la Salonga, en République Démocratique du Congo (RDC). Les aires protégées de la sous-région hébergent une biodiversité unique, encore abondante, et des écosystèmes très diversifiés (Doumenge *et al.*, 2015).

Les forêts denses humides d'Afrique centrale sont celles qui renferment la plus importante quantité de biomasse par unité de surface parmi les forêts tropicales ($418,3 \pm 91,8 \text{ T/ha}$), stockant ainsi d'importantes quantités de carbone (Saatchi *et al.*, 2011; Slik *et al.*, 2013). Elles contribuent fortement aux équilibres climatiques locaux, régionaux et continentaux. Diverses modélisations des impacts de la déforestation du bassin du Congo sur le climat indiquent en effet une augmentation prévisible des températures au sol et la diminution des précipitations dans de nombreuses zones d'Afrique centrale : les effets d'une forte déforestation ne seraient pas sans conséquence sur le climat des régions adjacentes (Nogherotto *et al.*, 2013; Akkermans *et al.*, 2014; Bell *et al.*, 2015).

Malheureusement, ces scénarios de forte déforestation de l'Afrique centrale, ne sont peut-être

pas aussi éloignés qu'ils le paraissent. Les taux de déforestation en Afrique occidentale et centrale continuent à augmenter, s'élevant à 0,59%/an et parfois plus encore, comme en RDC, qui possède l'un des plus forts taux de déforestation au monde (0,83%/an); le pays arrive juste derrière le Brésil et devant l'Indonésie, en termes de perte nette de forêts pour la période 2010-2020 (toutes forêts incluses, sèches et humides; FAO, 2020).

Les aires protégées d'Afrique centrale subissent aussi de sévères pressions humaines, lesquelles sont à présent exacerbées par les effets des changements climatiques. Elles sont en proie à de nombreuses menaces, parmi lesquelles, la déforestation, l'installation de parcelles agricoles, le développement de projets miniers ou le braconnage, qui fragilisent le réseau d'aires protégées, le rendant plus sensible aux effets des changements climatiques.

Ces changements climatiques ont en effet des impacts perceptibles sur la biodiversité et les aires protégées, avec des modifications dans la distribution des espèces, ainsi que des réductions de la taille des populations, voire des extinctions locales (Davis & Shaw, 2001; Balanyá *et al.*, 2006; Bush *et al.*, 2020). L'augmentation de la température de l'air, le changement du régime des précipitations, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, etc.) sont autant de manifestations de



ces changements, avec des conséquences non négligeables sur les espèces animales et végétales et sur les écosystèmes dans leur ensemble (Hartley *et al.*, 2007 ; Belle *et al.*, 2016).

Les menaces qui pèsent sur ces écosystèmes et les aires protégées qu'ils renferment réduisent leur efficacité à fournir des services écosystémiques et leur rôle dans la conservation, anéantissant ainsi la contribution de ces aires protégées aux processus d'adaptation et d'atténuation des effets des changements climatiques (Ndiaye & Ndiaye, 2013). Parmi les éléments clés à prendre en compte dans les stratégies de déploiement des réseaux d'aires protégées face aux changements climatiques, plusieurs éléments sont particulièrement importants à considérer, tels que l'efficacité de gestion et la connectivité des aires protégées en relation avec les capacités de dispersion et la vulnérabilité des espèces (Belle *et al.*, 2016).

Conscients de l'importance des aires protégées dans la lutte contre les effets néfastes des changements climatiques, diverses conventions, traités et accords ont été ratifiés par les pays d'Afrique centrale, afin de renforcer et de mettre en œuvre les mécanismes de gestion durable de leurs aires protégées. C'est le cas avec la mise en œuvre du Plan stratégique 2011-2020 pour la diversité biologique adopté par les parties signataires à la Convention sur la Diversité Biologique (CDB), de l'objectif 11 d'Aichi et de l'Accord de Paris (2015). Avec la signature de cet Accord de Paris, les gouvernements ont décidé de renforcer la riposte mondiale face aux changements climatiques ; l'objectif étant de contenir l'élévation de

la température moyenne de la planète en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels.

Pour atteindre cet objectif, tel que préconisé par le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC, 2018), divers scientifiques recommandent de diminuer de 45 % d'ici 2030 les émissions mondiales de gaz à effet de serre et d'aboutir à des émissions neutres (compensées par les captations) vers 2070. Pour ce faire, l'effort international devra être conséquent car les chiffres montrent malheureusement une hausse continue des émissions, y compris dans les domaines de l'agriculture, de la foresterie et, plus largement, de l'utilisation des terres (Shukla *et al.*, 2019).

Si l'usage des combustibles fossiles et les procédés industriels constituent pour près de 80 % des émissions de gaz à effet de serre (GIEC, 2018), l'agriculture et la foresterie attirent de plus en plus d'attention du fait de leur potentiel combiné d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques. Le GIEC s'est penché récemment sur cette question de l'utilisation des terres et des mesures à mettre en œuvre dans ce domaine : réduction de la déforestation, reforestation et restauration des terres et des écosystèmes, changement de modes de gestion des terres telles que l'agroforesterie, meilleure gestion des feux, intégration à long terme de charbons organiques dans les sols, amélioration de la gestion des élevages... (Shukal *et al.*, 2019). Tout cela, combiné à la sobriété énergétique et à l'augmentation de la part des énergies vertes dans le mix énergétique, constituent aujourd'hui les premières étapes d'un développement durable.

Au vu de tout ce qui précède, en particulier les enjeux combinés d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques et l'importance de la gestion des terres dans cette synergie, plusieurs interrogations méritent d'être formulées :

- est-ce que les aires protégées d'Afrique centrale contribuent à la lutte contre les changements climatiques ?
- Est-ce que les aires protégées d'Afrique centrale sont vulnérables aux changements climatiques ?
- Quelles actions à entreprendre pour permettre aux aires protégées de lutter pleinement contre les aléas des changements climatiques ?
- Quelles opportunités pour les aires protégées d'Afrique centrale dans la « finance climatique » ?

Tels sont les questionnements auxquels nous essayerons d'apporter des réponses dans le développement de ce chapitre.

1. Contribution des aires protégées dans la lutte contre les changements climatiques

Le réchauffement global entraîne de nouveaux défis pour la gestion durable des ressources naturelles dans les aires protégées. Cela tient, en particulier, au fait que les aires protégées constituent un outil de gestion « spatialement statique » (les limites des aires

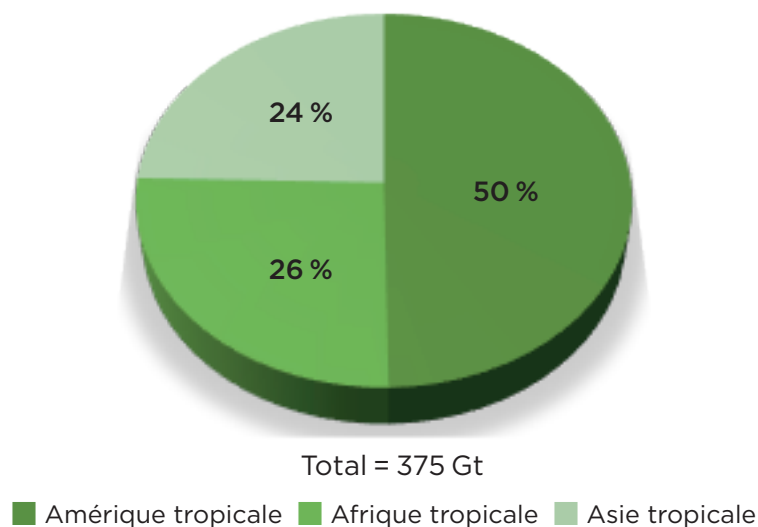
protégées sont figées) face à un problème « spatialement dynamique » (variabilité climatique, dispersion et adaptation des espèces). Ce problème peut être solutionné en partie grâce à une gestion plus efficace et adaptative des aires protégées. Toutefois, tout ceci amène à examiner la capacité des aires protégées comme vecteur important dans la lutte contre les changements climatiques (Halpin, 1997; Heller & Zavaleta, 2009). Elles peuvent en effet jouer un rôle important dans l'adaptation mais également dans l'atténuation si elles sont gérées de manière efficace.

1.1 Atténuation des changements climatiques

L'importance des forêts d'Afrique centrale

Les écosystèmes africains jouent un rôle important dans l'atténuation des changements climatiques : ils retiennent un peu plus du quart des 375 Gt de la biomasse aérienne de la zone intertropicale (375×10^9 t, Avitabile *et al.*, 2016; figure 1). Les forêts denses humides d'Afrique centrale renferment ainsi parmi les plus fortes biomasses aériennes par unité de surface en comparaison des forêts tropicales asiatiques ou américaines : respectivement $418,3 \pm 91,8$ t/ha *vs* $393,3 \pm 109,3$ et $287,8 \pm 105,0$ t/ha (Slik *et al.*, 2013; voir aussi d'autres références montrant la variabilité des écosystèmes arborés : Baccini *et al.*, 2008; Saatchi *et al.*, 2011; Lewis *et al.*, 2013; Avitabile *et al.*, 2016).

Figure 1 - Répartition de la biomasse aérienne par continent dans la zone intertropicale



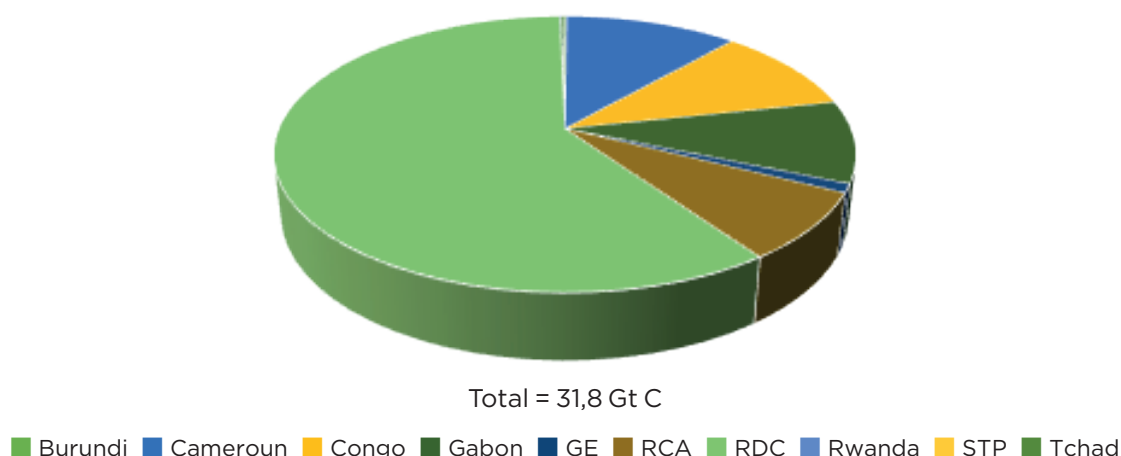
Source : Avitabile *et al.* (2016).

L'Afrique centrale à elle toute seule concentre plus de 16 % du carbone aérien intertropical (Saatchi *et al.*, 2011). Et cette proportion dépasse les 20 % du carbone total lorsque l'on considère le carbone organique du sol. En effet, les forêts périodiquement inondées et marécageuses recèlent à la fois de fortes quantités de carbone aérien et souterrain. Ces forêts, en particulier les vastes étendues de tourbières de la Cuvette congolaise, stockeraient 30,6 Gt de carbone dans leurs sols, soit l'équivalent du stock de carbone aérien de tout le bassin du Congo (Dargie *et al.*, 2017; Ifo *et al.*, 2018). Malheureusement, elles sont encore très insuffisamment protégées (Dargie *et al.*, 2019).

En Afrique centrale, le stock de carbone aérien des écosystèmes dont la couverture arborée est supérieure

ou égale à 10 % est estimé à environ 31,8 Gt (Saatchi *et al.*, 2011). Ce stock de carbone est très inégalement réparti au sein des pays : de par son étendue et sa couverture forestière, la RDC vient en tête, avec près de 60 % du carbone aérien de la sous-région (figure 2). Les pays forestiers que sont le Cameroun, le Congo et le Gabon, en stockent aussi une dizaine de %, et la République centrafricaine (RCA) un tout petit peu moins. Rwanda et Burundi sont quant à eux très déboisés mais présentent par contre de bonnes potentialités de réhabilitation des terres. C'est aussi le cas du Tchad, très vaste pays sahélien qui ne ressort pas dans ce graphique du fait de la difficulté de prise en compte des arbres hors forêts, mais qui offre des opportunités de reboisement en zone sèche.

Figure 2 – Proportions de stocks de carbone aérien par pays en Afrique centrale



GE : Guinée équatoriale; RCA : République centrafricaine; RDC : République démocratique du Congo; STP : Sao Tomé et Príncipe. Note 1 : stocks de carbone aérien des écosystèmes dont la couverture arborée est \geq à 10 %. Note 2 : pour passer des stocks de carbone aux stocks de biomasse, multiplier par 2 les premiers permet d'estimer assez précisément les seconds. Source : Saatchi *et al.* (2011).

De par leur présence même, ces forêts jouent un rôle particulièrement important dans la régulation des climats locaux et régionaux. Elles permettent ainsi un maintien des niveaux de précipitation jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres à l'intérieur des terres; au contraire, dans les régions déboisées, les précipitations diminuent exponentiellement avec la distance à l'océan (Makarieva *et al.*, 2009). Diverses simulations de déforestation du bassin du Congo ont mis en évidence une probable augmentation générale des températures (de 0,7 à 2 à 3 °C au centre du bassin) ainsi qu'une diminution de l'évapotranspiration et une chute des précipitations (Akkermans *et al.*, 2014; Bell *et al.*, 2015).

Toutefois, ces changements ne seront pas uniformes et il est probable que la chute des précipitations soit plus importante dans l'ouest du bassin (environ -40%) que sur les contreforts du rift Albert (environ -10%), créant un dipôle d'anomalie climatique lié, en particulier, à l'augmentation des vents horizontaux de l'océan atlantique vers le rift (Bell *et al.*, 2015).

Tous ces changements auront des répercussions en dehors du bassin du Congo lui-même, via la dynamique régionale de la mousson (Nogherotto *et al.*, 2013). De juin à août, la mousson pourrait se renforcer en Afrique de l'Ouest, provoquant une augmentation des précipitations sur le Sahel et une diminution des

précipitations sur la côte guinéenne. De décembre à février, on pourrait observer au contraire un renforcement de la mousson sud-équatoriale africaine, provoquant une augmentation des précipitations sur l'Afrique sud-équatoriale. Cela met en évidence, s'il en était besoin, l'importance de considérer tous ces phénomènes aux échelles régionales et continentales. La solidarité entre les pays et le développement de politiques cohérentes à ces échelles régionales et continentales est une nécessité, y compris via le développement d'une trame forestière et de réseaux d'aires protégées cohérents.

Aires protégées et stocks de carbones

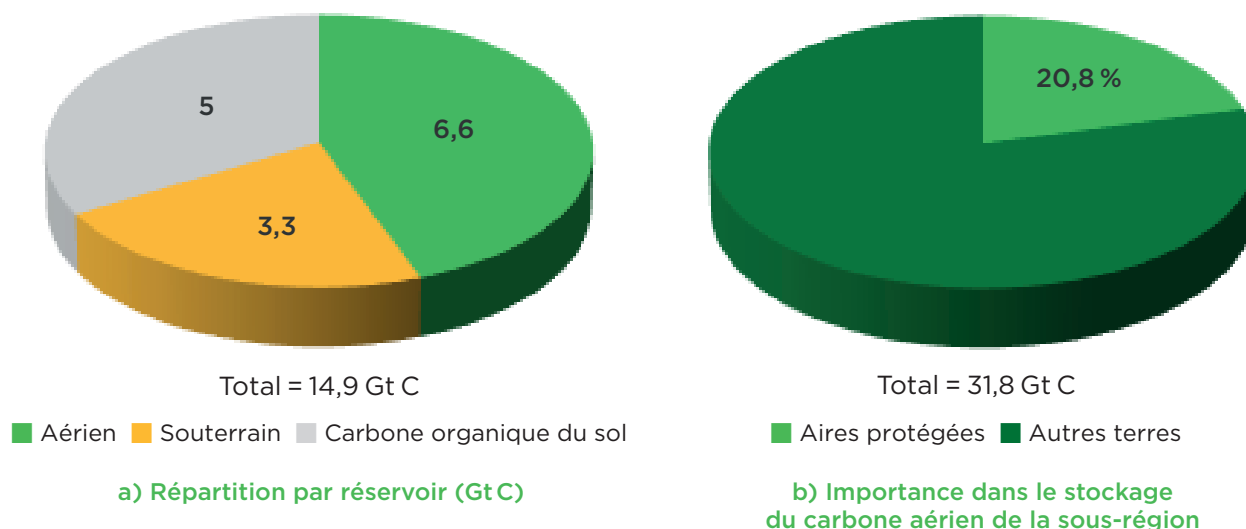
En luttant contre la déforestation et la dégradation des terres, les aires protégées participent au maintien des stocks et à la captation du carbone ainsi qu'aux équilibres climatiques (Lewis *et al.*, 2009; Makarieva *et al.*, 2009; Marquant *et al.*, 2015; Harris *et al.*, 2021). Ces aires protégées ont été conçues, en premier lieu, pour abriter la biodiversité des impacts humains directs mais elles peuvent tout aussi bien permettre de lutter contre les changements climatiques, au delà de leur rôle premier de protection des écosystèmes.

L'OFAC (Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale) compile actuellement les données existantes sur l'estimation des stocks de carbone préservés grâce au réseau des aires protégées d'Afrique centrale. Ces aires protégées s'étendent sur différents biomes et renferment une grande diversité d'écosystèmes. Certains de ces écosystèmes, comme les forêts denses humides tropicales et subtropicales, stockent une quantité significative de carbone à l'échelle mondiale. Une première estimation, très globale, des stocks de carbone nous indique un stock total de 14,9 GtC pour l'ensemble des aires protégées d'Afrique centrale, représentant potentiellement 3 années d'émissions dues aux énergies fossiles des États-Unis. Un peu moins de 45% de ce total est constitué par le carbone aérien (figure 3a).

Alors que les aires protégées couvrent environ 17,6% de la superficie terrestre des pays membres de la COMIFAC (Commission des Forêts d'Afrique Centrale; OFAC, 2020), elles renferment entre 20 et 25% du stock de carbone de ces pays selon les estimations (figure 3b). Le parc national de la Salonga, l'un des plus grands parcs de forêts tropicales au monde, avec une superficie de plus de 33 600 km², protège à lui tout seul un stock de plus de 1,8 GtC.



Figure 3 – Les stocks de carbones du réseau des aires protégées d’Afrique centrale



Sources : OFAC (2020) et Saatchi *et al.* (2011).

Une estimation de la contribution des aires protégées à la protection des stocks de carbone d’Afrique centrale

Q. Jungers, OFAC et P. Houdmont, UCL

Les aires protégées d’Afrique centrale stockent une quantité significative de carbone mais l’estimation de leur importance fait encore défaut. Plusieurs études sont actuellement en cours pour évaluer la potentialité de valorisation de ce service écosystémique comme nouvel instrument d’appui au financement durable des aires protégées, dont la présente étude de l’OFAC.

Afin d’évaluer grossièrement les quantités totales de carbone stockées dans la végétation et le sol des aires protégées, l’OFAC a compilé un ensemble de données disponibles sur les principaux réservoirs de carbone : le carbone aérien, le carbone souterrain et le carbone organique du sol. La carte GSOC de la FAO (2020) a été utilisée pour procurer les données sur le carbone organique du sol à une résolution de 1 km. D’autre part, en appliquant un coefficient de 0,5 à la carte GLOBIOMASS (ESA DUE, 2020), qui recense l’ensemble de la biomasse aérienne terrestre à 100 m de résolution spatiale, la masse de la matière sèche est convertie en carbone aérien. Enfin, une multiplication des chiffres procurés par cette carte par un coefficient racine-tige fourni par le GIEC, et appliqué à toutes les zones écologiques présentes en Afrique centrale (FAO, 2012), fournit les résultats sur le dernier réservoir : le carbone souterrain.

La répartition entre les trois réservoirs (figure 3a) semble indiquer une contribution importante de la biomasse aérienne, notamment due à la présence de forêts denses, et du carbone organique du sol. Les récentes découvertes sur le carbone stocké dans les tourbières d’Afrique centrale laissent penser que ces ordres de grandeurs pourraient être revus à la hausse (Dargie *et al.*, 2017). Les résultats obtenus sur les aires protégées d’Afrique centrale doivent être considérés à ce stade comme des estimations générales. Ils fournissent des ordres de grandeur de l’importance des aires protégées dans le stockage du carbone mais devront être précisés à l’avenir.

Ces résultats, couplés à une juste fixation du prix de la tonne de carbone, laissent entrevoir l’avènement d’un nouvel outil de financement durable des aires protégées en Afrique centrale, en particulier les aires protégées forestières. Pour ce faire, il sera nécessaire d’analyser le potentiel de chaque aire protégée.

Dans certains pays, comme le Rwanda et le Burundi, les stocks de carbone aérien pérennes ont été réduits à leur plus simple expression par des activités agricole et d'élevage. Les forêts résiduelles ne subsistent plus que grâce au réseau d'aires protégées (Doumenge *et al.*, 2015). Elles participent toutefois à la régulation des climats locaux et à la protection des bassins versants ainsi qu'à l'alimentation en eau nécessaires aux sociétés humaines.

Si ces forêts anciennes contribuent aussi quelque peu à la captation du carbone, ce sont surtout les forêts secondaires et les régions situées aux écotones forêt-savane, qui constituent d'importants puits de carbone (Lewis *et al.*, 2009; Baccini *et al.*, 2017; Harris *et al.*, 2021). Depuis plusieurs décennies, une dynamique de reforestation naturelle a été relatée dans toute la périphérie du massif de forêts denses humides (Youta Happi *et al.*, 2003; Maley & Doumenge, 2012; Aleman *et al.*, 2017). Les aires protégées permettent à cette dynamique de reforestation de s'exprimer pleinement.

Favoriser aussi la régénération forestière et la restauration des terres dans les aires protégées qui ont été impactées par le passé par les activités humaines permet aussi de stocker d'appréciables quantités de carbone. Cela nécessite de regarder au-delà des limites des aires protégées, dans leurs interactions avec leurs périphéries : la gestion des stocks et des flux de carbone dans ces périphéries peut et doit compléter le rôle des aires protégées elles-mêmes, dans le cadre d'une approche de gestion des paysages. Les forêts secondaires peuvent en effet

stocker d'importantes quantités de carbone ainsi que les terroirs agricoles, pour peu qu'y soient promus la plantation d'arbres utiles et l'agroforesterie (Fongnzossie *et al.*, 2014). En complément des aires protégées, les nombreuses concessions forestières peuvent, dans le cadre d'aménagements durables, préserver un important peuplement sur pied mais aussi contribuer à la diminution des émissions de carbone (Eba'a Atyi *et al.*, 2015b).

Des initiatives sont en cours à travers la sous-région afin, d'une part d'intégrer les considérations climatiques dans les programmes qui concernent les aires protégées, et d'autre part, d'atténuer les effets du changement climatique et mettre en œuvre des activités d'adaptation.

1.2 Adaptation aux changements climatiques

Diverses modélisations climatiques, appliquées à l'Afrique centrale, convergent pour prédire une augmentation des températures atmosphériques. Ce réchauffement sera probablement plus élevé au nord et au sud du bloc de forêts denses humides, dans les zones de savanes, et moins élevé au centre (sauf en cas de déforestation massive). Concernant les précipitations, les prédictions sont moins cohérentes, suggérant une faible augmentation des précipitations annuelles dans certaines zones telles que le Sahel mais, surtout, des régimes de pluie plus irréguliers et l'augmentation de la durée et de l'intensité des périodes sèches (Tsalefac *et al.*, 2015).





Les aires protégées permettent d'améliorer la résilience des écosystèmes et des sociétés humaines face à ces changements climatiques. Une végétation en bon état, en particulier forestière, permet de protéger les bassins versants, de lutter contre l'érosion des sols, de favoriser le maintien des sources et la qualité des eaux nécessaires aux activités humaines (élevage, agriculture). La présence de forêts dans les paysages permet de recycler entre 30 à 50% des précipitations grâce à l'évapotranspiration (Salati *et al.*, 1983). Hormis cet effet local de la couverture forestière, les masses d'air qui ont circulé au-dessus de régions boisées peuvent générer au moins deux fois plus de pluies que celles qui ont circulé au-dessus de régions déforestées (Makarieva & Gorshkov, 2010; Spracklen *et al.*, 2012), favorisant une agriculture et un élevage plus productifs.

Les écosystèmes naturels fournissent aussi un abri aux insectes pollinisateurs (dont les abeilles), auxiliaires indispensables de l'agriculture. Plus encore, ces écosystèmes naturels fournissent des produits nécessaires aux sociétés humaines (plantes alimentaires ou médicinales, gibier...). Ces produits peuvent être exploités dans certaines aires protégées sous réserve qu'elles soient aménagées à cet effet (par exemple, catégories V et VI de l'UICN, Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Surtout, ces services écosystémiques et ces productions permettent de procurer aux sociétés humaines des ressources indispensables en cas de mauvaises récoltes, de disettes ou d'épidémies (Hopkins *et al.*, 2015)

Les forêts anciennes d'Afrique centrale, qui ont pu tolérer des variations climatiques jusqu'à ce jour,

seront probablement plus à même d'endurer de futurs changements (Maley *et al.*, 2018). Ces forêts anciennes sont généralement des écosystèmes recelant une très forte biodiversité, voire de nombreuses espèces endémiques (Gonmadje *et al.*, 2011). Elles peuvent aussi renfermer de fortes quantités de carbone, bien que les relations entre l'augmentation des stocks de carbone, l'augmentation de biodiversité et l'endémisme n'aillent pas toujours dans le même sens; ces relations peuvent aussi varier si l'on considère la biodiversité végétale ou animale (Beaudrot *et al.*, 2016; Gonmadje *et al.*, 2017; Ifo *et al.*, 2018; Van de Perre *et al.*, 2018).

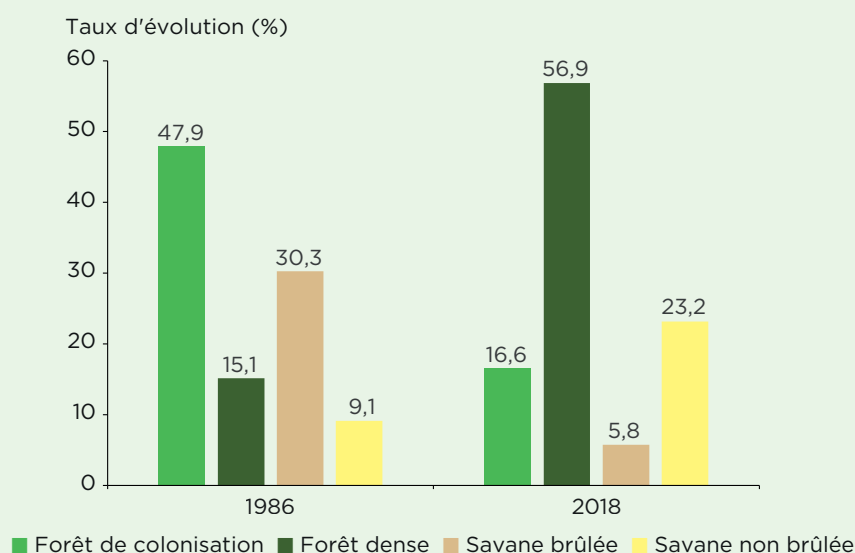
D'une manière générale, les aires protégées constituent des outils indispensables pour atténuer les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes et les communautés humaines. Elles permettent de maintenir l'intégrité des écosystèmes, de tamponner les variations climatiques et de réduire les impacts des événements climatiques extrêmes qui vont augmenter dans les années qui viennent (Hopkins *et al.*, 2015). Deux éléments peuvent être soulignés ici. D'une part, les aires protégées transfrontalières qui ont été mises en place en Afrique centrale permettent de protéger de vastes zones plus à même de maintenir des populations animales et végétales viables, de résister aux changements climatiques et d'en atténuer les impacts. D'autre part, les aires protégées peuvent aussi être des barrières contre les feux incontrôlés, pouvant en réduire les effets destructeurs; les stratégies appliquées devant être très différentes entre les zones de forêt et de savane (Nepstad *et al.*, 2006; Van Wilgen, 2009; Nelson & Chomitz, 2011).

Contribution des aires protégées dans la lutte contre les changements climatiques : cas du parc national de Mbam-et-Djérem (Cameroun)

Le parc national du Mbam-et-Djérem, au centre du Cameroun, est situé à l'écotone forêt-savane et fait l'objet d'un mouvement de reconquête de la savane par la forêt (Youta Happi *et al.*, 2003; Mitchard *et al.*, 2009). Il s'étend sur une superficie de 4165 km² (MINFOF, 2007) et constitue un maillon essentiel du réseau d'aires protégées du Cameroun. Le parc a été créé en l'an 2000 en compensation des impacts environnementaux de l'oléoduc Tchad-Cameroun.

La dynamique de l'occupation du sol à l'intérieur du parc a été évaluée à l'aide de données satellitaires Landsat. Ces données font état d'un taux d'avancée de la forêt dense sur la savane et les jeunes forêts d'environ 40% entre 1986 et 2018 : les forêts denses, qui n'occupaient que 15% du territoire en 1986, s'étendent maintenant sur 57% de celui-ci, trente ans après (figure 4). Cet état des choses suppose la présence d'un stock de carbone qui a considérablement augmenté au cours de cette période (non estimé ici).

Figure 4 - Évolution des différentes classes d'occupation du sol entre 1986 et 2018 dans le parc national de Mbam-et-Djérem



Source : Kamgang *et al.* (2019).

Des conditions environnementales et climatiques propices, un bon état des sols, une faible densité humaine et l'enclavement favorisent à présent la dynamique de l'interface forêt-savane au profit de la forêt (Youta Happi *et al.*, 2003). Ce constat se vérifie ailleurs dans la zone centrale du Cameroun, bien que de manière plus ou moins importante. Ainsi, si la forêt dense augmente dans le parc, elle a diminué, au cours des deux décennies passées, dans sa périphérie (Fotso *et al.*, 2019). Une coordination améliorée entre divers acteurs, au sein du parc et des aires protégées en général, permettrait ainsi d'optimiser l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Cela implique la prise en compte des scénarios de marché de carbone dans la planification et la mise en œuvre des activités de conservation. Il s'agit, entre autres, d'adapter la gestion des aires protégées aux changements climatiques afin de garantir la persistance de la biodiversité et des services écosystémiques. La valorisation du carbone capté grâce à l'avancée de la forêt aiderait à supporter le financement des aires protégées et à améliorer la résilience des populations locales aux effets du changement climatique.



2. Impacts des changements climatiques sur les aires protégées d'Afrique centrale

L'augmentation de la température de l'air, le changement du régime des précipitations, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations...), sont autant de manifestations du changement climatique. Les menaces qui pèsent sur les écosystèmes et les aires protégées réduisent leur efficacité à fournir des services écosystémiques et leur rôle dans la conservation in situ.

2.1 Préserver les processus écologiques

Les effets des changements climatiques sur la biodiversité d'Afrique centrale sont plus ou moins diffus, entraînant la nécessité de développer des méthodes appropriées pour évaluer la vulnérabilité des espèces aux changements climatiques en cours et prévus dans les décennies à venir. Afin de minimiser les pertes mondiales de biodiversité, il est nécessaire d'identifier les espèces vulnérables à ces changements (Pacifi *et al.*, 2015).

Pour évaluer les menaces pesant sur une espèce du fait des changements climatiques, il est nécessaire de disposer d'informations sur sa vulnérabilité (i.e. prédisposition d'une espèce à être affectée négativement par les changements). Cette vulnérabilité est fonction de facteurs intrinsèques et extrinsèques, de l'exposition aux changements identifiés, de la sensibilité de l'espèce à ces changements et de son adaptabilité (Williams *et al.*, 2008; Foden *et al.*, 2013; De Wasseige *et al.*, 2015 : 57 et 58).

Si de nombreuses études ont été consacrées à la réponse de la biodiversité aux contraintes climatiques, les données sur les mécanismes d'adaptation de la biodiversité aux changements climatiques et, surtout, sur les limites de cette adaptabilité, restent éparses et la compréhension de ces mécanismes est encore limitée. Pourtant, pour envisager l'évolution de la biodiversité face aux changements environnementaux, une vue d'ensemble est nécessaire (Lavorel *et al.*, 2017). Un point essentiel concerne la vitesse des éventuels mécanismes adaptatifs et de réponses individuelles des espèces au regard des échelles de temps et d'espace des perturbations.

Les réponses individuelles des espèces aux changements climatiques pourraient provoquer des effets en cascade et des effets de rétroaction dans les systèmes biologiques, affectant la dynamique des écosystèmes (Williams *et al.*, 2008; Ricard, 2014). La réorganisation spatiale de la biodiversité, tout comme les modifications de la phénologie des espèces, provoquent déjà la rupture de plusieurs interactions biotiques (Parmesan, 2006) et pourraient avoir des effets indirects importants sur d'autres espèces via les réseaux trophiques (Duffy, 2003; Schmitz *et al.*, 2003). La dispersion potentielle d'espèces envahissantes, d'insectes ravageurs et de pathogènes est un élément qui risque également d'affecter les écosystèmes, et une augmentation de la fréquence des infestations parasitaires et des maladies suite aux modifications du climat est déjà observable (Gitay *et al.*, 2002; Ricard, 2014; Biber-Freudenberger *et al.*, 2016).

2.2 Vulnérabilité faunique

La vulnérabilité de la faune face aux changements climatiques, combinée à l'intensification des pressions anthropiques, est responsable du déclin de la biodiversité dans les aires protégées. En effet, les changements sont déjà perceptibles dans la répartition géographique d'une gamme d'organismes terrestres et aquatiques en réponse au réchauffement climatique; peu d'informations existent sur les liens directs entre les caractéristiques intrinsèques (incluant les traits physiologiques, les limites de tolérance physiologique et la diversité génétique) et la vulnérabilité des espèces aux changements climatiques (Root *et al.*, 2003; Calosi *et al.*, 2008; Williams *et al.*, 2008; Pacoureau, 2018).

Au cours des 100 dernières années, la température moyenne mondiale a augmenté d'environ $0,74 \pm 0,18^\circ\text{C}$ et devrait continuer d'augmenter à un rythme rapide (Pachauri & Reisinger, 2008; Welbergen *et al.*, 2008). Toutefois, pendant les périodes des changements climatiques rapides, les taxons qui ne sont pas en mesure de modifier leur aire de répartition géographique sont particulièrement menacés d'extinction, surtout s'ils ne peuvent pas compenser physiologiquement les variations environnementales (Bradshaw & Holzapfel, 2001; Davis & Shaw, 2001; Balanyá *et al.*, 2006).



Même si elles ne disparaîtront pas tout de suite, les populations de diverses espèces d’Afrique centrale pourraient fortement diminuer sous l’impact d’événements climatiques extrêmes; des antilopes sédentaires ou les éléphants, par exemple, pourraient être sensibles aux fortes sécheresses (Maron *et al.*, 2015). Les changements climatiques vont aussi altérer les capacités de floraison et de fructification de la végétation, influant à leur tour sur les espèces animales qui en dépendent (Butt *et al.*, 2015). Cela semble être le cas pour l’éléphant de forêt, dont la santé des individus est déjà impactée par une chute importante des espèces végétales qu’ils consomment : des études à long terme, réalisées dans le parc national de la Lopé, au Gabon, ont montré à la fois une chute drastique d’environ 80 % de la fructification d’espèces consommées par les éléphants entre 1986 et 2018 et une diminution de plus de 10 % de l’état de santé de ces mêmes éléphants depuis 2008 (Bush *et al.*, 2020).

Ces études fines, concernant les changements en cours et à venir sur les écosystèmes et la biodiversité, sont irremplaçables mais elles sont encore trop rares et parcellaires. Certaines modélisations permettent de pallier partiellement ces manques et semblent aussi indiquer que la cuvette congolaise pourrait devenir défavorable à terme pour les mammifères alors que l’Afrique centrale atlantique pourrait s’avérer un important refuge pour la biodiversité mammalienne à l’échelle de l’Afrique (Thuiller *et al.*, 2006).

Les effets des températures extrêmes sur les espèces fauniques mettent en évidence les implications complexes des changements climatiques sur le comportement, la démographie et la survie des espèces. Ainsi, il est nécessaire d’améliorer la compréhension des mécanismes physiologiques qui sous-tendent les limites de tolérance thermique et de la capacité d’adaptation à ces limites, afin de prédire l’impact direct du réchauffement climatique sur la diversité faunique. Ceci reste un axe de travail à développer dans les aires protégées d’Afrique centrale.

2.3 Vulnérabilité floristique

Les changements climatiques sont aujourd’hui reconnus comme l’une des menaces majeures pour l’intégrité des écosystèmes partout dans le monde. Ils ont, en particulier, une incidence croissante sur la diversité biologique et sur la répartition géographique des habitats favorables aux espèces, y compris les espèces végétales utiles ou cultivées (Parry *et al.*, 2007; Fandohan *et al.*, 2013; Eba’a Atyi *et al.*, 2015a). La connaissance des propriétés spécifiques de ces changements, susceptibles d’avoir un impact sur les espèces ou leurs habitats, constitue un élément central des stratégies d’adaptation (Heller & Zavaleta, 2009; Fandohan *et al.*, 2013). Ces changements climatiques constituent une question environnementale qui mérite une

attention particulière en matière de planification de la production agricole, de leur diversification et de la conservation des espèces végétales.

En Afrique, 25 à 42% des espèces végétales pourraient être menacées d'extinction du fait d'une perte de 81 à 97% des habitats favorables d'ici à 2085 (Solomon *et al.*, 2007). D'après les projections, 20 à 30% des espèces végétales feront face à un plus grand risque d'extinction si le réchauffement global y excède 1,5°C à 2,5°C (Parry *et al.*, 2007; Busby *et al.*, 2012). Il apparaît alors d'autant plus important d'identifier les zones qui pourraient permettre aux espèces fragiles de subsister. Cela nécessite de mobiliser, à la fois, des approches de modélisation écologique (Hulme *et al.*, 2001; Bell *et al.*, 2015; Tsalefack *et al.*, 2015; Tamoffo *et al.*, 2019) mais aussi de paléocologie (Willis *et al.*, 2013). La connaissance des changements climatiques passés et de leurs effets sur les écosystèmes a ainsi permis d'identifier des zones de refuges forestiers anciens qui pourraient préfigurer, au moins dans une certaine mesure, les refuges forestiers à venir (Maley *et al.*, 2018). La connaissance de ces zones refuges est fondamentale pour la préparation de stratégies d'adaptations et la mise en place de réseaux d'aires protégées efficaces.

À très court terme, et cela a déjà commencé, certaines études réalisées dans le parc national de la

Lopé, au Gabon, ont mis en évidence une diminution très importante de la fructification de certaines espèces végétales (Bush *et al.*, 2020). La reproduction de nombreuses espèces d'arbres est tributaire d'une faible baisse des températures en saison sèche, qui n'intervient plus lorsque les températures augmentent (Tutin & Fernandez, 1993), ce qui impacte à son tour les populations animales, comme nous l'avons vu précédemment. Cette augmentation des températures risque donc d'entraîner la raréfaction, voire la disparition à terme de ces espèces végétales du fait d'un effondrement reproductif.

La sécheresse entraîne aussi une augmentation générale de la mortalité des arbres, surtout des plus grands arbres et ceux à bois de faible densité; c'est déjà le cas en Amazonie et en Asie du sud-est (Phillips *et al.*, 2010). L'augmentation des périodes de sécheresse favorise la sélection des espèces les plus résistantes à la sécheresse et induit des changements floristiques. C'est ce qu'a montré une étude réalisée au Ghana, en forêt dense humide, après 2 décennies de climat plus sec (Fauset *et al.*, 2012). Les auteurs ont constaté une augmentation des espèces de canopée, décidues, semi-héliophiles de forêts sèches (souvent très communes) et une diminution des espèces de sous-canopée, tolérantes à l'ombrage, sempervirentes (souvent plus rares et plus localisées).



En Amazonie, dans la plupart des sites étudiés, on observe un phénomène semblable, bien que moins marqué (Esquivel-Muelbert *et al.*, 2019).

La végétation ligneuse fourragère des paysages parcourus par les éleveurs présenterait aussi une vulnérabilité accrue du fait des fortes pressions auxquelles elle est déjà soumise (Nyasimi *et al.*, 2015; Zakari *et al.*, 2017). En effet, dans la plupart des pays africains, cette végétation subit actuellement une régression généralisée sous l'effet de la baisse constante des précipitations depuis les années soixante, de l'extension des surfaces cultivées, des systèmes d'élevage entraînant souvent la surexploitation de cette ressource et d'une demande urbaine en bois en augmentation rapide (Onana & Devineau, 2002). Les aires protégées pourraient alors jouer un rôle important de refuge pour la végétation naturelle et la faune associée mais aussi un rôle de source de diaspores et de matériel génétique pour la restauration des paysages dégradés.

2.4 Vulnérabilité des populations humaines

Au regard de l'évolution du climat global actuel, les aires protégées offrent une opportunité exceptionnelle pour la conservation des ressources biologiques et les moyens d'existence humains (Mansourian *et al.*, 2009). Dès lors que la biodiversité s'effrite, l'espèce humaine elle-même est en danger. Protéger ou gérer de façon durable ces ressources apparaît comme un impératif, et lutter pour la préservation de l'écosystème forestier et de la faune s'avère nécessaire afin de prévenir les types de menaces les plus courantes et de réfléchir à des solutions palliatives (Ongolo & Karsenty, 2011).

La variabilité climatique représente une importante menace pour les populations et les communautés africaines. Déjà, certaines études ont révélé que le changement du climat global se produit dans un large éventail de domaines, ces changements affectant presque toutes les sociétés humaines (Sutherst, 2004; Ouedraogo, 2010; Goujon & Magnan, 2018).

L'agriculture joue un rôle important dans les économies africaines mais elle est très sensible aux conditions climatiques. La plupart des études ont montré des impacts négatifs des changements climatiques sur la productivité des cultures alimentaires en Afrique. Bien que les paysans aient fait preuve de

capacités d'adaptation aux variations climatiques et environnementales passées, leur capacité à surmonter les épreuves à venir dépendra de leurs connaissances et des politiques d'appui qui seront mises en place par les États (Challinor *et al.*, 2007).

Des données récentes couvrent certains aspects des changements climatiques et de la santé humaine, y compris les maladies infectieuses (Chan *et al.*, 1999; Martens, 1999; Patz *et al.*, 2000) et à transmission vectorielle (Sutherst, 1993; Gubler *et al.*, 2001). Cependant, des études quantitatives approfondies sur les nombreux processus à l'œuvre font encore défaut (Martens *et al.*, 1997; Chan *et al.*, 1999). Cela est dû en partie à la complexité de divers mécanismes indirects et de rétroaction, qui concernent tous les aspects du changement climatique global. Ceci implique la nécessité d'adopter une approche holistique de l'évaluation des risques et de la gestion des maladies à transmission vectorielle (Wilson, 1995; Gratz, 1999).

Malheureusement, l'état des compétences et des données analytiques actuelles ainsi que les ressources limitées de la communauté scientifique ont conduit à considérer des sous-ensembles isolés de ces changements dans les évaluations quantitatives des risques, malgré de nombreuses interactions entre les différents moteurs du changement (Sutherst, 2004). Il est toutefois indispensable d'évaluer les risques de changements potentiels dans l'état des maladies à transmission vectorielle dans un monde en mutation. Il convient aussi d'envisager diverses approches pour une adaptation efficace à ces changements. Le tableau 1 met en exergue quelques effets environnementaux des facteurs de changement climatique pertinents pour les maladies à transmission vectorielle et leurs effets biologiques potentiels.

Par ailleurs, les impacts des changements climatiques menacent aussi gravement les efforts et les opportunités de développement en Afrique centrale en raison de la dépendance de la sous-région vis-à-vis des ressources naturelles, de sa faible capacité d'adaptation et de l'importante pauvreté qui y sévit (Ouedraogo, 2010). L'éradication de la pauvreté dans la région nécessite dès lors un accroissement de l'accès aux énergies propres et une meilleure redistribution des richesses, en particulier à travers des politiques et des institutions adéquates (Eba'a Atyi *et al.*, 2015a).



Tableau 1 – Facteurs de changements globaux pertinents pour les maladies à transmission vectorielle et leurs effets biologiques potentiels

Moteur de changement global	Effets potentiels sur le milieu de vie des vecteurs, des agents pathogènes et des hôtes	Effets potentiels sur les vecteurs, les agents pathogènes et les hôtes
Concentration de CO₂ plus élevée	Augmentation de la température ambiante et de la biomasse végétale; expansion de l'aire de répartition de la végétation ligneuse; une plus longue saison de croissance des plantes sous l'effet de microclimats humides	Augmentation de la longévité des vecteurs pour les mêmes précipitations et températures à travers des microclimats plus humides, avec une expansion possible de l'aire de répartition des vecteurs des régions humides
Augmentation de la température (régionale/ variation temporelle)	Expansion des zones climatiques chaudes, avec des saisons de croissance plus longues, moins de températures très basses et des températures extrêmement élevées plus fréquentes	Développement plus rapide des vecteurs et des agents pathogènes, avec un plus grand nombre de générations par an; cycle de vie plus court des vecteurs aux températures élevées, réduction de la mortalité des vecteurs dans les régions à basse température et expansion de l'aire de répartition des vecteurs et des agents pathogènes des régions chaudes
Précipitation	Facteur trop incertain et variable régionalement pour être estimé mais augmentation de la fréquence des événements pluviométriques extrêmes	Modifications des modalités de reproduction des moustiques, les moustiques se reproduisant plus fréquemment du fait de l'augmentation des inondations
Urbanisation	Augmentation de la densité d'hôtes humains, avec un assainissement et un approvisionnement en eau de moindre qualité dans de nombreux pays	Taux plus élevé de transmission de maladies à même densité de vecteurs; plus de sites de reproduction de vecteurs
	Augmentation du développement urbain dans ou à proximité des forêts	Contact accru entre les humains et les vecteurs dans les zones boisées périurbaines
Déforestation	Augmentation de la pénétration humaine dans les forêts et augmentation de l'eau de surface dans les sols exposés par l'exploitation forestière ou l'agriculture	Plus de sites de reproduction de vecteurs et plus de contacts entre les humains et les vecteurs
Irrigation et stockage d'eau	Augmentation des eaux de surface, prévention des inondations saisonnières	Plus de sites de reproduction de vecteurs; réduction d'éclosions d'escargots et de moustiques
Intensification de l'agriculture	Perturbation accrue des terres et de la végétation et augmentation des eaux de surface; biodiversité réduite	Plus grande diversité de sites de reproduction de vecteurs, avec une prédation réduite des vecteurs
Pollution chimique	Engrais, pesticides, herbicides et toxines industrielles et produits chimiques perturbateurs du système endocrinien	Systèmes immunitaires humains altérés
Commerce accru	Augmentation du volume des marchandises transportées	Transport accru des vecteurs, conduisant à une «homogénéisation» des vecteurs dans les zones réceptives
Voyage accru	Accroissement de la circulation des personnes entre le nord et le sud et l'est et l'ouest	Transfert accru d'agents pathogènes entre les régions d'endémicité et les régions exemptes de maladies, et exposition accrue des visiteurs à des régions d'endémicité

Source : d'après Sutherst (2004).

2.5 Vulnérabilité et adaptation des réseaux d'aires protégées

Comme cela est présenté plus haut, les changements climatiques vont entraîner le déplacement de la niche climatique des espèces. Pour répondre à ces contraintes, ces espèces vont devoir, soit évoluer, soit se déplacer afin d'ajuster leur répartition spatiale. Les modèles actuels prédisent également des changements majeurs dans la composition des communautés biologiques.

La gestion des aires protégées est directement concernée par ces enjeux écologiques. Les impacts des changements climatiques sur la biodiversité, tant actuels que potentiels, doivent être intégrés dans leurs modes de gestion. L'évaluation de la vulnérabilité de la biodiversité constitue la première étape d'un processus d'adaptation de ces modes de gestion. La pression que les changements climatiques exercent sur la répartition des espèces souligne le besoin de mettre en place des stratégies de conservation à des échelles locale, nationale et internationale pour atteindre les objectifs de conservation (Ricard, 2014).

Au stade actuel, les gestionnaires des aires protégées d'Afrique centrale n'ont pas encore clairement identifié des espèces de référence (faune et flore) ou des indicateurs biologiques qui peuvent nous permettre de mesurer avec précision la vulnérabilité des espèces et des réseaux d'aires protégées face aux changements climatiques. Les données de base permettant d'effectuer des choix étant rares et dispersées, il est important de mettre un accent particulier sur la recherche scientifique comme composante majeure dans la mise en œuvre des programmes et des projets relevant des mécanismes REDD+/++ (Réduction des Émissions dues à la Déforestation et à la Dégradation forestière,

incluant le rôle de la conservation et l'augmentation des stocks de carbone forestier), marché du carbone, économie verte, etc.

À titre d'exemple, il serait intéressant de mesurer, dans le réseau des aires protégées d'Afrique centrale, comment les températures extrêmes influencent certaines plantes (phénologie), la distribution, les réponses physiologiques et autres mécanismes d'adaptation, le changement de comportement (alimentation, reproduction, flux génétique, etc.) de groupes fauniques sensibles (mammifères, oiseaux, amphibiens, etc.) et d'identifier les seuils de tolérance. Les programmes de suivi-écologique actuels, lorsqu'ils existent, ne sont pas toujours pertinents ou tout au moins suffisants pour évaluer la vulnérabilité des espèces et des aires protégées face aux changements climatiques. Ils méritent d'être actualisés ou redéfinis afin de procurer aux décideurs et aux gestionnaires les informations adéquates pour des prises de décision éclairées dans ce domaine. La recherche en matière de changement climatique devrait être, non seulement, diversifiée mais aussi pluridisciplinaire, collaborative et orientée vers la compréhension des relations de « cause à effet » au niveau des différents groupes taxonomiques.

En définitive, il est souhaitable de poursuivre l'évaluation des impacts potentiels des changements climatiques au moyen d'outils d'analyse diversifiés afin d'augmenter notre confiance dans les résultats obtenus et d'offrir davantage de réponses aux préoccupations des gestionnaires des aires protégées d'Afrique centrale. À cet effet, l'utilisation des modèles de circulation générale (Zakari *et al.*, 2017) et de l'indice de vulnérabilité développé par *Nature Serve* pour évaluer la vulnérabilité d'espèces d'intérêt, semble prometteuse (Gendreau, 2016; Young *et al.*, 2016).



3. Le financement des aires protégées d'Afrique centrale dans la lutte contre les changements climatiques

Bien que jouant un rôle indéniable dans la lutte contre les changements climatiques, les aires protégées d'Afrique centrale sont-elles mêmes victimes des effets de ces changements (voir paragraphes 1 et 2 du présent chapitre). Alors que, dans un contexte international où les décideurs, les scientifiques et les autres parties prenantes reconnaissent la pertinence des solutions basées sur la nature dans la lutte contre les défis environnementaux actuels, le rôle des aires protégées est encore insuffisamment reconnu. Il est pourtant appelé à se renforcer.

Outres les diverses sources de financement accessibles aux aires protégées (Joyeux & Gale, 2010), le carbone pourrait apporter une valeur ajoutée aux activités de conservation de la biodiversité : la valeur du stockage de carbone doit être considérée comme l'un des critères pour déterminer les appuis aux aires protégées existantes et les limites des nouvelles aires protégées (Kemeuze, 2015). Il importe de souligner que la capacité de séquestration et de stockage du carbone augmente rapidement quand les zones dégradées ont fait l'objet d'activités en faveur de leur restauration.

Ces éléments peuvent potentiellement permettre aux aires protégées d'accéder aux fonds alloués à l'atténuation mais aussi à l'adaptation aux changements climatiques. Pour cela, il est nécessaire d'inclure, dans les stratégies relatives aux aires protégées, leur fonction de stockage de carbone et leur rôle central dans la réduction des émissions résultant de la déforestation et de la dégradation des écosystèmes. Cela suppose d'évaluer régulièrement ces aspects et d'ajuster la gestion des réseaux d'aires protégées en fonction, non seulement d'objectifs de conservation de la biodiversité mais aussi de lutte contre les changements climatiques.

Les financements mobilisés au niveau international au profit de la lutte contre les changements climatiques et les mécanismes de paiements pour les services environnementaux, pourraient permettre d'améliorer et de garantir la contribution des aires protégées d'Afrique centrale dans la lutte contre ce phénomène. Ces aires protégées souffrent toutefois d'un manque chronique de ressources financières pour une gestion efficace et

efficace, limitant de ce fait leur contribution optimale à la lutte contre les changements climatiques.

Les contributions au financement des aires protégées d'Afrique centrale, dans le cadre de la « finance verte », peuvent être constituées de fonds publics (nationaux et internationaux), de fonds issus de collectes ou de fondations et autres Organisations Non Gouvernementales (ONG), ou encore de ressources issues du secteur privé (marché de carbone, fonds mis à disposition dans le cadre de la Responsabilité Sociétale des Entreprises ou RSE, etc.). Actuellement, les fonds traditionnels, mobilisés par les États ou, par exemple, dans le cadre des financements du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) ou par certaines ONGs et organisations internationales, sont largement en deçà des besoins en financement des aires protégées africaines, tout particulièrement en Afrique centrale. L'analyse des flux financiers en faveur des forêts tropicales au cours des 10 dernières années révèle que le bassin du Congo n'a bénéficié que de 11,5% des fonds internationaux, contre 54,5% pour l'Asie du Sud-Est et 34% pour l'Amazonie (Liboum *et al.*, 2019).

3.1 Finance verte et opportunités de financement pour les aires protégées

Les projets du secteur forêt-environnement en Afrique centrale – y compris ceux liés aux changements climatiques – mobilisent actuellement près de 2,3 milliards de \$US de financements internationaux; il s'agit des projets actifs en 2020, quelle que soit leur durée. Un peu moins de la moitié de ces financements concerne des projets dont l'objectif premier est la lutte contre les changements climatiques (figure 5a).

Parmi ces projets d'atténuation des changements climatiques ou d'adaptation, la RDC se taille la part du lion, avec plus de 60% des financements internationaux destinés à la sous-région (figure 5b). En effet, le pays a été choisi parmi les pays pilotes, à l'échelle de la planète, pour mettre en place des politiques REDD+ et de lutte contre les changements climatiques. La RDC renferme près de la moitié des forêts et environ 60% du carbone aérien d'Afrique centrale (cf. figure 2). C'est l'un des pays phare pour les investissements du CAFI (Initiative pour les forêts d'Afrique centrale) et d'autres bailleurs de fonds dans la lutte contre la déforestation et les changements climatiques.

Analyse des financements changements climatiques/REDD+ : précisions sur la méthode

Les données présentées ici ont été compilées dans le cadre de l'OFAC. La procédure suivante a été appliquée :

1. inventaire des financements internationaux pour lesquels l'objectif premier concerne les changements climatiques et la REDD+. Chaque projet ou programme était caractérisé par les informations suivantes : nom du projet ou programme, pays concerné(s), objectifs, dates de début et de fin, financement total, aires protégées concernées ou non ;
2. seuls les projets dont l'objectif principal était clairement relié à la lutte contre les changements climatiques et ceux en activité en 2020 ont été retenus, quelle que soit leur durée ;
3. pour les projets multi-pays, la somme totale du financement a été divisée par le nombre de pays et la même proportion de financement a été affectée à chaque pays. En l'absence d'information précise sur la répartition des financements par pays, cela permet d'obtenir un ordre de grandeur du financement de chacun d'eux ;
4. nous avons compilé les projets et les programmes pertinents identifiés à partir de la plateforme analytique de l'OFAC à la date du 17/12/2020 (https://www.observatoire-comifac.net/analytical_platform/projects/main), de la bibliographie et de sites web tels que celui du Fonds Vert pour le Climat (FVC). Pour ce dernier, nous n'avons pas tenu compte des activités de préparation (dénommées « *Readiness* » dans leur version anglaise) ;
5. la base de donnée a été apurée en éliminant les doublons et en effectuant un arbitrage en faveur des sites officiels en cas de données contradictoires ;
6. le taux de change utilisé était : € x 1,21741 = \$US.

Cette méthode reste perfectible et devra être améliorée si l'on souhaite obtenir une vision plus fine de ces financements et de leurs affectations. Malgré la mise en place par l'OFAC d'une plateforme analytique, la collecte et l'apurement de données sur les financements internationaux restent encore problématiques (sans parler des financements nationaux qui restent très difficiles à évaluer). Les responsables de projets peinent à répondre aux sollicitations et les bailleurs de fonds n'ont pas encore mis en place de procédure de transfert d'information automatique vers l'OFAC, comme cela pourrait être facilement réalisé. De ce fait, des projets ne sont pas encore pris en compte et, pour ceux qui le sont, les informations sur les affectations des fonds (par exemple, ceux affectés aux aires protégées) ne sont pas clairement détaillées.

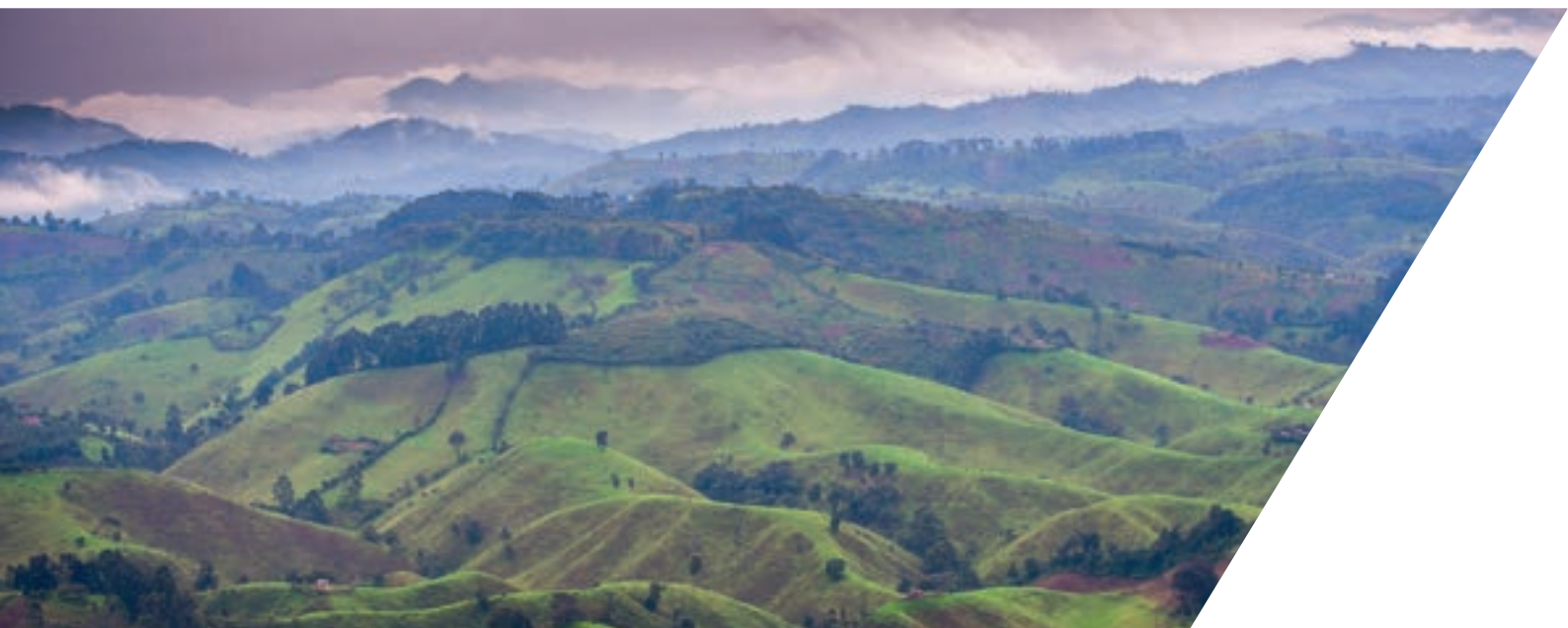
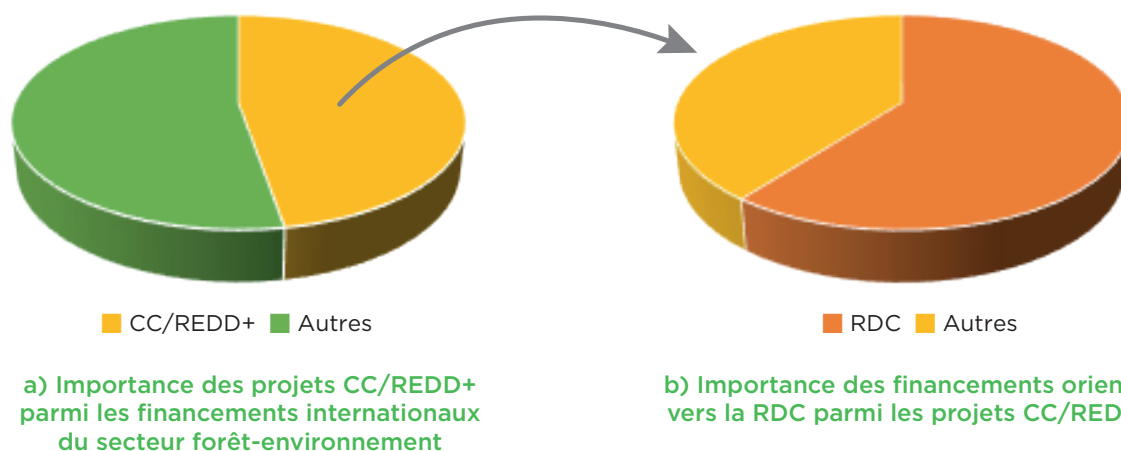


Figure 5 - Financements internationaux « changements climatiques/REDD+ » en Afrique centrale



CC : changements climatiques; RDC : République démocratique du Congo; REDD+ : Réduction de la déforestation et de la dégradation des forêts. Source : OFAC (2020).

Bien qu'il soit difficile d'obtenir une vision exhaustive de ces projets internationaux, ces données financières rassemblées par l'OFAC permettent de poser un premier diagnostic général sur les financements orientés vers les changements climatiques et la REDD+ et les aires protégées. D'autres informations sont aussi disponibles dans diverses publications de l'observatoire (Eba'a Atyi *et al.*, 2015a; Sonwa *et al.*, 2018; Liboum *et al.*, 2019).

Le souci de s'attaquer aux problèmes environnementaux à l'échelle mondiale, tout en encourageant un développement durable à l'échelle nationale amena la communauté internationale à lancer, dès 1991, le FEM. Ce fonds est devenu par la suite le plus important mécanisme financier des conventions issues de la conférence de Rio de 1992 : la CDB, la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et la Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification (CNULD). Le FEM a mobilisé à ce jour près de 25 milliards \$US, par cycles de 4 ans. Le tout dernier cycle de reconstitution (FEM-7), clôturé en avril 2018, a permis de mobiliser 4,1 milliards \$US, un peu moins que la mobilisation précédente (FEM-6), qui avoisinait les 4,5 milliards \$US.

Le projet régional « Partenariat pour la Conservation de la Biodiversité : Financement durable des Systèmes d'Aires protégées du bassin du Congo », par exemple, est financé dans le cadre du FEM-4. Ce projet vise la mise en place d'un environnement

favorable à la mobilisation accrue des financements en faveur du système d'aires protégées. Un financement durable des aires protégées d'Afrique centrale permettrait aux gestionnaires de disposer des ressources suffisantes et d'intégrer dans leur travail l'ensemble des paramètres de gestion d'une aire protégée, prenant en compte les aspects de suivi des changements climatiques dans la gestion quotidienne de l'aire protégée y compris le financement des études y relatives. Le projet a permis la production de stratégies de financement des aires protégées dans les six pays bénéficiaires mais leur mise en œuvre est fortement entravée par les conséquences de la pandémie de la Covid-19 (maladie due au coronavirus qui s'est répandue à partir de la fin de l'année 2019).

Toujours dans le cadre du FEM, un nouveau projet pourrait être initié, pour mieux comprendre les impacts des changements climatiques dans les aires protégées d'Afrique centrale et la prise en compte des mesures en vue de leur atténuation. Ce projet permettra de mieux répondre aux lacunes identifiées dans la deuxième partie de ce chapitre.

Pour répondre à la montée en puissance des préoccupations liées au climat et à un développement durable des pays les moins avancés, la 16^e Conférence des parties de la CCNUCC (COP 16, de l'anglais *Conference of Parties*), qui s'est tenue à Cancun, au Mexique, en 2011, lançait la création d'un Fonds Vert pour le Climat. Ce fonds est devenu opérationnel 4 années plus tard, avec une première capitalisation de 10,3 milliards \$US.

Il est, à ce jour, le principal mécanisme financier de la CCNUCC. Sa seconde phase de reconstitution, clôturée en novembre 2019, a permis de mobiliser plus de 10 autres milliards de \$US (financements mobilisés en septembre 2020; GCF, 2020b).

Le FVC vise essentiellement à aider les pays en développement à faire face aux problèmes d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il finance principalement des actions directes de terrain dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques, en lien avec les secteurs de l'énergie, de l'agriculture, des plantations forestières et de l'agroforesterie, de l'aménagement du territoire, de la finance

verte... Il est ouvert à une soumission permanente des projets par l'ensemble des pays en développement, y compris ceux de l'Afrique centrale.

Actuellement, le portefeuille des projets du FVC s'élève à 7,2 milliards \$US, dont plus de 37% concernent l'Afrique, à travers des projets nationaux ou multinationaux : 2,7 milliards \$US sont en effet affectés à l'Afrique, qui constitue la région prioritaire du FVC; les deux autres priorités étant les petits États insulaires et les États les moins avancés (GCF, 2020c). Dans le cas de l'Afrique, l'essentiel de ces financements sont des dons issus du secteur public, même si des prêts et quelques investissements privés sont aussi de la partie.

Projet régional de financement durable des aires protégées du bassin du Congo

A. Malibangar, PNUD

Six pays d'Afrique centrale (Cameroun, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, République Centrafricaine – RCA – et RDC), ont obtenu un financement de 8 181 818 \$US, du FEM pour la mise en œuvre d'un projet régional « CBSP – Partenariat pour la Conservation de la Biodiversité – financement durable des systèmes d'aires protégées du bassin du Congo – PIMS3447 ». Ce projet, lancé en 2017 pour une durée de 5 ans, est administré par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD).

Objectifs et composantes du projet

L'objectif principal du projet est de contribuer à relever le défi du financement des aires protégées aux niveaux local, national et régional. Il s'attache à appuyer, dans les six pays, la mise en place des capacités humaines, des cadres institutionnels et des mécanismes modèles pour une durabilité financière à long terme des systèmes d'aires protégées et des écosystèmes associés, en vue d'appuyer les efforts de la conservation desdits pays.

Le projet est organisé en composantes interconnectées : (1) contribuer à la mise en place et/ou au renforcement des cadres juridiques, politiques et institutionnels en vue d'appuyer un financement durable des aires protégées aux niveaux national et régional; (2) contribuer à l'amélioration des mécanismes – existants ou innovants – de génération (recette) et de partage (décaissement) des revenus dans les aires protégées; (3) contribuer à renforcer et/ou à mettre en place des plans d'affaires et des outils de gestion rentable des aires protégées et de leurs écosystèmes associés (au moins deux sites pilote par pays), à l'échelle nationale.

Où en est-on actuellement ?

En 2021, le projet rentre dans sa dernière année de mise en œuvre. Des progrès considérables ont été réalisés dans l'ensemble des six pays dont, entre autres, la dotation pour chacun des 6 pays :
– d'une Stratégie Nationale de Financement Durable des Aires Protégées pour la Conservation de la Biodiversité (SNFDAP/CBD) assortie d'un plan d'action (dont la périodicité varie d'un pays à l'autre);



Projet régional de financement durable des aires protégées du bassin du Congo (suite)

- d'une stratégie et d'un plan de communication et de mobilisation des ressources pour la mise en œuvre de la SNFDAP/CBD ;
- de deux sites pilotes désignés par les décideurs politiques pour servir de sites de démonstration en vue de la mise en place d'un mécanisme de financement durable dans le futur.

Quels sont les défis qui restent à relever ?

L'arrivée imprévue de la crise sanitaire et environnementale mondiale liée à la pandémie de la Covid-19, n'a pas permis aux pays d'entamer les activités de démonstration préalables à la mise en place d'un potentiel mécanisme de financement durable dans au moins un site pilote. La quasi-totalité des activités de la composante 3 a été réaménagée afin de contribuer à la réponse mondiale face à la Covid-19. Cette composante sera désormais consacrée au renforcement de la résilience et des moyens de subsistance durable des communautés locales et des populations autochtones sur les sites pilotes, pour accroître les efforts conjoints de conservation de la biodiversité et de développement local.

Le projet doit encore lancer des Appels à Manifestation d'Intérêt (AMI) et des appels à propositions d'activités dans les sites des six pays. Toutefois, leur déploiement se heurte à la fois aux problèmes de circulation dans le contexte de la crise sanitaire actuelle, aux défis sécuritaires dans certains pays ainsi qu'au court laps de temps restant avant la clôture du projet, prévue pour novembre 2021. Une priorisation des activités sera nécessaire, en tenant compte à la fois du reliquat des ressources disponibles et des possibles délais de mise à disposition des fonds par le FEM dès le début de l'année 2021.

Lien internet : www.financeapbassincongo.org

Twitter : @APbassinCongo

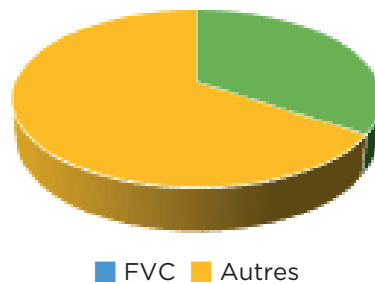
Facebook : <https://www.facebook.com/financeAPbassincongo>

Parmi les financements internationaux ciblés changements climatiques/REDD+ en Afrique centrale (cf. figure 5a), le FVC y participe pour environ un tiers (figure 6). Le Rwanda et, dans une moindre mesure, le Cameroun, la RDC et le Burundi sont les principaux bénéficiaires de projets financés par le FVC, en particulier dans le domaine des énergies vertes telle que l'énergie solaire (figure 7; GCF, 2020a); aucun projet ne concerne explicitement les aires protégées. Seuls deux projets touchent à l'adaptation des populations rurales aux changements climatiques, ainsi qu'aux questions de gestion et de restauration des écosystèmes et des ressources forestières, au Rwanda (projet dans le nord du pays) et au Cameroun et Tchad (projet transfrontalier sur le bassin du fleuve Niger).

La COMIFAC bénéficie entre autres, en tant que *Delivery Partner* du FVC, d'un projet régional, dans le cadre des fonds de préparation (*Readiness*), portant constitution d'un ensemble de projets en vue de la création d'un fonds catalytique REDD+. Une stratégie mérite d'être mise en place pour aider les aires protégées d'Afrique centrale à accéder à cette importante source mondiale de financement de l'action climatique.

Dans la perspective d'une accessibilité aux financements nouveaux, les pays d'Afrique centrale se sont montrés actifs en matière de négociations de la REDD+ dans le cadre de la CCNUCC. La convention reconnaît le rôle de la conservation des écosystèmes forestiers tropicaux dans la lutte contre les émissions des gaz à effet de serre émanant du secteur forestier. Par ailleurs, l'Article 5 de l'Accord de Paris sur le climat met l'accent sur l'ensemble des composantes de la REDD+ (CCNUCC, 2015). Il invite ainsi les Parties à prendre des mesures pour conserver et, le cas échéant, renforcer les puits et les réservoirs de gaz à effet de serre, notamment les forêts. Il les invite aussi à prendre des mesures pour la conservation, la gestion durable des forêts et l'accroissement des stocks de carbone forestiers dans les pays en développement. Les dispositions de l'Article 9 de cet accord invitent en outre la communauté internationale à financer l'action climatique, notamment en appuyant des stratégies impulsées par les pays et en tenant compte des besoins et des priorités des pays en développement.

Figure 6 - Les financements du FVC parmi les projets « changements climatiques/REDD+ » en Afrique centrale

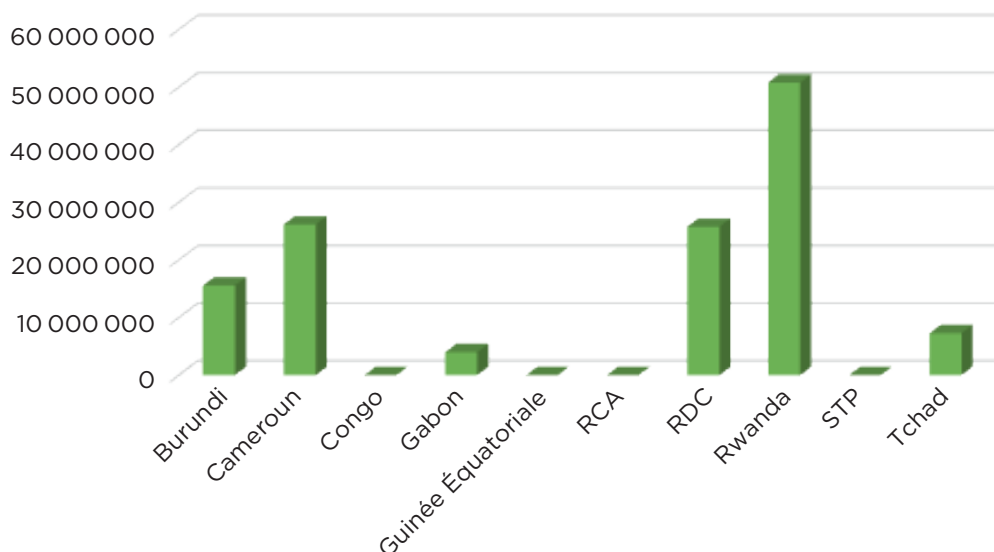


FVC : Fonds vert climat. Source : OFAC (2020).

Actuellement, parmi les projets changements climatiques/REDD+ en cours d'exécution en Afrique centrale, moins de 9% d'entre eux (en termes de financement) concernent les aires protégées (figure 8), alors qu'elles jouent un rôle important de séquestration et de stockage de carbone ou de régulation climatique à travers la protection des forêts (voir paragraphes 1 et 2). L'extension des réseaux d'aires protégées et leur gestion efficace font partie des priorités du Plan de Convergence pour la

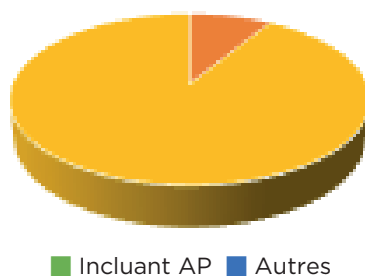
gestion des écosystèmes forestiers d'Afrique centrale (COMIFAC, 2015) mais cela est encore insuffisamment pris en compte par les financements climatiques. La contribution financière et technique de la communauté internationale permettrait d'appuyer non seulement le maintien mais également l'accroissement de leur rôle dans la lutte contre les changements climatiques (voir en 1.1, encadré concernant le parc national de Mbam-et-Djérem, au Cameroun).

Figure 7 - Financements du FVC par pays en Afrique centrale en 2020



Source : GCF (2020a).

Figure 8 - La part dérisoire des financements incluant des actions à destination des aires protégées parmi les projets « changements climatiques/REDD+ » en Afrique centrale



Source : OFAC (2020).

3.2 Les prémices d'une mobilisation de la finance verte par les pays d'Afrique centrale

Hors des initiatives strictement liées à la CCNUCC, certains pays d'Afrique centrale (Cameroun, Congo, RDC) se sont engagés dans la préparation de programmes juridictionnels de réduction des émissions (ERP, de l'anglais *Emission Reduction Program*), dans le cadre du Fonds de partenariat pour le carbone forestier (FCPF, de l'anglais *Forest Carbon Partnership Facility*) de la Banque mondiale. Deux programmes sont déjà validés dans le cadre de ce fonds. Le programme Maï-Ndombé, en RDC, et le Programme Sangha-Likouala, au Congo.

L'ensemble de ces programmes identifie la conservation de la biodiversité comme l'un des « avantages

non-carbones » parmi les résultats attendus. Si les activités de conservation peuvent être bénéficiaires des avantages REDD+, les aires protégées n'en bénéficient pas à l'heure actuelle ou alors très marginalement. Il est nécessaire d'examiner comment ces ressources sont transférées vers les sites de conservation, sur le terrain, et comment elles contribueront à l'amélioration de leur gestion.

Programme de réduction des émissions de Maï-Ndombe (RDC)

Ce programme s'étend sur 123 000 km² et prévoit de nombreuses activités, dont la réalisation de plans de développement durable et la mise en défens de Forêts à Haute Valeur de Conservation (FHVC) contre Paiements pour Services Environnementaux (PSE).

Il prévoit aussi, plus spécifiquement, un soutien : (i) à la création et à l'exploitation de concessions de conservation, (ii) à la conservation des forêts des communautés locales et (iii) à la gestion des aires protégées (FCPF, 2016).

Il bénéficie de différents financements :

- FCPF : contrat d'achat-vente de réductions d'émissions; financement Banque mondiale de 55 millions \$US, paiements à venir, conditionnés à la réduction des émissions de gaz à effet de serre;
- Programme intégré REDD+ (PIREDD) Plateaux; financement Banque mondiale sur le Programme

d'Investissement pour la Forêt (PIF), couvrant l'ancien district des Plateaux, de 14,2 millions \$US (2016-2019);

- Programme intégré REDD+ Maï-Ndombé; financement CAFI et exécution Banque mondiale, couvrant principalement l'ancien district du Maï-Ndombé, de 20 millions \$US (2018-2021);
- Programme intégré REDD+ Maï-Ndombé, phase 2 (à venir), couvrant l'ensemble de la Province, de 16 millions \$US (prévu en 2022-2023);
- financement additionnel du FEM, de 6,21 millions \$US (2021-2022).

PIREDD Maï-Ndombé, le défi d'un développement préservant les forêts à l'échelle d'une province

C. Mbayi Mwadianvita, PIREDD Plateaux WWF, N. Bayol, & P. Breumier, FRMi, C. Vangu Lutete, UC PIF-RDC

La province du Maï-Ndombé a été identifiée comme une province clé en termes d'enjeux REDD+ en RDC pour différentes raisons : il s'agit d'une province forestière (les forêts couvrent 75% de la superficie totale de la province), proche de Kinshasa (enjeux liés à la demande croissante en bois-énergie, en bois d'œuvre et en denrées alimentaires), hébergeant des espèces animales endémiques et menacées d'extinction telles que le bonobo (*Pan paniscus*).

Cette province bénéficie ainsi d'initiatives REDD+ depuis plusieurs années avec, en particulier, un programme de réduction des émissions de gaz à effet de serre inclus dans le portefeuille de projet FCPF et concrétisé par la signature d'un contrat d'achat-vente de réductions d'émission entre le Gouvernement de RDC et le Fonds Carbone de la Banque mondiale, pour une valeur de 55 millions de dollars pendant 5 ans. Les paiements seront liés à la performance du projet, c'est-à-dire au différentiel entre les émissions de carbone mesurées et les émissions estimées dans un scénario de référence sans projet. Un plan de partage est en cours de finalisation : il définit les modalités de financement de la gestion du programme et de partage des revenus de la vente des réductions d'émission entre le Gouvernement provincial du Maï-Ndombé, les populations autochtones et les communautés locales, ainsi que les opérateurs privés ayant développé leurs propres projets, dits « imbriqués ».

Afin de susciter une dynamique de réduction des émissions, deux Programmes Intégrés REDD+ ont été financés depuis 2016, successivement sur l'ex-District des Plateaux, par le PIF (mis en œuvre par le WWF, Fonds mondial pour la nature), puis sur l'ex-District du Maï-Ndombé, par le CAFI/FONAREDD – Fonds national REDD+ (mis en œuvre par FRMi – Forêts Ressources Management international et WWC – *Wittenberg Weiner Consulting*). Des financements doivent être validés pour la poursuite de ce programme jusqu'en 2023. Ces programmes intégrés REDD+ visent à relever un double défi : 1) assurer le développement économique afin de lutter contre la pauvreté et 2) réduire les émissions de gaz carbonique en comparaison avec un scénario de référence établi.

Les activités visent à s'attaquer aux causes directes et indirectes de la déforestation et de la dégradation des écosystèmes. Elles s'appuient sur des planifications d'aménagement du territoire aux différentes échelles administratives et coutumières et sur la création de structures locales de gouvernance des

PIREDD Maï-Ndombé, le défi d'un développement préservant les forêts à l'échelle d'une province

ressources naturelles, les Comités Locaux de Développement (CLD). Ces CLD élaborent de manière participative des Plans de Gestion des Ressources Naturelles (PGRN), planifiant l'usage des terres, puis coordonnent leur mise en œuvre (figure 9). Les CLD représentent la communauté locale lors des échanges avec les partenaires au développement, comme le PIREDD Maï-Ndombé.

Les efforts de réduction des émissions reposent en particulier sur le développement de plantations agroforestières d'acacia ou de fruitiers associés aux cultures vivrières en zones de savanes (5720 ha prévus à la fin 2021), le développement de plantations de palmiers à huile en savane (2060 ha), la protection de savanes anthropiques contre les feux afin de permettre leur régénération naturelle (9670 ha à ce jour), l'amélioration des pratiques agricoles en zones forestières, l'affectation en conservation de superficies forestières au sein de terroirs villageois (100 000 ha à ce jour).

Bien que les investissements aient été réalisés par les populations locales, motivées par la présence des agents du projet ainsi que par le versement des PSE, leur appropriation et leur durabilité ne sont pas encore acquises. Il s'agit en effet d'investissements sur le long terme (cultures pérennes) qui ne sont pas encore aujourd'hui productifs. La population n'est donc pas encore convaincue de leur intérêt économique. Il est souhaitable de poursuivre l'accompagnement des populations concernées jusqu'à la fin du premier cycle de production de ces investissements.

En complément, un financement additionnel du FEM (2021-2022) va intervenir sur la gestion forestière communautaire et la gestion de la réserve de Tumba-Lediima, afin de mettre un accent sur les aspects de biodiversité.

Figure 9 – Terroirs villageois aménagés dans le cadre des programmes PIREDD Plateaux et Maï-Ndombé



Source : UC PIF-RDC.

Programme de réduction des émissions dans la Sangha et la Likouala (Congo)

L'ERP Sangha-Likouala est situé dans la partie septentrionale de la République du Congo (figure 10). Il s'étend sur près de 124 000 km², recouverts principalement par des forêts denses humides relativement intactes. La signature du contrat est prévue pour le mois de janvier 2021.

Les objectifs du programme sont de :

- réduire les émissions de 9 013 440 te CO₂ de 2019 à 2023 ;
- mettre en valeur la gestion durable du paysage terrestre ;
- améliorer et diversifier les moyens de subsistance locaux ;
- préserver la biodiversité.

Dans le cadre de la préparation de ce programme, le Congo a finalisé divers outils spécifiques : un Niveau des Émissions de Référence pour les Forêts (NERF) sous-national, des Principes Critères et Indicateurs (PCI) REDD+ adaptés à l'ERP, un guide d'Exploitation Forestière à Impact Réduit (EFIR), un document précisant les options de partage des

avantages dans le cadre de la mise en œuvre de l'EFIR ainsi que des études complémentaires sur le foncier (CNREDD, 2019).

Avec un financement initial de 92,64 millions \$US, le plan de financement du programme se présente comme suit :

- des investissements garantis ou engagés qui cibleront les diverses activités du programme, dont les appuis du FEM, de l'Association internationale de développement (IDA), du PIF, de l'Agence Française de Développement (AFD), de la Banque Africaine de Développement (BAD) et du Département pour le développement international du Royaume-Uni (DFID) ;
- la mobilisation d'investissements additionnels, y compris par l'initiative CAFI et par le Projet d'appui au Développement de l'Agriculture Commerciale (PDAC), financé par la Banque mondiale ;
- des investissements privés des sociétés intéressées ;
- le paiement anticipé du Fonds carbone du FCPF pour des activités non couvertes par des sources d'investissement (FCPF, 2018).

La réduction des émissions au Nord-Congo : un défi pluri-sectoriel

C. Milandou et C.-B. Ouissika, CNIAF

Le programme Sangha-Likouala prévoit de réduire les émissions de carbone tout en appuyant la gestion durable des paysages et la préservation de la biodiversité. Le périmètre du programme compte des territoires sous divers statuts de gestion et d'exploitation (figure 10) :

- 17 concessions forestières couvrant 72 007 km² (dont une qui n'est pas opérationnelle), affectées à 10 entreprises ;
- 13 concessions minières d'exploration et de recherche, affectées à 13 entreprises ;
- 3 parcs nationaux et une réserve naturelle couvrant 26 701 km² ;
- plusieurs villages et bourgades (FCPF, 2018).

La stratégie d'intervention envisagée est une combinaison d'activités sectorielles et habilitantes (CNREDD, 2020). Les activités sectorielles relèvent de quatre domaines d'intervention principaux, au sein desquels il s'agira d'engager les parties prenantes à développer des pratiques sobres en carbone et qui favorisent la protection des stocks de carbone :

- les **cessionnaires forestiers** seront incités à appliquer de manière plus systématiques les principes de l'EFIR et à établir des séries de conservation (zones non exploitées) ;
- les **agro-industriels** producteurs d'huile de palme durable devront réduire les émissions consécutives à la déforestation dans les concessions agricoles, en évitant la conversion des FHVC. Ils seront aussi incités à s'orienter vers la certification RSPO (norme internationale de la Table ronde pour l'huile de palme durable) ;

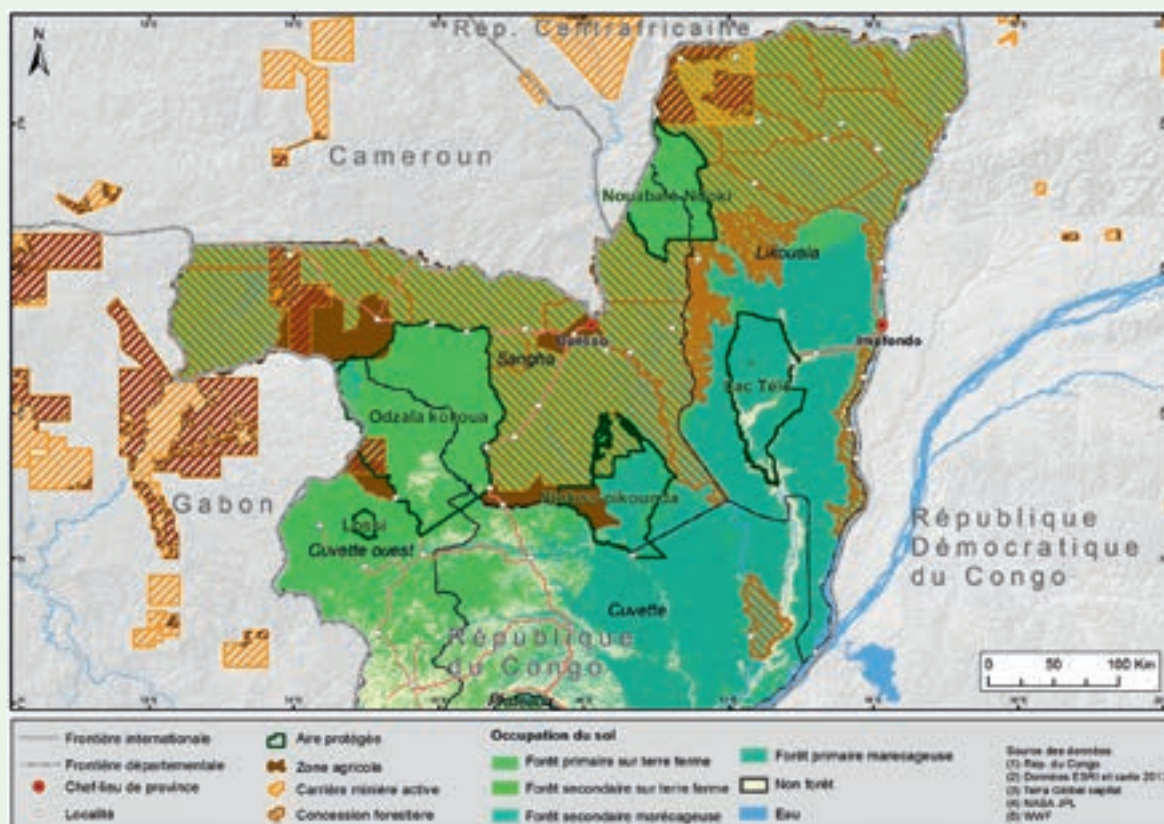
La réduction des émissions au Nord-Congo : un défi pluri-sectoriel

- les **communautés locales et les populations autochtones** seront appuyées dans (i) la production de cacao durable, à travers des systèmes agroforestiers dans des forêts dégradées, (ii) l'introduction d'une agriculture de subsistance durable destinée à accroître la productivité agricole et la diversification des cultures par le biais de systèmes agroforestiers, (iii) la promotion de petits producteurs sous-traitants des agro-industriels sur les zones déboisées au sein des concessions de palmiers à huile, (iv) la valorisation durable des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) et (v) la fourniture de PSE pour les personnes individuelles et les communautés qui protègent les forêts;
- les **gestionnaires d'aires protégées** seront appuyés dans l'amélioration de la gestion des sites et dans le développement des activités générant des revenus au profit des communautés locales et des populations autochtones;
- les **industriels miniers** seront, quant à eux, incités à contribuer au développement économique de la région tout en minimisant leur impact sur la forêt.

Les activités habilitantes prendront en compte :

- l'amélioration de la gouvernance, par exemple grâce au renforcement des capacités des partenaires du programme et aux synergies avec le processus pour l'application des réglementations forestières, la gouvernance et les échanges commerciaux (FLEGT);
- le renforcement de la planification de l'utilisation des terres aux niveaux national et local;
- l'amélioration des moyens de subsistance grâce au développement de la chaîne de valeur des produits agricoles, par exemple pour le cacao et pour l'huile de palme.

Figure 10 - Emprise spatiale du programme Sangha-Likouala et utilisation des terres



Source : FCPF (2018).

3.3 Paiements pour services environnementaux

Les aires protégées jouent un rôle indispensable dans la fourniture de services écosystémiques. Cependant, ceux-ci sont encore très peu évalués en Afrique centrale, malgré leur importance économique. Les stratégies de financement du système d'aires protégées dans quelques pays de la sous-région sont en cours de préparation sous l'égide de la COMIFAC, dans le cadre du Projet régional de financement durable des aires protégées du bassin du Congo (voir encadré dans le paragraphe 3.1). Ces

stratégies identifient les paiements pour services environnementaux comme l'une des sources de financement des aires protégées.

Cette approche mérite d'être confortée, à la suite de la conclusion d'un accord historique entre le Gabon et la Norvège. En effet, la Norvège s'est engagée à payer 10 \$US, contre 5 sur le marché actuel, pour chaque tonne de carbone certifiée non émise, par rapport à la moyenne récente des émissions du pays (2005-2014), avec un montant maximal de 150 millions \$US sur dix ans (CAFI, 2020). Le Gabon est donc le premier pays d'Afrique à recevoir des paiements pour la préservation de sa forêt.

Le Gabon reçoit des paiements pour avoir préservé les forêts tropicales

G.-L. Itsoua-Madzous, COMIFAC

Adapté de l'avenant à la lettre d'intention Gabon-CAFI, septembre 2018

Le Gabon est le pays qui possède le plus fort pourcentage de couverture forestière d'Afrique centrale (environ 90%) et un taux de déforestation très bas (FAO, 2020). Si le pays bénéficie d'une pression moins forte sur les forêts que ses voisins, du fait d'une moindre demande en terres agricoles, il s'est surtout illustré par un engagement volontariste dans la lutte contre la déforestation. Dès les années 1990, le pays a institué l'aménagement durable des concessions forestières, qui couvrent l'essentiel des forêts nationales (Marquant *et al.*, 2015). De plus, en 2002, le Gabon a refondu totalement son réseau d'aires protégées en créant 13 parcs nationaux, dont l'un est inscrit au titre de la convention du patrimoine mondial (Doumenge *et al.*, 2015). Plus encore, le pays a aussi réalisé des progrès significatifs dans la gestion durable de ses ressources en bois, en interdisant toute exportation de grumes dès 2010 puis en décidant que toutes les concessions forestières devront être certifiées FSC d'ici 2022 (de l'anglais Forest Stewardship Council).

Ces dispositions ont le double avantage de satisfaire à des exigences socio-économiques et environnementales (Karsenty, 2020). Elles permettent de protéger les forêts et les stocks de carbones mais aussi de diminuer les émissions dues à la déforestation et à l'exploitation forestière. Elles permettent aussi de rassurer les éventuels investisseurs et bailleurs de fonds quant à la crédibilité du pays à tenir ses engagements.

Ces efforts ont entre autres abouti, en septembre 2018, à la signature d'un accord historique avec la Norvège, via l'initiative CAFI. Cet accord concerne un paiement de 150 millions \$US, destiné à récompenser la réduction des émissions de gaz à effet de serre dues à la déforestation et à la dégradation ainsi que l'absorption du dioxyde de carbone par les forêts naturelles gabonaises, sur une période de 10 ans (2016-2025). L'accord récompensera à la fois les performances passées – résultats vérifiés depuis 2016 par rapport à la décennie précédente de 2005 à 2014 – et les résultats futurs, à payer annuellement jusqu'en 2025.

Certification tierce partie

Les parties se sont engagées à adopter une approche d'apprentissage par la pratique et chercheront conjointement à adapter le partenariat aux meilleures pratiques mondiales. Le Gabon

Le Gabon reçoit des paiements pour avoir préservé les forêts tropicales

cherchera à obtenir la certification ART (*Architecture for REDD+ Transactions*) pour les réductions et les absorptions d'émissions dans le cadre de ce partenariat.

La norme d'excellence environnementale REDD+ d'ART, dénommée TREES (*The REDD+ Environmental Excellence Standard*; ART, 2020), n'inclut pas encore de méthode robuste pour créditer les pays à forte couverture forestière et à faible taux historique de déforestation, tels que le Gabon. Le partenariat Gabon-CAFI a l'intention de piloter une nouvelle approche incitative pour ces pays et d'en tirer des enseignements pour améliorer la norme TREES.

CAFI est prêt à contribuer jusqu'à 150 millions \$US sur 10 ans

Cette contribution dépendra des résultats atteints par le Gabon dans le cadre de ce partenariat. L'initiative CAFI garantira un prix plancher de 5 \$US/tonne de carbone, pour un maximum de 75 millions \$US, pour les résultats atteints entre 2016 et 2020, et jusqu'à 75 millions \$US supplémentaires pour les résultats atteints en 2021-2025. CAFI garantira aussi un prix plancher de 10 \$USD/tonne pour les résultats certifiés par ART, sous réserve du maintien de l'engagement financier global de CAFI à hauteur de 150 millions \$US pour la période 2016-2025.

Le Gabon peut bénéficier de cette offre ou vendre ses crédits carbone à un autre acheteur offrant un prix plus élevé. Les parties chercheront à utiliser le prix plancher pour attirer des sources de financement supplémentaires, notamment des acheteurs privés.

Les engagements climat du Gabon

Avant les premiers paiements, il est, entre autres, attendu du Gabon que le pays soumette à la CCNUCC les éléments ci-après :

- une Contribution Déterminée au niveau National (CDN), confirmant les dispositions de la lettre d'intention signée avec CAFI. Dans sa nouvelle CDN, le Gabon doit chercher à réduire ses émissions de plus de 50 % par rapport à 2005, en réduisant de moitié les émissions du secteur forestier ;
- un NERF ou un niveau de référence pour les forêts, tel que prévu par les décisions pertinentes de la Conférence des parties de la CCNUCC ;
- un résumé des informations sur la manière dont les garanties REDD+ sont traitées et respectées, conformément aux décisions pertinentes de la CCNUCC.

En soutenant les cadres d'investissement nationaux sobres en carbone et le secteur de l'utilisation des terres, l'initiative CAFI s'est, entre autres, engagée à financer l'augmentation du réseau d'aires protégées du Gabon, en créant 4 000 km² de nouvelles zones forestières protégées dans les régions frontalières actuellement ouvertes à l'exploitation. Ceci fait partie d'un ensemble plus large qui comprend un programme d'appui à l'aménagement du territoire et le suivi des forêts.

3.4 Financements des États et partenariats public-privé

Il convient de rappeler tout d'abord que les budgets affectés par les États, s'ils sont trop souvent insuffisants pour le financement des aires protégées (Joyeux & Gale, 2010), favorisent toutefois le maintien d'une activité minimale dans un grand nombre d'aires protégées d'Afrique centrale. Cette seule présence, ralentit la déforestation et permet de préserver les limites

des aires protégées, participant à la conservation des stocks de carbones existants (voir paragraphe 1.1) et au maintien de taux d'émission faibles par les pays de la sous-région.

Bien entendu, cela n'est pas suffisant et, dans plusieurs aires protégées, des Partenariats Public-Privé (PPP) ont été conclus entre les États et divers partenaires. Dans la plupart de ces partenariats, l'État attend du partenaire privé une contribution significative aux financements (voir chapitre 3 du présent

ouvrage). Ces financements peuvent venir de bailleurs de fonds publics, bilatéraux ou multilatéraux, mais aussi de fondations privées ou de fonds fiduciaires créés spécifiquement. Tous ces outils financiers peuvent être aussi mobilisés dans la lutte contre les changements climatiques et dans l'adaptation des aires protégées à ces changements.

D'autre part, tous les pays de la sous-région disposent de réglementations environnementales, relatives aux Études d'Impact sur l'Environnement (EIE) et à la RSE. Les financements issus des obligations sociales et environnementales des entreprises peuvent procurer des co-bénéfices dans le domaine de l'atténuation et de l'adaptation aux changements climatiques. Par exemple, la compensation environnementale de la construction du pipeline Tchad-Cameroun a permis d'appuyer la création et la gestion du parc national de Mbam et Djérem, au Cameroun (voir chapitre 7). Situé dans une région d'expansion naturelle des forêts aux dépens des savanes, la création de ce parc permet d'augmenter le stock de carbone présent dans les aires protégées camerounaises (voir encadré, paragraphe 1.1 du présent chapitre).

Dans certains grands projets industriels ou énergétiques, il s'agit aussi de compenser la perte de carbone du fait de la déforestation. C'est le cas du projet de construction du barrage de Nachtigal, au Cameroun, situé à 64 km au nord-est de Yaoundé. Ce projet est mis en œuvre par un consortium comprenant l'État du Cameroun, Électricité de France (EDF) et la Société Financière Internationale (SFI, filiale de la Banque mondiale). La capacité installée devrait être de 420 MW, ce qui en fait un projet majeur pour l'électrification du pays. Toutefois, cette installation

hydroélectrique menace une plante aquatique endémique très rare (*Ledermanniella sanagaensis*), qui pousse presque exclusivement au niveau des chutes de Nachtigal (Takoueu, 2019). Le plan de gestion environnementale et sociale du projet doit tenir compte des impacts sur la biodiversité. Il prévoit un mécanisme de compensation pour la perte des forêts du fait de la construction du barrage, incluant un volet de paiements pour services environnementaux. Ce volet PSE vise à récompenser les communautés riveraines pour leurs efforts de gestion durable et de restauration de leurs forêts (Liboum *et al.*, 2019).

4. Opportunités et défis

Les défis sont nombreux en Afrique centrale dans le cadre du soutien à la relation entre les aires protégées et les changements climatiques. Des engagements et des initiatives sont en cours dans la sous-région, avec le soutien des partenaires techniques, afin, d'une part, d'intégrer les considérations climatiques dans les programmes qui concernent les aires protégées et, d'autre part, d'atténuer les effets des changements climatiques par des activités d'adaptation.

4.1 Défis dans la mobilisation des fonds en faveur des aires protégées

Renforcer l'importance des aires protégées dans les agendas politiques

Les principales actions appuyées par le Fonds vert pour le climat en Afrique centrale concernent des projets de production d'énergie propre (solaire) mais



aussi quelques projets d'aménagement du territoire et de reforestation (GCF, 2020a). Ces deux domaines illustrent bien les éléments clés des stratégies de lutte contre les changements climatiques, d'une part, la promotion d'un développement à faible émission (économies sobres en carbone, déploiement d'énergies «vertes»), d'autre part, le stockage du carbone (maintien et augmentation des stocks).

Les aires protégées constituent des outils de gestion des terres importants permettant d'enrayer la déforestation et le déstockage du carbone. Elles favorisent le stockage du carbone à long terme et l'augmentation des stocks dans les zones où les forêts se régénèrent. Au-delà de ce rôle, les aires protégées permettent de développer des actions d'adaptation des communautés humaines aux changements climatiques, comme nous l'avons vu précédemment (paragraphe 1). Ces différents rôles sont encore trop peu connus des décideurs politiques et insuffisamment pris en compte dans les politiques de développement durable et d'aménagement du territoire. Il est du rôle de la COMIFAC de s'en faire l'ambassadeur, avec l'appui de l'OFAC et de tous les partenaires de la conservation.

Pour être socialement acceptables, les actions de lutte contre les changements climatiques doivent d'abord être comprises comme nécessaires et utiles au développement des pays et de leurs habitants. Cela implique de communiquer à ce sujet vers le grand public mais aussi, de manière plus ciblée, vers les décideurs politiques et les opérateurs privés. Ces actions doivent aussi soutenir le développement durable des pays et contribuer à lutter contre la pauvreté (Eba'a Atyi *et al.*, 2015a et b; Reyniers *et al.*, 2016), y compris dans les paysages renfermant des aires protégées.

L'efficacité de la lutte contre les changements climatiques requiert aussi d'intégrer cette préoccupation dans les politiques sectorielles et d'améliorer la coordination institutionnelle intersectorielle (énergies, mines, forêt, agriculture, environnement...; Heller & Zavaleta, 2009). Tout cela nécessite d'importants changements dans les mécanismes de prises de décisions et de gestion, souvent en rupture totale avec les pratiques actuelles. Là encore, la COMIFAC, en tant qu'entité régionale de coordination dans les domaines forestier et de la conservation de la biodiversité, doit développer une attitude proactive pour appuyer les États dans leurs efforts de coordination intersectorielle.

Développer la confiance

Parmi de nombreux facteurs de succès de projets et de mécanismes financiers, plusieurs font explicitement référence au fonctionnement des États et des institutions (Joyeux & Gale, 2010; Karsenty & Ongolo, 2012). Certains de ces facteurs, qui touchent à la gouvernance et aux institutions et pratiques, font aussi référence *in fine* aux relations de confiance qui sont nécessaires entre les parties, tout d'abord entre les bailleurs de fonds et les bénéficiaires mais, plus largement, entre toutes les parties prenantes.

Nous pouvons souligner ici trois facteurs qui jouent un rôle dans le développement de financements «climats» et de financements pour les aires protégées :

- **1.** le gouvernement doit respecter les points de vue et soutenir activement la participation des parties prenantes au projet, en leur donnant toute leur place dans les discussions, les prises de décision et l'exécution des projets (il peut s'agir de communautés locale ou d'acteurs privés ou d'ONGs ou associations, par exemple; Reyniers *et al.*, 2016). La gestion participative, bien qu'elle soit à l'honneur depuis les années 1990, est encore loin d'être mise en pratique en Afrique centrale. Il ne s'agit pas ici d'être forcément d'accord sur tout mais de laisser la porte ouverte à la discussion et de prendre les décisions en commun;
- **2.** chacune des parties prenantes doit se sentir réellement bénéficiaire des projets et trouver un intérêt dans les changements de pratiques que ces projets devraient entraîner. Par exemple, payer les paysans pour qu'ils déboisent moins, dans le cadre de PSE, ne sera pas suffisant si ces mêmes paysans ne trouvent pas d'intérêt à intensifier leurs pratiques agricoles ou à planter des arbres qu'ils pourront exploiter dans un avenir pas trop lointain (Bouyer *et al.*, 2013; Eba'a Atyi *et al.*, 2015b; Reyniers *et al.*, 2016). Tout le monde ne va pas tirer les mêmes bénéfices des projets mais chacun doit pouvoir en tirer des bénéfices qui sont importants pour lui. Si l'une des parties prenantes se sent flouée, la défiance va s'installer et cela va entraîner l'échec du projet;
- **3.** les États doivent mettre en place des institutions et des pratiques juridiques et financières dans lesquelles les bailleurs de fonds et toutes les parties prenantes puissent avoir confiance.

L'un des points d'achoppement dans le développement des financements internationaux concerne en effet l'efficacité de la gestion des fonds et la sécurité de leur utilisation mais aussi des mécanismes de suivi et de sanction fiables et performants.

4.2 Mettre en place et opérationnaliser une stratégie de mobilisation de la finance verte pour les aires protégées

S'appuyer sur les financements domestiques pour attirer d'autres investissements

Les réseaux d'aires protégées sont, à la fois, importants pour soutenir le développement durable des pays et participer aux stratégies d'adaptations de leurs populations face aux changements climatiques. À ce titre, les États ont le devoir de les financer et on peut espérer une montée en puissance de leurs investissements dans les années à venir, comme on le voit d'ores et déjà dans des pays comme le Gabon (bénéficiaire d'un accord inédit avec la Norvège) et le Rwanda (largement bénéficiaire du FVC, cf. figure 7). Cela inciterait certainement les bailleurs de fonds internationaux à les appuyer plus substantiellement.

D'un autre côté ; ces aires protégées jouent un rôle qui dépasse les frontières nationales et contribuent à la lutte contre les changements globaux, dont bénéficient des pays parfois très éloignés de l'Afrique centrale. Il est donc légitime que la communauté internationale contribue à leur fonctionnement et à leur efficacité.

Sous l'égide de la COMIFAC, plusieurs pays de la sous-région, ont entamé un processus de préparation de stratégies nationales de financement durable des aires protégées (voir paragraphe 3.1). Ces documents leur permettront de mieux valoriser les sources de financement actuelles et d'accéder à des financements encore trop peu mobilisés en Afrique centrale. Cela devrait, par exemple, permettre d'augmenter, la contribution du Fonds vert pour le climat et de mobiliser toute une palette de mécanismes financiers autres que les mécanismes de marché prônés par la REDD+ (Eba'a Atyi *et al.*, 2015b).

Plusieurs obstacles à la mobilisation de financements additionnels pour les aires protégées ont été mis en évidence par le passé, dont la capacité

d'endettement plus faible des pays d'Afrique centrale comparativement à ceux d'Amérique ou d'Asie. Cela se traduit par un volume financier moindre ainsi que par une plus grande proportion de dons relativement aux prêts (Liboum *et al.*, 2019). Plusieurs pays de la sous-région disposent pourtant d'importantes ressources minières et énergétiques et pourraient facilement inverser la tendance.

Il convient toutefois de noter que l'Union européenne appuie plus fortement les aires protégées d'Afrique centrale en comparaison de celles des deux autres bassins forestiers tropicaux. D'autres pays avaient traditionnellement des liens politiques moindres avec la sous-région et contribuaient financièrement bien plus à la protection de l'Amazonie, par exemple. C'est le cas de la Norvège, même si la situation est en train de changer très fortement avec l'appui apporté depuis plusieurs années à la RDC et l'implication de ce pays dans le programme CAFI. Comme mentionné précédemment, le Gabon a bénéficié d'un accord unique avec la Norvège, qui pourrait en inspirer d'autres (voir paragraphe 3.3).

Un autre obstacle à l'augmentation des investissements internationaux en Afrique centrale concerne le risque d'échec de ces investissements, perçu comme plus élevé dans la sous-région comparativement aux autres continents. Afin de dépasser ce point de blocage, les pays se doivent de présenter des projets plus solides. Pour être plus convaincants, ils doivent aussi affiner leurs CDN et s'appuyer sur des analyses plus précises des impacts des actions passées et des besoins futurs (Sonwa *et al.*, 2018 ; Liboum *et al.*, 2019). En décembre 2020, parmi les pays de la sous-région, seul le Rwanda avait soumis sa CDN actualisée (Rwanda, 2020).

Documenter les changements, les actions planifiées et leurs impacts

Comme nous l'avons souligné précédemment, il est nécessaire que les planificateurs et les gestionnaires des aires protégées puissent disposer, sous une forme qui leur soit accessible, des dernières données scientifiques sur les changements climatiques et la biodiversité. Il est non moins nécessaire que les pays mettent en place des mécanismes de suivi-évaluation permanents et transparents (Eba'a Atyi *et al.*, 2015a et b). Ces mécanismes doivent pouvoir, à la fois, renseigner l'efficacité de gestion sur le terrain



ainsi que la vision globale de l'évolution des systèmes d'aires protégées et de lutte contre les changements climatiques aux échelles nationales.

L'enjeu est ici double. Il s'agit de donner confiance aux bailleurs de fonds potentiels (suivi-évaluation des activités). Mais il s'agit avant tout de permettre aux institutions de gestion des aires protégées et leurs partenaires de piloter plus efficacement les sites sous leur juridiction (grâce à des informations adéquates). La question de l'importance de l'information en appui

à la gestion des aires protégées est détaillée dans le chapitre 4 du présent ouvrage. À l'échelle sous-régionale, l'OFAC devrait être au cœur de la collecte et du partage des informations permettant un suivi-évaluation efficace des aires protégées et des changements climatiques. L'observatoire peut permettre de dépasser certains blocages de transferts de connaissances entre les acteurs (Sufo Kankeu *et al.*, 2020), et favoriser à la fois le transfert de connaissances et de compétences entre les pays et les acteurs.

Potentiel d'établissement de forêts secondaires dans les aires protégées de RCA

D'après RCA (2017)

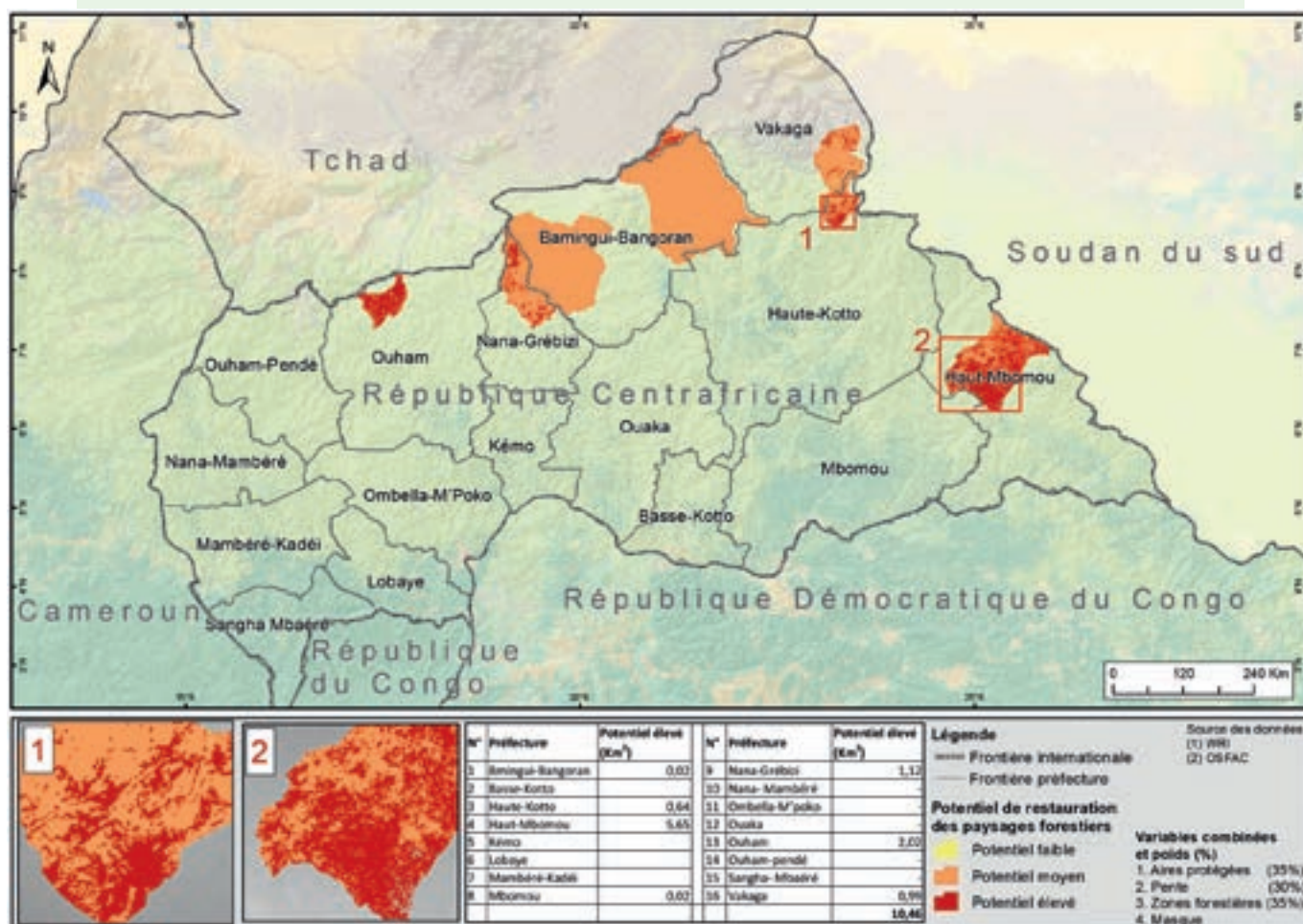
La RCA comprend 16 parcs et réserves d'une superficie d'environ 70 000 km², représentant 11% du territoire national. Ce réseau d'aires protégées est complété par 46 secteurs de chasse dont 11 zones cynégétiques villageoises, ce qui porte le total à 180 000 km², soit 29% du territoire. Afin de lutter contre les effets des changements climatiques dans le nord-est du pays, le Gouvernement, appuyé par le WRI (*World Resources Institute*), a engagé un travail d'identification du potentiel d'accroissement des forêts secondaires dans et en périphérie des aires protégées. Ces données permettront à la fois de mieux préciser les scénarios de référence dans la cadre des CDN et des politiques REDD+, d'en effectuer un suivi plus précis mais aussi de valoriser le potentiel des aires protégées dans la lutte contre les changements climatiques.

Les résultats de cette analyse ont permis d'estimer le potentiel de restauration des paysages forestiers et d'établissement des forêts secondaires dans les aires protégées à environ 10 461 km² (potentiel moyen) et 46 029 km² (potentiel élevé; figure 11). Dans certaines aires protégées, tels que les parcs nationaux et les réserves naturelles intégrales, seules des activités de protection sont autorisées, favorisant une importante dynamique de régénération naturelle (voir aussi encadré du paragraphe 1.1).

Potentiel d'établissement de forêts secondaires dans les aires protégées de RCA

Ailleurs, dans les aires protégées qui présentent à la fois une vocation de conservation mais aussi de développement économique (réserves de faune, domaines ou zones de chasse, réserves de biosphère...), la protection pourra être combinée avec des activités d'afforestation active. Cela peut inclure le développement de pratiques telles que la régénération naturelle assistée mais aussi le reboisement ou l'agroforesterie. Ce sera le cas, en particulier, dans les zones qui ont été dégradées par le passé mais aussi en périphérie des aires protégées et dans leurs zones tampon. Les informations présentées dans la figure 11 tiennent compte à la fois du potentiel écologique (zones forestières plus ou moins dégradées, pentes) mais aussi de la catégorie de gestion des aires protégées. Elles doivent être croisées avec des données démographiques, économiques, sociales afin de permettre aux gestionnaires des aires protégées concernées de mieux planifier leurs actions de conservation et de reforestation, et d'en évaluer à l'avenir l'efficacité.

Figure 11 - Potentiel d'établissement de forêts secondaires dans les aires protégées de RCA



Potentiel élevé : zones prioritaires d'action de restauration; potentiel moyen : zones secondaires d'interventions potentielles; potentiel faible : zones peu propices aux options de restauration, qui ne sont donc pas recommandées pour des interventions. Source : RCA (2017).

Conclusions et perspectives

Les forêts africaines, essentiellement en Afrique centrale, stockent plus du quart du carbone de la zone intertropicale. Les aires protégées y jouent un rôle important dans la protection de ces stocks de carbone, la régulation des climats locaux et régionaux et la fourniture de biens et services écosystémiques aux populations humaines. Les complexes d'aires protégées transfrontalières qui ont été mis en place dans la sous-région permettent de protéger de vastes zones, en continuum écologique à même de maintenir des écosystèmes forestiers et des populations animales et végétales viables.

Les prédictions de changements climatiques font état d'une tendance à l'augmentation des températures globale et une perturbation des autres paramètres (précipitations, vents...) avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations...). Ces changements ne sont pas sans impacts négatifs sur les aires protégées de la région, compromettant ainsi les multiples services que ces dernières rendent à l'humanité, y compris dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques.

Les travaux scientifiques entrepris à ce jour dans la sous-région sur les processus écologiques et les impacts des changements climatiques restent épars et limités, bien qu'ils confirment déjà la vulnérabilité des aires protégées à ces changements. Ces aires protégées constituent des lieux particulièrement adaptés au suivi à long terme et à l'analyse des processus écologiques sous-tendant ou affectés par les changements climatiques. Ces recherches devraient être non seulement diversifiées mais pluridisciplinaires, collaboratives et orientées vers la compréhension des relations de cause à effet entre les différents groupes taxonomiques.

Au regard du rôle joué par les aires protégées dans la préservation du climat mondial, pour le bien de l'humanité, leur protection et leur gestion

rationnelle devraient constituer une priorité mondiale dans le contexte des « solutions basées sur la nature », prônées actuellement par la communauté internationale. Bien que nombre de financements soient aujourd'hui mobilisés au plan mondial pour la lutte contre les changements climatiques, celles d'Afrique centrale sont les grandes oubliées des projets et des programmes soutenus par la finance climatique.

Les fonds traditionnels, mobilisés, par exemple dans le cadre des financements du FEM ou par certaines ONGs et organisations internationales, sont largement en deçà des besoins en financement des aires protégées. Les projets REDD+ développés dans la sous-région, en particulier en RDC, n'ont pas encore comblé les attentes malgré les importants investissements consentis : ils doivent être mieux ancrés sur le terrain, en favorisant une gouvernance plus participative et en clarifiant les maîtrises foncières et les droits d'usages locaux (Reynier *et al.*, 2016). D'autres pistes doivent aussi être explorées telles que celle de l'accord Gabon-CAFI ou la mobilisation plus importante du FVC.

Pour conclure, l'analyse que nous venons de réaliser révèle qu'il est plus qu'urgent de :

- **1.** intensifier la prise en compte des changements climatiques dans la gestion quotidienne des aires protégées d'Afrique centrale. Il est nécessaire, d'une part, de mieux comprendre les impacts des changements climatiques dans les aires protégées d'Afrique centrale et d'identifier des mesures en vue de leur atténuation et, d'autre part, de former les gestionnaires des aires protégées à cet effet ;
- **2.** saisir l'opportunité qu'offre la finance verte pour augmenter les ressources financières et techniques pour améliorer la gestion des aires protégées d'Afrique centrale, à travers le développement et la mise en œuvre d'une stratégie de mobilisation de la finance verte en leur faveur.

La COMIFAC est appelée à jouer un rôle particulier dans la mise en œuvre de ces actions avec le concours de ses partenaires techniques et financiers.

Bibliographie

Références citées dans le texte

- Akkermans T., Thiery W. & Van Lipzig N.P.M., 2014. The regional climate impact of a realistic future deforestation scenario in the Congo Basin. *J. Climate* 27 : 2714-2734.
- Aleman J.C., Jarzyna M.A. & Staver A.C., 2017. Forest extent and deforestation in tropical Africa since 1900. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0406-1>
- ART, 2020. The REDD+ Environmental Excellence Standard (TREES). ART Secretariat, Arlington, USA : 70 p.
- Avitabile V., Herold M., Heuvelink G.B.M. *et al.*, 2016. An integrated pan-tropical biomass map using multiple reference datasets. *Global Change Biology* : 1406-1420.
- Baccini A., Laporte N., Goetz S.J., Sun M. & Dong H., 2008. A first map of tropical Africa's above-ground biomass derived from satellite imagery. *Environ. Res. Lett.* 3 : 9 p. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/3/4/045011>
- Baccini A., Walker W., Carvalho L., Farina M., Sulla-Menashe D. & Houghton R.A., 2017. Tropical forests are a net carbon source based on aboveground measurements of gain and loss. *Science*, 0.1126/science.aam5962.
- Balanyá J., Oller J.M., Huey R.B., Gilchrist G.W. & Serra L., 2006. Global genetic change tracks global climate warming in *Drosophila subobscura*. *Science* 313 : 1773-1775.
- Beaudrot L., Kroetz K., Alvarez-Loayza P., *et al.*, 2016. Limited carbon and biodiversity co-benefits for tropical forest mammals and birds. *Ecological Applications* 26(4) : 1098-1111.
- Bell J.P., Tompkins A.M., Bouka-Biona C. & Sanda I.S., 2015. A process-based investigation into the impact of the Congo basin deforestation on surface climate. *J. Geophys. Res. Atmos.* 120 : 5721-5739.
- Belle E.M.S., Burgess N.D., Misrachi M., *et al.*, 2016. Impacts du changement climatique sur la biodiversité et les aires protégées en Afrique de l'Ouest. Résumé des résultats du projet PARCC, Aires protégées résilientes au changement climatique en Afrique de l'Ouest. Rapport UNEP-WCMC, Cambridge, Royaume-Uni : 52 p.
- Biber-Freudenberger L., Ziemacki J., Tonnang H.E.Z. & Borgemeister C., 2016. Future risks of pest species under changing climatic conditions. *PLoS ONE* 11(4) : e0153237. doi:10.1371/journal.pone.0153237
- Bouyer O., Gachanja M., Pesti B., Fach E. & Gichu A., 2013. Carbon rights and benefit-sharing for REDD+ in Kenya. Kenya REDD+ analytical series, Issue #2. UN-REDD Program and Ministry of Environment, Water and Natural Resources.
- Bradshaw W.E. & Holzapfel C.M., 2001. Genetic shift in photoperiodic response correlated with global warming. *PNAS* 98 : 14509-14511.
- Busby J.W., Smith T.G., White K.L. & Strange S.M., 2012. Locating climate insecurity: Where are the most vulnerable places in Africa? *Climate change, human security and violent conflict* : 463-511. doi 10.1007/978-3-642-28626-1_23
- Bush E.R., Whytock R.C., Bahaa-el-din L., Bourgeois S., Bunnefeld N., Cardoso A.W., Dikangadissi J.T., Dimbonda P., Dimoto E., Edzang Ndong J., Jeffery K.J., Lehmann D., Makaga L., Momboua B., Momont L.R.W., Tutin C.E.G., White L.J.T., Whittaker A. & Abernethy K., 2020. Long-term collapse in fruit availability threatens Central African forest megafauna. *Science*. DOI: 10.1126/science.abc7791
- Butt N., Seabrook L., Maron M. Law B.S., Dawson T.P., Suytus J. & McAlpine C.A., 2015. Cascading effects of climate extremes on vertebrate fauna through changes to low-latitude tree flowering and fruiting phenology. *Global Change Biology* 21 : 3267-3277.
- CAFI, 2020. Gabon. Initiative pour la forêt de l'Afrique centrale. <https://www.cafi.org/content/cafi/fr/home/partner-countries/gabon.html> (accédé 07/11/2020)
- Calosi P., Bilton D.T., & Spicer J.I., 2008. Thermal tolerance, acclimatory capacity and vulnerability to global climate change. *Biology Letters* 4 : 99-102.
- CCNUCC, 2015. Accord de Paris. Nations Unies, Paris : 26 p. <https://unfccc.int/fr/process-and-meetings/l-accord-de-paris/qu-est-ce-que-l-accord-de-paris>
- CDB, 2013. Quick guides to the Aichi biodiversity targets. Secretariat, Convention on Biological Diversity, Montréal, Canada : 41 p.
- Challinor A., Wheeler T., Garforth C., Craufurd P. & Kassam A., 2007. Assessing the vulnerability of food crop systems in Africa to climate change. *Climatic Change* 83 : 381-399.
- Chan N.Y., Ebi K.L., Smith F., Wilson T.F. & Smith A.E., 1999. An integrated assessment framework for climate change and infectious diseases. *Environmental health perspectives* 107 : 329-337.
- CNREDD, 2020. Plan de partage des bénéfices du Programme de Réduction des Émissions (ER-P) Sangha Likouala. Coordination Nationale REDD, Brazzaville, Congo : 5-7.
- CNREDD, 2019. Rapport d'activités de l'année 2018. Coordination Nationale REDD, Brazzaville, Congo : 20 p.
- COMIFAC, 2015. Plan de convergence pour la conservation et la gestion durable des écosystèmes forestiers d'Afrique centrale. Edition 2, 2015-2025. *COMIFAC Série politique* 7 : 42 p.

- Dargie G.C., Lawson I.T., Rayden T.J., Miles L., Mitchard E.T.A., Page S.E., Bocko Y.E., Ifo S.A. & Lewis S.L., 2019. Congo Basin peatlands: threats and conservation priorities. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change* 24 : 669–686.
- Dargie G.C., Lewis S.L., Lawson I.T., Mitchard E.T.A., Page S.E., Bocko Y.E. & Ifo S.A., 2017. Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. *Nature* 542 : 86–103.
- Davis M.B. & Shaw R.G., 2001. Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change. *Science* 292 : 673–679.
- De Wasseige C., Marshall M., Mahé G. & Laraque A., 2015. Interactions entre les caractéristiques climatiques et les forêts. In : De Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. & Doumenge C. (Eds.), *Les forêts du bassin du Congo. Forêts et changements climatiques*. Weyrich, Neufchâteau, Belgique : 53–64.
- Doumenge C., Palla F., Scholte P., Hiol Hiol F. & Larzillière A. (Eds.), 2015. Aires protégées d'Afrique centrale – État 2015. OFAC, Kinshasa, République Démocratique du Congo et Yaoundé, Cameroun : 256 p.
- Duffy J.E., 2003. Biodiversity loss, trophic skew and ecosystem functioning. *Ecology Letters* 6 : 680–687.
- Eba'a Atyi R., Loh Chia E. & Pérez-Terán A.S., 2015a. Vulnérabilité et adaptation des forêts et des communautés en Afrique centrale. In : De Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. & Doumenge C. (Eds.), *Les forêts du bassin du Congo. Forêts et changements climatiques*. Weyrich, Neufchâteau, Belgique : 65–77.
- Eba'a Atyi R., Martius C., Schmidt L. & Hirsch F., 2015b. La forêt de l'Afrique centrale : une contribution accrue à l'atténuation du changement climatique. In : De Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. & Doumenge C. (Eds.), *Les forêts du bassin du Congo. Forêts et changements climatiques*. Weyrich, Neufchâteau, Belgique : 79–92.
- ESA DUE, 2020. GLOBIOMASS. <https://globbiomass.org/> (accédé 01/12/2020)
- Esquivel-Muelbert A., Baker T.R., Dexter K.G., et al., 2019. Compositional response of Amazon forests to climate change. *Glob. Change Biol.* 25 : 39–56.
- FAO, 2020. Global Soil Partnership. <http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/4-information-and-data/global-soil-organic-carbon-gsoc-map/es/> (accédé : 01/12/2020).
- FAO, 2012. Global ecological zones for FAO forest reporting: 2010 update. *FRA Working Paper 179*, FAO, Rome : 42 p.
- Fandohan B., Gouwakinnou G.N., Fonton N.H., Sinsin B. & Liu J., 2013. Impact des changements climatiques sur la répartition géographique des aires favorables à la culture et à la conservation des fruitiers sous-utilisés : cas du tamarinier au Bénin. *BASE* 17(3) : 450–462.
- FAO, 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. Main report. FAO, Rome : 164 p.
- Fauset S., Baker T.R., Lewis S.L., Feldpausch T.R., Affum-Baffoe K., Foli E.G., Hamer K.C. & Swaine M.D., 2012. Drought-induced shifts in the floristic and functional composition of tropical forests in Ghana. *Ecology Letters* 15 : 1120–1129.
- FCPF, 2018. Programme de réduction des émissions dans la Sangha et le Likouala, République du Congo. Document de programme. FCPF, Fonds Carbone : 364 p.
- FCPF, 2016. Programme de réduction des émissions du Mai-Ndombe, République démocratique du Congo. Document de programme. FCPF, Fonds Carbone : 350 p.
- Foden W.B., Butchart S.H., Stuart S.N., Vié J.-C., Akçakaya H.R., Angulo A., DeVantier L.M., Gutsche A., Turak E. & Cao L., 2013. Identifying the world's most climate change vulnerable species: a systematic trait-based assessment of all birds, amphibians and corals. *PLoS one* 8 : e65427.
- Fongnzzossie E.F., Sonwa D.J., Kemeuze V., Auzel P. & Nkongmeneck B.-A., 2014. Above-ground carbon assessment in the Kom-Mengamé forest conservation complex, South Cameroon: Exploring the potential of managing forests for biodiversity and carbon. *Natural Resources Forum* 38 : 220–232.
- Fotso R., Fosso B. & Mbenda G.N., 2019. Évolution du couvert végétal du Parc National de Mbam et Djérem et sa périphérie entre 2000–2018. Actes de la Conférence OSFACO, Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, mars 2019, Cotonou, Bénin : 17 p.
- GCF, 2020a. Projects & programmes. Areas of work. Green Climate Fund website. <https://www.greenclimate.fund/countries> (accédé : 07/11/2020)
- GCF, 2020b. Green Climate Fund exceeds USD 10 billion replenishment mark. Green Climate Fund website. <https://www.greenclimate.fund/news/green-climate-fund-exceeds-usd-10-billion-replenishment-mark> (accédé : 07/11/2020)
- Gendreau Y., 2016. La conservation dans le contexte des changements climatiques au Québec : analyses de vulnérabilité et stratégies d'adaptation. Thèse doctorat, Université du Québec à Rimouski, Canada : 167 p.
- GFC, 2020c. Aperçu du GCF. Portefeuille de projets. Brochure, Green Climate Fund : 2 p.
- GIEC, 2018. rapport spécial sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C (SR15) GIEC, Genève, Suisse : 400 p.
- Gitay H., Suárez A., Watson R. & Dokken D., 2002. Les changements climatiques et la biodiversité. Document technique V du GIEC, CBD, WMO, PNUE.
- Gonmadje C.F., Doumenge C., McKey D., Tchouto G.P.M., Sunderland T.C.H., Balinga M.P.B. & Sonké B., 2011. Tree diversity and conservation value of Ngovayang's lowland forests, Cameroon. *Biodiv. & Conserv.* 20 : 2627–2648.

- Gonmadje C.F., Picard N., Gourlet-Fleury S., Réjou-Méchain M., Freycon V., Sunderland T., McKey D & Doumenge C., 2017. Altitudinal filtering of large tree species explains above-ground biomass variation in an Atlantic Central African rain forest. *Journal Tropical Ecology* 33 (2) : 143-154.
- Goujon M. & Magnan A., 2018. Appréhender la vulnérabilité au changement climatique, du local au global. Regards croisés. Document de travail, FERDI & IDDRI, Paris : 19 p.
- Gratz N.G., 1999. Emerging and resurging vector-borne diseases. *Annual Review of Entomology* 44 : 51-75.
- Gubler D.J., Reiter P., Ebi K.L., Yap W., Nasci R. & Patz J.A., 2001. Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector-and rodent-borne diseases. *Environmental health perspectives* 109 : 223-233.
- Halpin P.N., 1997. Global climate change and natural area protection: management responses and research directions. *Ecological Applications* 7(3) : 828-843.
- Harris N.L., Gibbs D.A., Baccini A., et al., 2021. Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*. doi.org/10.1038/s41558-020-00976-6
- Hartley A.J., Nelson A., Mayaux P. & Gregoire J.M., 2007. The assessment of African protected areas, Scientific and Technical Report. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg : 77 p..
- Heller N.E. & Zavaleta E.S., 2009. Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations. *Biological conservation* 142 : 14-32.
- Hopkins A., McKellar R., Worboys G.L. & Good R., 2015. Climate change and protected areas. In : Worboys G.L., Lockwood M., Kothari A., Feary S. & Pulsford I. (Eds.), Protected area governance and management. ANU press, Canberra, Australia : 495-530.
- Hulme M., Doherty R., Ngara T., New M. & Lister D., 2001. African climate change: 1900-2100. *Clim. Res.* 17 : 145-168.
- Ifo S.A., Binsangou S., Ibocko Ngala L., Madingou M. & Cuni-Sanchez A., 2018. Seasonally flooded, and terra firme in northern Congo: Insights on their structure, diversity and biomass. *Afr. J. Ecol.* 57 : 92-103.
- Joyeux C. & Gale J., 2010. Analyse des mécanismes de financement des aires marines protégées d'Afrique de l'Ouest. Proposition de renforcement de leur durabilité. Tome 3 – Le financement durable des aires protégées terrestres et marine : principes, mécanismes et expériences. Rapport UICN, The Environment and Development Group, Oxford, Royaume-Uni : 26 p.
- Kamgang S.A., Bobo K.S., Gonder M.K. & Sinsin B., 2019. Chimpanzees (*Pan troglodytes ellioti* Matschie, 1914) in the forest transitions and mosaics ecosystems of the Mbam-Djerem National Park in Cameroon: Ecology and relations with local people. In : Kamgang S.A., Ph.D. Dissertation, University of Abomey-Calvi, Bénin : 24-39.
- Karsenty A., 2020. Géopolitique des forêts d'Afrique centrale. *Hérodote* 179 : 108-129.
- Karsenty A. & Ongolo S., 2012. Can “fragile states” decide to reduce their deforestation? The inappropriate use of the theory of incentives with respect to the REDD mechanism. *Forest Policy and Economics* 18 : 38-45.
- Kemeuze, V., P. Mapongmetsem, D. Sonwa, E. Fongnzossie, and B. Nkongmeneck. 2015. Plant diversity and carbon stock in sacred groves of semi-arid areas of Cameroon: case study of Mandara mountains. *International Journal of Environment* 4:308-318.
- Lavorel S., Lebreton J.-D. & Le Maho Y. (Eds.), 2017. Les mécanismes d'adaptation de la biodiversité aux changements climatiques et leurs limites. Rapport Académie des Sciences, Paris : 157p.
- Lewis S.L., Sonké B., Sunderland T. et al., 2013. Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests. *Phil. Trans. R. Soc. B* 368 : 20120295. http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0295
- Lewis S.L., Lopez-Gonzalez G., Sonke B. et al., 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature* 457 : 1003-1007.
- Liboum M., Guizol P., Awono A., Jungers Q., Pokem D.S.D. & Sonwa D.J., 2019. Flux financiers internationaux en faveur de la protection de la nature et de la gestion durable des forêts en Afrique centrale. *OFAC Brief* 3 : 8 p.
- Makarieva A.M. & Gorshkov V.G., 2010. The biotic pump: condensation, atmospheric dynamics and climate. *Int. J. Water* 5(4) : 365-385.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G. & Li B.-L., 2009. Precipitation on land versus distance from the ocean: Evidence for a forest pump of atmospheric moisture. *Ecological Complexity* 6 : 302-307.
- Maley J., Doumenge C., Giresse P., Mahé G., Philippon N., Hubau W., Lokonda M.O., Tshibamba J.M. & Chepstow-Lusty A., 2018. Late Holocene forest contraction and fragmentation in Central Africa. *Quaternary Research* 89: 43-59. doi.org/10.1017/qua.2017.97.
- Maley J. & Doumenge C., 2012. The transgressive behaviour of the African rain forests during the two last millennia. In : Conference of the French Academy of Sciences, The impact of a major environmental crisis on species, populations and communities: the fragmentation of African forests at the end of the Holocene, 1-2 march 2012, Paris. Abstracts : 44-45 (poster).
- Mansourian S., Belokurov A. & Stephenson P., 2009. Rôle des aires protégées forestières dans l'adaptation aux changements climatiques. *Unasylva* 60 : 63-69.
- Maron M., McAlpine C.A., Watson J.E.M., Maxwell S. & Barnard P., 2015. Climate-induced resource bottlenecks exacerbate species vulnerability: a review. *Diversity Distrib.* 21 : 731-743.
- Marquant B., Mosnier A., Bodin B., Dessard H., Feintrenie L., Molto Q., Gond V. & Bayol N., 2015. Importance des

- forêts d'Afrique centrale. In : De Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. & Doumenge C. (Eds.), Les forêts du bassin du Congo. Forêts et changements climatiques. Weyrich, Neufchâteau, Belgique : 17-35.
- Martens, P., 1999. How Will Climate Change Affect Human Health? The question poses a huge challenge to scientists. Yet the consequences of global warming of public health remain largely unexplored. *American scientist* 87 : 534-541.
- Martens W. , Jetten T.H. & Focks D.A., 1997. Sensitivity of malaria, schistosomiasis and dengue to global warming. *Climatic change* 35 : 145-156.
- Maxwell S.L., Cazalis V., Dudley N., Hoffmann M., Rodrigues A.S.L., Stolton S., Visconti P., Woodley S., Kingston N., Lewis E., Maron M., Strassburg B.B.N., Wenger A., Jonas H.D., Venter O. & Watson J.E.M., 2020. Area-based conservation in the twenty-first century. *Nature* 586 : 217-227.
- MINFOF. 2007. Plan d'aménagement du Parc National du Mbam et Djerem et sa zone périphérique. 2007-2011.
- Mitchard E. T. A., Saatchi S.S., Gerard F.F., Lewis S.L. & Meir P., 2009. Measuring Woody Encroachment along a Forest-Savanna Boundary in Central Africa. *Earth Interact.* 13(8) : 1-29.
- Molina R.D., Salazar J.F., Martínez J.A., Villegas J.C. & Arias P.A., 2019. Forest-induced exponential growth of precipitation along climatological wind streamlines over the Amazon. *J. Geophysical Research Atmospheres* 124 : 1-11.
- Ndiaye, A., and P. Ndiaye. 2013. Changement climatique, dégradation environnementale et quête d'utilisation des ressources naturelles: miracle ou mirage?
- Nelson A. & Chomitz K.M., 2011. Effectiveness of strict vs. multiple use protected areas in reducing tropical forest fires: a global analysis using matching methods. *PLoS ONE* 6(8) : e22722. doi:10.1371/journal.pone.0022722.
- Nepstad D., Schwartzman S., Bamberger B., Santilli M., Ray D., Schlesinger P., Lefebvre P., Alencar A., Prinz E., Fiske G. & Rolla A., 2006. Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by Parks and Indigenous Lands. *Conservation Biology* 20(1) : 65-73.
- Nogherotto R., Coppola E., Giorgi F. & Mariotti L., 2013. Impact of Congo Basin deforestation on the African monsoon. *Atmos. Sci. Let.* 14 : 45-51.
- Noumi, N., L. Zapfack, & P. Pelbara. 2018. Afforestation/Reforestation Based on Gmelina Arborea (Verbenaceae) in Tropical Africa: Floristic and Structural Analysis, Carbon Storage and Economic Value (Cameroon). *Sustainability in Environment* 3:161.
- Nyasimi M., Amwata D., Hove L., Kinyangi J. & Wamukoya G., 2015. L'agriculture intelligente face au climat. Quel impact pour l'Afrique? CTA, Wageningen, Pays-Bas : 42 p.
- OFAC, 2020. Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale. www.observatoire-comifac.net (accédé 01/12/2020)
- Onana J. & Devineau J.-L., 2002. *Afzelia africana* Smith ex Persoon dans le Nord-Cameroun. État actuel des peuplements et utilisation pastorale. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 55 : 39-45.
- Ongolo S. & Karsenty A., 2011. La lutte contre la déforestation en Afrique centrale : victime de l'oubli du politique? *Ecologie politique* : 71-80. Ouedraogo N., 2010. Vulnérabilité et pauvreté énergétique, changement climatique et développement socio-économique de l'Afrique sub-saharienne. Congrès Mondial de l'Énergie, Montréal, Canada, 12-16 septembre 2010 : 20 p.
- Pachauri R.K. & Reisinger A., 2008. Bilan 2007 des changements climatiques: Rapport de synthèse. GIEC.
- Pacifici M., Foden W.B., Visconti P., Watson J.E., Butchart S.H., Kovacs K.M., Scheffers B.R., Hole D.G., Martin T.G. & Akçakaya H.R., 2015. Assessing species vulnerability to climate change. *Nature climate change* 5 : 215-224.
- Pacoreau N., 2018. Influence de la variabilité climatique, de l'abondance de proies, de la densité-dépendance et de l'hétérogénéité individuelle chez des prédateurs supérieurs longévifs : de l'individu à la population. Thèse Doctorat, Université de la Rochelle, France : 244 p.
- Parmesan C., 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37 : 637-669.
- Parry M., Parry M.L., Canziani O., Palutikof J., Van der Linden P. & Hanson C., 2007. Climate change 2007 - Impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the fourth assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, U.-K.
- Patz J.A., McGeehin M.A., Bernard S.M., Ebi K.L., Epstein P.R., Grambsch A., Gubler D.J., Reither P., Romieu I. & Rose J.B., 2000. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the US National Assessment. *Environmental health perspectives* 108 : 367-376.
- Phillips O. L., Van Der Heijden G., Lewis S. L. et al., 2010. Drought-mortality relationships for tropical forests. *New Phytologist* 187 : 631-646.
- RCA, 2017. La restauration des paysages forestiers en République centrafricaine : contexte et opportunités. République centrafricaine, Bangui : 71 p.
- Reyniers C. , Karsenty A. & Vermeulen C., 2016. Les paysans sans terre et REDD+ en RDC : les logiques locales face aux interventions internationales. In : Marysse S. & Omasombo Tshomda (Eds.), Conjonctures congolaises 2015 : entre incertitudes politiques et transformation économique. Ed. L'Harmattan, Paris : 199-226.
- Ricard M., 2014. Vulnérabilité de la biodiversité des aires protégées du Québec aux changements climatiques. Université du Québec à Rimouski.

- Root T.L., Price J.T., Hall K.R., Schneider S.H., Rosenzweig C. & Pounds J.A., 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421 : 57-60.
- Rwanda, 2020. Updated Nationally Determined Contribution, May 2020. Republic of Rwanda, Kigali : 84 p.
- Saatchi S.S., Harris N.L., Brown S., Lefsky M., Mitchard E.T.A., Salas W., Zutta B.R., Buermann W., Lewis S.L., Hagen S., Petrova S., White L., Silman M. & Morel A., 2011. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *PNAS* 108(24) : 9899-9904.
- Salati E., Lovejoy T.E. & Vose P.B., 1983. Precipitation and Water Recycling in Tropical Rain Forests with Special Reference to the Amazon Basin. *The Environmentalist* 3(1) : 67-71.
- Schmitz O.J., Post E., Burns C.E. & Johnston K.M., 2003. Ecosystem responses to global climate change: moving beyond color mapping. *BioScience* 53 : 1199-1205.
- Shukla P.R., Skea J., Slade R., Van Diemen R., Haughey E., Malley J., Pathak M. & Portugal Pereira J. (Eds.), 2019. Technical summary. *In* : Shukla P.R., Skea J., Calvo Buendia E., *et al.* (Eds.), *Climate change and land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. IPCC, Geneva, Switzerland : 74 p.
- Slik J.W.F., Paoli G., McGuire K. *et al.*, 2013. Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics. *Global Ecol. Biogeogr.* 22 : 1261-1271.
- Solomon S., Manning M., Marquis M. & Qin D., 2007. *Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC*. Cambridge University Press, U.-K.
- Sonwa D.J., Guizol P., Itsoua Madzous G.L., Fobissié K. & Medjibé V., 2018. Contributions des pays d'Afrique centrale à la lutte contre le changement climatique. *OFAC Briefs* 2 : 4 p.
- Spracklen D.V., Arnold S.R. & Taylor C.M., 2012. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature* 489 : 282-390.
- Stolton S., Dudley N., Avcioğlu Çokçalışkan B., Hunter D., Ivanić K.-Z., Kanga E., Kettunen M., Kumagai Y., Maxted N., Senior J., Wong M., Keenleyside K., Mulrooney D., Waithaka J., 2015. Values and benefits of protected areas. *In* : Worboys G.L., Lockwood M., Kothari A., Feary S. & Pulsford I. (Eds.), *Protected area governance and management*. ANU Press, Canberra, Australia : 145-168.
- Sufo Kankeu R., Tsayem Demaze M., Krott M., Sonwa D.J. & Ongolo S., 2020. Governing knowledge transfer for deforestation monitoring: Insights from REDD+ projects in the Congo Basin region. *Forest Policy and Economics*. doi.org/10.1016/j.forpol.2019.102081
- Sutherst R.W., 2004. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. *Clinical microbiology reviews* 17 : 136-173.
- Sutherst R.W., 1993. Arthropods as disease vectors in a changing environment. *Environmental Change and Human Health. Ciba Foundation Sym* 175 : 124-145.
- Takoueu J.-M., 2019. Barrages : l'Afrique au défi de l'impact écologique des projets hydroélectrique. *Afrik21*. <https://www.afrik21.africa/barrages-lafrique-au-defi-de-limpact-ecologique-des-projets-hydroelectriques/> (accédé 07/11/2020)
- Tamoffo A.T., Moufouma-Okia W., Dosio A. *et al.*, 2019. Process-oriented assessment of RCA4 regional climate model projections over the Congo Basin under 1.5°C and 2°C global warming levels: Influence of regional moisture fluxes. *Climate Dynamics* 53 : 1911-1935.
- Thuiller W., Broennimann O., Hughes G., Alkemade J.R.M., Midgley G.F. & Corsi F., 2006. Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions. *Global Change Biology* 12 : 424-440.
- Tsilefac M., Hiol F., Mahé G., Laraque A., Sonwa D., Scholte P., Pokam W., Haensler A., Beyene T., Ludwig F., Mkankam F.K., Manetsa Djoufack V., Ndjatsana M. & Doumenge C., 2015. Climat de l'Afrique centrale : passé, présent et futur. *In* : De Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. & Doumenge C. (Eds.), *Les forêts du bassin du Congo. Forêts et changements climatiques*. Weyrich, Neufchâteau, Belgique : 37-52.
- Tutin C.E.G. & Fernandez M., 1993. Relationships between minimum temperature and fruit production in some tropical forest trees in Gabon. *J. Tropical Ecology* 9(2) : 241-248.
- Van de Perre F., Willig M.R., Presley S.J., *et al.*, 2018. Reconciling biodiversity and carbon stock conservation in an Afrotropical forest landscape. *Science Advances* 4 : eaar6603.
- Van Wilgen B.W., 2009. The evolution of fire management practices in savanna protected areas in South Africa. *South African Journal of Science* 105 : 343-349.
- Welbergen J.A., Klose S.M., Markus N. & Eby P., 2008. Climate change and the effects of temperature extremes on Australian flying-foxes. *Proceedings of the Royal Society B* 275 : 419-425.
- Williams S.E., Shoo L.P., Isaac J.L., Hoffmann A.A. & Langham G., 2008. Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PLoS Biology* 6(12) : 2621-2626.
- Willis K.J., Bennett K.D., Burrough S.L., Macias-Fauria M. & Tovar C., 2013. Determining the response of African biota to climate change: using the past to model the future. *Phil. Trans. R. Soc. B* 368 : 20120491. doi.org/10.1098/rstb.2012.0491
- Wilson M.E., 1995. Travel and the emergence of infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases* 1 : 39.

Young B., Byers E., Gravuer K., Hall K., Hammerson G. & Redder A., 2016. Guidelines for using the NatureServe climate change vulnerability index, Release 2.1. NatureServe, Arlington, USA : 65 p.

Youta Happi J., Bonvallot J., Hotyat M., Achoundong J.G., Dessay N., Guillet B., Peltre P., Schwartz D., Servant M. & Simoneaux V., 2003. Bilan de la dynamique du contact forêt-savane en quarante ans (1950-1990) : dans la région du confluent du Mbam et du Kim, Centre-Cameroun. In : Froment A. & Guffroy J. (Eds.), Actes du colloque Peuplements anciens et actuels des forêts tropicales, Orléans, France. IRD, Paris : 211-218.

Zakari S., Arouna O., Toko I.I., Yabi I. & Tente B.A.H., 2017. Impact des changements climatiques sur la distri-

bution de deux espèces ligneuses fourragères (*Khaya senegalensis* et *Azizelia africana*) dans le bassin versant de la Sota, Bénin. *Afrique Science* 13 : 1-14.

Zapfack L., Noiha Noumi V., Dziedjou Kwououssu P.J., Zemagho L. & Fomete Nembot T., 2013. Deforestation and carbon stocks in the surroundings of Lobéké National Park (Cameroon) in the Congo Basin. *Environment and Natural Resources Research* 3(2) : 78-86.

Zapfack, L., Noiha Noumi V. & Tabue M., 2016. Economic estimation of carbon storage and sequestration as ecosystem services of protected areas: a case study of Lobeke National Park. *Journal of Tropical Forest Science* : 406-415.

Références complémentaires

Arnell A.P., Belle E. & Burgess N.D., 2014. Évaluation de la connectivité des aires protégées en Afrique de l'Ouest. Rapport UNEP-WCMC, Cambridge, Royaume-Uni.

Baker D. J., Hartley A.J., Burgess N.D., Butchart S.H.M., Carr J.A., Smith R.J., Belle E. & Willis S.G., 2015. Assessing climate change impacts for vertebrate fauna across the West African protected area network using regionally appropriate climate projections. *Diversity Distrib.* 21 : 991-1003.

Baker, D. et Willis, S.G. 2016. Impacts prévus du changement climatique sur la biodiversité dans les aires protégées d'Afrique de l'ouest. Rapport UNEP-WCMC, Cambridge, Royaume-Uni.

Carr J., 2015. Recommandations pour le suivi des espèces pour le site pilote transfrontalier du Parc national de Sena Oura (Tchad) et du Parc national de Bouba-Ndjidda (Cameroun). Rapport UNEP-WCMC, Cambridge, Royaume-Uni.

FAO, 2011. La situation des forêts dans le bassin amazonien, le bassin du Congo et l'Asie du Sud-Est. Rapport du Sommet des trois bassins forestiers tropicaux Brazzaville, République du Congo, 31 mai-3 juin 2011. FAO, Rome, Italie : 80 p.

Foden W.B. & Young B.E. (Eds.), 2016. IUCN SSC Guidelines for assessing species' vulnerability to climate change. Version 1.0. Occasional paper of the IUCN Species Survival Commission 59. Cambridge, UK and Gland, Switzerland : x + 114 p.

Geldmann J., Barnes M., Coad L., Craigie I.D., Hockings M. & Burgess N.D., 2013. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological conservation* 161 : 230-238.

Gross J.E., Woodley S., Welling L.A. & Watson J.E.M. (Eds.), 2016. Adapting to Climate Change: guidance for protected area managers and planners. *Best Practice Protected Area Guidelines Series* 24, IUCN, Gland, Switzerland : xviii + 129 p.

Masumbuko B. & Somda J. (Eds.), 2014. Analyse des liens existant entre le changement climatique, les aires protégées, et les communautés en Afrique de l'Ouest. Rapport UNEP-WCMC, Cambridge, Royaume-Uni.

Misrachi M. & Belle E., 2016. Lignes directrices pour les gestionnaires des aires protégées dans le cadre du changement climatique. Perspectives issues du projet PARCC Afrique de l'Ouest a utiliser conjointement avec les lignes directrices de l'IUCN. Rapport UNEP-WCMC, Cambridge, Royaume-Uni : 34 p.

Schuette P., Namukonde N., Becker M.S., Watson F.G., Creel S., Chifunte C., Matandiko W., Millhouser P., Rosenblatt E. & Sanguinetti C., 2018. Boots on the ground: in defense of low-tech, inexpensive, and robust survey methods for Africa's under-funded protected areas. *Biodiversity and Conservation* 27 : 2173-2191.

Smith R., 2015. Analyse des carences et établissement de priorités géographiques pour la conservation en Afrique de l'Ouest. Rapport UNEP-WCMC, Cambridge, Royaume-Uni.

Willis S.G., Foden W., Baker D.J., Belle E., Burgess N.D., Carr J.A., Doswald N., Garcia R.A., Hartley A., Hof C., Newbold T., Rahbek C., Smith R.J., Visconti P., Young B.E. & Butchart S.H.M., 2015. Integrating climate change vulnerability assessments from species distribution models and trait-based approaches. *Biological Conservation* 190 : 167-178.