



République du Congo



**NOTE DE REFLEXION SUR LA DEFINITION, LA MESURE ET
LA CARTOGRAPHIE DU CARACTERE INTACT D'UN
PAYSAGE FORESTIER**

**CONTRIBUTION A LA PRISE EN COMPTE DES IFL DANS LA
GESTION DES CONCESSIONS FORESTIERES**

Date : 24 Novembre 2015



*Espace Fréjorgues Ouest
60, rue Henri Fabre
34130 MAUGUIO - Gd Montpellier - FRANCE
Tél.: +33(0)4 67 20 08 09
Email : frm@frm-france.com
www.frm-france.com*

RESUME

Le concept d' « *Intact Forest Landscape* » (PFI) (et expression) ont été développés au début des années 2000, par le World Resources Institute, avec la participation d'ONG dont Greenpeace, le Centre russe de conservation de la biodiversité, le Socio-Ecological Union, et Transparent World. Ce concept vient d'être reconnu par le FSC qui assimile les IFL à des HVC 2, ce qui requière, pour les gestionnaires forestiers du Bassin du Congo, de pouvoir les identifier, les cartographier et les prendre en compte dans la gestion de leurs forêts.

A l'heure actuelle, une cartographie des IFL, établie par WRI et al, à l'échelle mondiale, est l'unique référence, en l'absence d'autres critères régionaux/nationaux. Au vu des connaissances actuelles sur les écosystèmes forestiers du Bassin du Congo, il apparaît que les critères utilisés ne sont pas toujours pertinents/adaptés au contexte des forêts du Bassin du Congo. Notamment, ces critères ont été définis pour être identifiables par imagerie satellitale à très haute résolution. Or il s'avère que certaines activités, potentiellement impactantes pour l'intégrité de la forêt, ne sont pas détectables par imagerie satellitale (exemple en RDC, où d'intenses activités de chasse ces dernières décennies ont vidé une grande partie des espaces forestiers identifiés comme IFL de ses populations de ces grands mammifères).

Il faut pouvoir revenir à la définition première d'une forêt intacte et entamer une réflexion sur l'impact de l'exploitation forestière, telle qu'elle se pratique actuellement en Afrique Centrale, notamment dans les concessions certifiées, pour déterminer si cette activité est réellement un critère d'exclusion pour les IFL.

La question qui se pose alors est la suivante : « L'exploitation forestière industrielle préserve t'elle, ou non, les fonctions de l'écosystème forestier où se pratique cette exploitation? ». De nombreuses études ont montré que (i) l'exploitation sélective maintient une très large part du stock de carbone et que la reconstitution du stock est assurée sur la durée d'une rotation (25 à 30 ans), (ii) la perte de biodiversité liée à l'exploitation forestière est généralement réduite, (iii) des menaces de disparition existent sur certaines ressources forestières mais que ces menace viennent d'une sur-exploitation par les populations locales (exemple du Gnetum et du gibier chassé). L'exploitation forestière, par l'ouverture des routes qu'elle entraîne, provoque une fragmentation de l'espace qui se matérialise par une discontinuité de la canopée. Mais cette discontinuité en Afrique Centrale reste limitée dans l'espace (1 à 2% de la surface est impactée par le réseau de routes et pistes forestières et 6 à 7% au total par l'exploitation forestière) et pour une bonne partie dans le temps (quelques mois pour les zones d'extraction, à quelques années pour les routes fermées après passage de l'exploitation). D'autres études ont même démontré le rôle favorable du passage en exploitation sur le maintien des forêts d'Afrique Centrale : (i) influence des perturbations anthropiques sur la végétation, permettant notamment l'expansion des espèces héliophiles et la résilience de certaines forêts productives (Forêts à Celtis), (ii) effet positif de l'exploitation forestière sur la régénération naturelle (iii) sensibilité limitée à l'exploitation forestière pour certaines espèces animales emblématiques (éléphants, gorille).

Dans le Bassin du Congo, des données de terrain existent qui, analysées et/ou combinées, devraient permettre de proposer une évaluation de l'intégrité des forêts selon une grille d'indicateurs et une cartographie des forêts intactes. Il est aussi possible d'envisager de partir des IFL telles que proposées par WRI et al, et, au travers d'indicateurs d'intégrité de la forêt, discriminer leur présence. Au-delà d'une mesure globale, il s'agit bien d'une évaluation de l'intégrité de la forêt en lien avec des fonctions écosystémiques. Un paysage forestier peut apparaître intact au regard de la fonction de stockage de carbone, mais fortement dégradé au regard de certaines populations de grands mammifères ou, à l'inverse, un paysage de forêts claires à Marantacées, fortement dégradées peut préserver un stock de Carbone plus faible, mais présenter une densité élevée de gorilles et d'éléphants.

Les mesures en vigueur dans la gestion des concessions forestières certifiées FSC garantissent déjà largement le maintien de l'intégrité, à travers la mise en œuvre de techniques d'exploitation à impact



Note de réflexion sur la définition, la mesure et la cartographie du caractère intact d'un paysage forestier

Contribution à la prise en compte des IFL dans la gestion des concessions forestières



réduit et les règles d'aménagement fixées sur la durée de la rotation. Des études plus approfondies pourraient amener à prendre des mesures additionnelles, notamment pour limiter les fragmentations et leurs impacts (par exemple, éviter de créer des îlots forestiers encerclés par des routes, limiter les largeurs et les longueurs des routes,...).

Certaines mesures de suivi de l'intégrité d'une forêt existent déjà et sont aussi mises en œuvre dans les concessions forestières certifiées FSC du Bassin du Congo, notamment en terme de : suivi de la grande faune, suivi de l'impact de l'exploitation, suivi de la dynamique des peuplements post-exploitation). D'autres mesures de suivi additionnelles pourraient être envisagées, comme le suivi de la fermeture des pistes forestières après le passage de l'exploitation (régénération, fermeture de la canopée...).

1 CONTEXTE

Historique du concept IFL

Le concept d' « *Intact Forest Landscape* » (PFI) (et l'expression) ont été développés par le World Resources Institute, avec la participation d'ONG dont Greenpeace, le Centre russe de conservation de la biodiversité, le Socio-Ecological Union, et Transparent World. Il vise à aider à créer, mettre en œuvre et évaluer des politiques concernant l'impact anthropique (c'est-à-dire des activités humaines) sur les paysages forestiers, tant aux niveaux régionaux que biogéographiques.

Intégration dans les standards FSC

En 1999, le FSC intègre dans son référentiel le concept des Forêts à Hautes Valeurs de Conservation, dont la catégorie 2 est définie comme « de grandes superficies de forêt d'une importance mondiale, nationale ou régionale ».

En 2005, Le terme « forêts HVC » est remplacé par « aires HVC », élargissant ainsi la portée du concept pour inclure les écosystèmes non-forestiers aux forêts.

Les ateliers d'interprétation nationale organisés dans la Sous-Région ont mis en évidence que la HVC de type 2 était la plus difficile d'application. La reconnaissance des IFL comme HVC 2 fait l'objet de nombreux débats dans le Bassin du Congo, d'autant plus que le FSC ne s'est pas encore positionné sur la prise en compte, ou non, des IFL dans les HVC 2.

Motion 65

En 2014, la Motion 65 de l'Assemblée Générale du FSC impose la définition d'indicateurs à l'intérieur des normes nationales et des normes des organismes de certification (en l'absence de groupe d'élaboration des normes) visant à protéger la vaste majorité des PFI. Par cette Motion, le FSC reconnaît officiellement les IFL comme des HVC 2. L'indicateur par défaut exige la pleine protection d'une zone essentielle de chaque PFI au sein de la concession forestière certifiée FSC. Cette zone essentielle est définie par la Motion 65 comme une superficie comprenant au moins 80% du PFI à l'intérieur de la concession).

Cette prise de position du FSC concernant les IFL, et les impacts non négligeables dans la gestion future des concessions forestières certifiées FSC, implique, pour les parties prenantes, de s'entendre sur les critères d'identification des IFL, adaptés au Bassin du Congo, et sur la prise en compte des IFL dans la gestion forestière.

Cette note a pour objectif d'apporter des éléments de réflexion quant à la méthodologie actuelle de délimitation des IFL, telle que développée par WRI et al, et qui, en l'absence d'autres données, sert de référence.

2 DÉFINITIONS

2.1 LE CONCEPT DE FRONTIER FOREST PAR WRI

En 1997, WRI introduit le concept des « *Forêts Frontières* » comme étant :

"The world's remaining large intact natural forest ecosystems. These forests are -- on the whole -- relatively undisturbed and big enough to maintain all of their biodiversity, including viable populations of the wide-ranging species associated with each forest type. As defined in this assessment, a frontier forest must meet seven criteria :

1. It is primarily forested.

2. It is big enough to support viable populations of all indigenous species associated with that forest type -- measured by the forest's ability to support wide-ranging animal species (such as elephants, harpy eagles, or brown bears).

3. It is large enough to keep these species' populations viable even in the face of the natural disasters -- such as hurricanes, fires, and pest or disease outbreaks -- that might occur there in a century.

4. Its structure and composition are determined mainly by natural events, though limited human disturbance by traditional activities of the sort that have shaped forests for thousands of years -- such as low-density shifting cultivation -- is acceptable. As such, it remains relatively unmanaged by humans, and natural disturbances (such as fire) are permitted to shape much of the forest.

5. In forests where patches of trees of different ages would naturally occur, the landscape exhibits this type of heterogeneity.

6. It is dominated by indigenous tree species.

7. It is home to most, if not all, of the other plant and animal species that typically live in this type of forest."

Une première évaluation cartographique de ces « world's frontier forests » est publiée dans « The Last Frontier Forests ». Le concept de Frontier Forest repose sur des critères génériques pour évaluer l'intégrité d'une forêt (en gros, préservation des fonctions écologiques de la forêt : stabilité, biodiversité et résistance aux perturbations naturelles).

Dans cette publication, WRI fait aussi état des « *Threatened frontier forests* », des « *Low-threat potentially vulnerable frontier forests* », des « *non-frontier forests* » et des « *original forest* ». La définition de ces différents concepts est donnée ci-après :

Threatened frontier forests are forests where ongoing or planned human activities (such as logging, agricultural clearing, and mining) will eventually degrade the ecosystem (through, for example, declines in or local extinctions of plants and animals or large-scale changes in the forest's age and structure).

Low-threat potentially vulnerable frontier forests are those not now considered under enough pressure to degrade ecosystems. But because they are unprotected and contain valuable natural resources, or because human encroachment is likely, most of these forests are vulnerable to future degradation and destruction.

Non-frontier forests are dominated by secondary forests, plantations, degraded forest, and patches of primary forest that do not meet frontier's forest criteria (even though some might be restored as frontier forest). This category includes some of the world's most unique, valuable, and endangered forest types, including the biologically rich, highly fragmented forests of Madagascar and Central Europe's last stands of old-growth forest. Such forests are high priorities for conservation. Non-frontier forests are also important because they provide us with a wide range of economic goods and services.

Original forest is that estimated to have covered the planet about 8,000 years ago, before large-scale disturbance by modern society began.

2.2 LE CONCEPT D'IFL PAR WRI, GREENPEACE ET TRANSPARENT WORLD

Les éléments de définition d'un Paysage forestier intact s'appuient à la fois sur le concept d'intégrité écopaysagère et de « bon état écologique » (qui découle des « forêts frontières » de WRI) et sur des concepts fréquemment utilisés dans les pays anglosaxons de naturalité (« *Wilderness* »), « *High-Biodiversity Wilderness Areas* », « *Biodiversity Hotspots* » et « *High Conservation Value Forest* ».

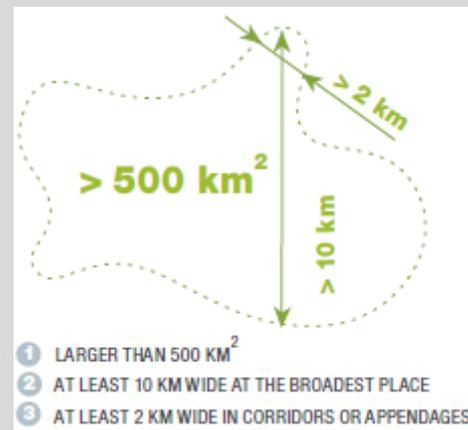
La définition complète du concept de PFI et de la méthode pour les identifier et des algorithmes utilisés ont été publiés pour la 1^{ère} fois en 2001 par Greenpeace-Russie, à travers la cartographie des IFL dans le Nord de la Russie par imagerie satellitale à haute résolution : « *By intact forest landscape we understand a seamless whole of natural ecosystems, undivided by elements of infrastructure, in which there are no visible signs of significant human activity* »

La définition des IFL, telle que présentée sur le Portail de *Intact Forest Landscape*, et qui est issue d'une publication réunissant WRI, Greenpeace et Transparent World (Potapov et al, 2008) est la suivante:



We define an **Intact Forest Landscape (IFL)** as an unbroken expanse of natural ecosystems within the zone of current forest extent, showing no signs of significant human activity and large enough that all native biodiversity, including viable populations of wide-ranging species, could be maintained. Although all IFL are within the forest zone, some may contain extensive naturally tree-less areas, including grasslands, wetlands, lakes, alpine areas, and ice. This definition builds on the definition of Frontier Forest that was developed by WRI ([Bryant et al., 1997](#)).

Technically, an **Intact Forest Landscape (IFL)** is defined as a territory within today's global extent of forest cover which contains forest and non-forest ecosystems minimally influenced by human economic activity, with an area of at least 500 km² (50,000 ha) and a minimal width of 10 km (measured as the diameter of a circle that is entirely inscribed within the boundaries of the territory).



Areas with evidence of certain types of human influence are considered disturbed and consequently not eligible for inclusion in an IFL:

- Settlements (including a buffer zone of 1 km);
- Infrastructure used for transportation between settlements or for industrial development of natural resources, including roads (except unpaved trails), railways, navigable waterways (including seashore), pipelines, and power transmission lines (including in all cases a buffer zone of 1 km on either side);
- Agriculture and timber production;
- Industrial activities during the last 30-70 years, such as logging, mining, oil and gas exploration and extraction, peat extraction, etc.

Areas with evidence of low-intensity and old disturbances are treated as subject to "background" influence and are eligible for inclusion in an IFL. Sources of background influence include local shifting cultivation activities, diffuse grazing by domestic animals, low-intensity selective logging, and hunting.

2.3 DÉFINITIONS GÉNÉRIQUES DE PAYSAGE ET D'INTÉGRITÉ

Cité par Noss en 1990, "**Landscape**" refers to "a mosaic of heterogeneous land forms, vegetation types, and land uses" (Urban et al. 1987). The spatial scale of a regional landscape might vary from the size of a national forest or park and its surroundings up to the size of a physiographic region or biogeographic province (say, from 10² km² to 10⁷ km²).

Popatov et al, qui ont mené la 1^{ère} étude sur les IFL, justifie le fait que l'approche se base sur les paysages plutôt que les écosystèmes de la manière suivante : « *The reason for mapping landscapes instead of individual ecosystems is that the boreal forest is a natural mosaic of integrated ecosystems, such as forests, wetlands, rivers, lakes, and tree-less areas. Separating these ecosystems would not only be difficult but also artificial* ».

En Afrique centrale, les écosystèmes aquatiques et les écosystèmes forestiers sont intimement liés et interagissent de manière intense, non seulement sur le plan de la faune et de la flore mais aussi au travers les activités économiques humaines (PFBC, 2006).

Au niveau du massif forestier du Bassin du Congo, **la compilation de données d'inventaire d'aménagement sur près de 6 millions d'hectares dans le complexe de la Sangha** (nord Congo, sud-ouest RCA et sud-est Cameroun, **ont permis d'établir 3 types de forêt** (Note aux décideurs établie par le projet CoForChange, 2014) :

- **Les forêts à Celtis.** Ces forêts ont été largement perturbées au cours des derniers millénaires : les traces d'activité humaine – cultures, activités métallurgiques – et de feu y sont nombreuses dans les sols.
- **Les forêts à Manilkara.** Ces forêts ont été peu perturbées au cours des derniers millénaires, elles contiennent peu d'espèces pionnières et sont probablement plus anciennes que les forêts à Celtis.
- **Les forêts à Gilbertiodendron.** Elles ont été peu perturbées dans le passé et contiennent peu d'espèces pionnières. Dans ces forêts, les fortes perturbations provoquent l'envahissement par des pionnières à courte durée de vie, créant des conditions défavorables au maintien de *G. dewevrei*. Des perturbations répétées ou trop intenses les conduiraient probablement vers des formations similaires aux forêts à Celtis.

L'intégrité écologique est définie par la stratégie régionale pour la biodiversité - Trame verte et bleue (adoptée par la France le 26 septembre 2013) de la manière suivante : *Un territoire est dit "intègre" s'il n'est pas écologiquement fragmenté, ou si sa connectivité écologique est suffisamment conservée pour que son écopotentialité ou ses fonctionnalités puissent s'exprimer et pour qu'il puisse continuer à fournir ses services écologiques.*

Au Canada, l'intégrité écologique est définie comme l'état d'un écosystème jugé caractéristique de la région naturelle dont il fait partie, plus précisément par la composition et l'abondance des espèces indigènes et des communautés biologiques ainsi que par le rythme des changements et le maintien des processus écologiques (*Commission sur l'intégrité des parcs nationaux du Canada, 2006*).

Si les milieux naturels d'un espace sont préservés, sans être fragmentés en empêchant la circulation des espèces qui l'occupent ou qui devraient naturellement l'occuper, on dit qu'il y a **intégrité écopaysagère**, situation généralement associée à un haut degré de naturalité.

L'intégrité d'un écosystème forestier telle que définie par le FSC est la suivante (extrait du glossaire de la version finale des indicateurs génériques internationaux FSC-STD-60-004 V1-0 EN) : « *Ecosystem function: an intrinsic ecosystem characteristic related to the set of conditions and processes whereby an ecosystem maintains its integrity (such as primary productivity, food chain, biogeochemical cycles). Ecosystem functions include such processes as decomposition, production, nutrient cycling, and fluxes of nutrients and energy. For FSC purposes, this definition includes ecological and evolutionary processes such as gene flow and disturbance regimes, regeneration cycles and ecological seral development (succession) stages* ».

Sur cette base, nous considérerons dans la suite de la note qu'une forêt intacte dans le Bassin du Congo est une forêt qui continue à assurer ses fonctions d'écosystème forestier :

- **Fonctions régulatrices** (conservation des valeurs écologiques et support aux activités économiques, au bien-être humain) : régulation du climat, régulation hydrique, protection contre l'érosion des sols, maintien de la biodiversité, séquestration de carbone/maintien de la biomasse forestière
- **Fonctions productives** (fourniture en ressources de base : matériaux de construction, bois énergie, bois d'œuvre, ressources alimentaires, produits médicinaux...)

3 COMPREHENSION DU CONCEPT D'IFL

3.1 CRITÈRES D'INCLUSION/D'EXCLUSION DÉVELOPPÉS PAR WRI, GREENPEACE, TRANSPARENT WORLD

L'introduction du concept d'IFL s'est accompagnée d'une réflexion, plus pragmatique, pour déterminer une méthodologie permettant la délimitation de ces espaces en utilisant les images satellites à haute résolution.

Dans le cadre de la première étude sur les IFL (Popatov et al, 2001), « *area was considered to be in an intact natural state if showing no signs of permanent settlements or communications, of industrial forest harvesting during the last 60 years, or mining, land clearing, and other essential human impacts. Traces of low-intensity human disturbance were accepted in the intact areas as "background disturbance". This includes hunting and early high-grading for timber far away from infrastructure.* » Popatov et al. introduisent aussi une superficie minimale d'analyse : « *This work is an attempt to identify and delineate intact areas of at least 50,000 hectares with a width no less than 10 kilometers* ».

Cette 1^{ère} étude a conduit à l'élaboration d'un jeu de critères, à l'échelle mondiale, intégrant des critères pour évaluer : (i) l'étendue géographique des zones impactées par les activités humaines et (ii) la fragmentation.

Encadré : Critères retenus pour l'identification des IFL (Popatov et al, 2008)

Criteria Developed Area

"Areas with evidence of the following types of human influence were eliminated: (1) settlements (a buffer of 1 km was applied); (2) infrastructure used for transportation between settlements or for industrial development of natural resources, including roads (except unpaved trails), railways, navigable waterways (including seashore), pipelines, and power transmission lines (a buffer of 1 km on each side was applied); (3) areas used for agriculture and timber production; and (4) areas affected by industrial activities during the last 30–70 years, such as logging, mining, oil and gas exploration and extraction, peat extraction, etc.

Criteria Fragmented Area

The following size criteria were used to delineate a patch of IFL: (1) larger than 500 km²; (2) at least 10 km wide at the broadest place (measured as the diameter of the largest circle that can be fitted inside the patch); and (3) at least 2 km wide in corridors or appendages to areas that meet the above criteria."

Notons que le concept d'IFL n'apparaît pas dans le nouveau référentiel FSC (FSC-Std-01-001 (V5-0) en), mais qu'une définition des Paysages Forestiers Intacts, découlant de celle fournie par WRI et al., vient d'être intégrée dans la version finale des indicateurs génériques internationaux du FSC (FSC-STD-60-004 V1-0 EN), suite à la Motion 65 approuvée en 2014 par l'assemblée générale du FSC : « *Territory within today's global extent of forest cover which contains forest and non-forest ecosystems minimally influenced by human economic activity, with an area of at least 500 km² (50,000 ha) and a minimal width of 10 km (measured as the diameter of a circle that is entirely inscribed within the boundaries of the territory)* ». C'est donc désormais cette définition qui sert de référence dans la réflexion à avoir sur l'identification des IFL.

Cette définition ne reprend pas les critères utilisés par Potapov et al pour discriminer les écosystèmes sur lesquels l'influence humaine est à considérer comme minimale. Les critères de cette discrimination doivent donc être précisés au cours de la réflexion relative à la mise en œuvre de la motion 65.

Dans la version finale des indicateurs génériques internationaux, les IFL sont assimilées à des HVC 2 : *"HVC 2 – Landscape-level ecosystems and mosaics. **Intact forest landscapes** and large landscape-level ecosystems and ecosystem mosaics that are significant at global, regional or national levels, and that contain viable populations of the great majority of the naturally occurring species in natural patterns of distribution and abundance."*

Le FSC y indique aussi des stratégies pour maintenir les HVC de type 2 (Principe 9, Annexe H) : *"Strategies that fully maintain the extent and intactness of the forest ecosystems and the viability of their biodiversity concentrations, including plant and animal indicator species, keystone species, and/or guilds associated with large intact natural forest ecosystems. Examples include protection zones and set-aside areas, with any commercial activity in areas that are not set-aside being limited to low-intensity operations that fully maintain forest structure, composition, regeneration, and disturbance patterns at all times. Where enhancement is identified as the objective, measures to restore and reconnect forest ecosystems, their intactness, and habitats that support natural biological diversity are in place."*

D'après les indicateurs génériques internationaux, les opérations à faible intensité sont permises dans ces HVC, sans pour autant clairement les définir.

3.2 ELEMENTS DE DISCUSSIONS

Les critères d'inclusion/d'exclusion tels que définis par WRI et al, sont donc adaptés à l'outil utilisé, qui est l'imagerie satellitale : *« These criteria were designed to be globally applicable and easily replicable, allowing for repeated assessments over time as well as verification by independent replication of assessments. »* (Popatov et al., 2008).

Les critères sont aussi les mêmes, quelque soit les pays et les continents, ce qui est aussi une limite reconnue par Popatov et al. : *« The use of a single set of criteria allowed us to produce a globally consistent map and derive estimates of the level of intactness. However, these criteria are not sensitive to regional variations in the understanding of "intactness" and "disturbance" ».*

Ce qui peut amener certaines discussions, à l'heure où de nombreuses données sont désormais disponibles dans le Bassin du Congo, à l'échelle des concessions forestières mais aussi de plus en plus à l'échelle régionale, notamment, grâce aux investigations menées dans le cadre de l'élaboration des plans d'aménagement.

Ces données montrent que le niveau d'intégrité n'est pas évalué de manière totalement satisfaisante par télédétection.

Ce constat est d'ailleurs partagé par Popatov qui reconnaît que l'interprétation d'images satellitales doit être complétée par *« additional locally relevant information »*.

L'objectif ici est de comprendre la justification des seuils/critères utilisés jusqu'à maintenant pour délimiter les IFL et entamer une réflexion sur leur adaptation au contexte des forêts denses du Bassin du Congo.

3.2.1 Critères de l'influence humaine

Argumentaire de Popatov et A. sur les 1 km de zone tampon autour des zones habitées et des infrastructures : « *The width of buffer zones, i.e., of human-impact zones along roads and settlements, was chosen by estimation of the extent to which human influence typically penetrates into the adjacent landscape. The use of a buffering approach also helps to remove areas more likely to be affected by intensive selective logging. Conservative buffers were chosen; many studies have shown that the influence of infrastructure exceeds 1 km for birds, predators, and ungulates (Gucinski et al. 2001).* »

Dans le contexte des forêts du bassin du Congo, où les populations rurales sont intimement liées aux écosystèmes forestiers, les études socio-économiques et les travaux de cartographie participative ont montré que certains usages (chasse, cueillette) peuvent être pratiqués sur des distances pouvant atteindre près de 10 km à 30 km ou plus du lieu d'habitation (Vermeulen, 2009; Pierre J-M, FRM, IFO, 2004; Auzel P., IFO, 2008), avec l'implantation de campements temporaires en forêt. Ce genre d'activités n'est pas détectable par imagerie satellitale même de très haute résolution (possibilité technique envisageable par drone avec radar embarqué, c'est-à-dire des technologies de surveillance militaire).

Il apparaît ainsi qu'une grande partie des espaces forestiers identifiés comme IFL en RDC est en réalité vidée de ses populations de grands mammifères du fait d'activités de chasse intense durant ses dernières décennies (Maisels F. et al. 2013, FRMi, WWF & SODEFOR 2014), activités que la méthode d'identification employée n'a pas permis de détecter. A l'inverse, certaines forêts du nord Congo non classés comme IFL par WRI et al renferme des populations exceptionnelles de gorilles, attestant de l'intégrité préservée de l'habitat de ce grand singe. La superposition des cartes des IFL de WRI et al et de cartes d'indicateurs de biodiversité confirme que l'approche adoptée par les auteurs n'est pas pertinente sur l'Afrique Centrale (IIASA – COMIFAC – UNEP - WCMC en préparation).

Argumentaire de Popatov et al. sur les perturbations non-éligibles : agriculture, exploitation forestière et activités industrielles (mines, gaz, exploitation forestière) durant les 30 - 70 dernières années : « **Only recent and intensive development activities were considered significant. Evidence of low-intensity and old disturbances, such as shifting cultivation in ancient times, forest grazing, low-intensity selective logging, and hunting, was treated as "background" influence and not eliminated.** »

"Ancient forms of human economic activity and land uses such as hunting, clearing of meadows in the vicinity of small rivers, and shifting cultivation, existed and were fairly widely spread over the boreal region of European Russia since the end of the last glaciation. Because these disturbances have a longer history than the current landscapes, we view these activities, as well as the fires directly associated with them, not as anthropogenic disturbances but rather as anthropogenic factors that have formed the ecosystems."

"Modern development activities are of such form and intensity as to create major disturbances in centuries-old equilibrium and destruction of the natural taiga landscape."

Il est intéressant de noter que le FSC, dans sa définition des IFL, reprise de celle de WRI et al., n'a pas repris ces critères « d'influence » par les activités économiques, laissant la possibilité de développer des critères différents.

Dans le contexte du Bassin du Congo, des études paléoécologiques et archéologiques ont démontré que les populations humaines ont de longue date investi les forêts humides d'Afrique Centrale. Les résultats montrent que les activités humaines sont réparties en deux périodes : l'âge du Fer ancien entre 2300 et 1300 BP et l'âge du Fer récent entre 670 BP et l'actuel. Les perturbations les plus récentes peuvent, quant à elles, être mises en relation avec la végétation actuelle, en particulier les arbres émergents héliophiles qui dominent la composition floristique et qui sont des recrus post-cultureux (Morin-Rivat et al, 2013).

Au vu des arguments développés ci-dessous, dans le contexte des forêts du Bassin du Congo, il faut donc pouvoir déterminer les activités humaines qui créent ou sont susceptibles de créer des perturbations majeures dans l'équilibre séculaire de ces forêts, voire de les détruire.

3.2.2 Critères de fragmentation

Argumentaire de Popatov et al sur les critères de fragmentation : « *Our choice of threshold value was informed by a combination of ecological and practical criteria. We considered existing knowledge of the minimum area required to sustain viable populations of large forest mammals (Rudis and Tansey 1995, Rodriguez and Delibes 2003). Such areas are likely to be capable of maintaining most natural values and functions of the remaining self-sustaining forest landscape, including natural disturbance processes at different scales (wildfires, storm damages, insect outbreaks, etc.); natural spatial patterns of ecosystems and habitats; viable populations of plants and animals, including wide-ranging predators and prey; and resistance to influences from adjoining disturbed or fragmented areas (Wilcox and Murphy 1985, Turner 1996, Ferraz et al. 2003).* »

L'argumentaire développé par Popatov et al. concernant **la superficie minimale à considérer** est le suivant : « *Such spaces are capable of maintaining most natural values and functions of a self-sustaining boreal landscape, including the following :*

- *Small-scale (the falling down or death of individual trees) and large-scale (fire, insect infestations, extreme weather conditions) random disturbances ;*
- *Self-maintaining populations of plant and animal species especially sensitive to human disturbance ;*
- *Intact catchment basins around rivers, bogs and streams ;*
- *Spatial patterns of ecosystems and habitats ;*
- *Rare or extremely sensitive ecosystems, that disappear in fragmented landscapes as a result of permanent human influence."*

Les critères utilisés par Popatov et al. pour déterminer les zones fragmentées soulèvent quelques interrogations quant à leur pertinence dans le contexte des forêts du Bassin du Congo, notamment en ce qui concerne le territoire/le domaine vital pour la grande faune présente dans ces forêts.

La surface minimale pour assurer la viabilité des grands mammifères forestiers a été déterminée au regard de publications portant sur les Ours bruns et le Lynx ibérique. Sur les grands mammifères présents dans les forêts du Bassin du Congo, plusieurs études se sont intéressées au domaine vital de l'éléphant, avec des résultats pouvant aller de 10 à plus de 800 km². Pour les grands singes, comme le gorille de plaine, la taille du domaine est estimée entre 15-20 km² (Gauthier-Hion, 2009). Les chimpanzés ont des territoires structurés, ce qui limite leur capacité à quitter un endroit en réponse à une perturbation active. Ils utilisent intensément les noyaux de leurs territoires et les défendent de manière agressive contre d'autres groupes. Les noyaux ne dépassent généralement pas 5 km² et se trouvent habituellement au centre d'un territoire de 7 à 26 km² (Morgan et al, 2009).

Il est important également d'identifier les activités humaines générant une véritable fragmentation des habitats de ces espèces, c'est-à-dire les empêchant de circuler d'un ensemble forestier à un autre. Ainsi, la plupart des grands mammifères traversent les routes elles-mêmes, notamment les routes forestières, et ainsi la continuité de leur habitat est assuré sur des superficies dépassant largement les dimensions des domaines vitaux évoqués ci-dessus. En revanche, la déforestation survenant le long de certains axes a potentiellement une incidence plus forte sur la mobilité de certains animaux. Par ailleurs, certaines « infrastructures » considérées par Potapov et al dans leurs travaux de cartographie ont une incidence limitée dans le temps. Les routes d'exploitation en Afrique Centrale sont fermées à la circulation sur une grande partie de la durée de rotation d'aménagement de la concession et la continuité du couvert forestier peut y être rétablie en quelques années (Kleinschroth et al., 2015).

Le fait de ne pas avoir considéré les dimensions des infrastructures, leur impact sur les écosystèmes et l'évolution dans le temps de cet impact est une faiblesse majeure de l'approche de Potapov et al.

Il est en revanche certain que la stabilisation des populations humaines et de leurs activités agricoles le long d'axes routiers constitue une évolution majeure des dernières décennies, dont les incidences sur les écosystèmes forestiers sont encore imparfaitement connues.

4 REFLEXION SUR L'INTERPRÉTATION DU CONCEPT D'IFL

Un certain nombre de questions apparaissent, au regard des critères d'identification décrits précédemment :

- Comment évaluer l'impact des perturbations en forêt sur ses fonctions écosystémiques?
- Quel est l'impact de la fragmentation sur la continuité des écosystèmes?

Il faut aussi garder à l'esprit que les forêts actuelles sont loin d'être à l'équilibre, leur composition spécifique évolue. Ce constat peut être mis en évidence au travers des analyses sur la dynamique des essences. L'analyse pour l'Ayous dans une concession forestière au Nord Congo fait apparaître que cette espèce est manifestement en phase de disparition naturelle dans la concession, même si elle n'était plus prélevée. Ce constat se confirme à l'échelle de la sous-région (DOUCET et al 2008), mais aussi pour d'autres essences, comme le Sapelli (FRMi, IFO 2005).

D'autre part, l'impact des activités humaines, en dehors de l'agriculture et des activités industrielles, n'est pas pris en compte par l'interprétation du concept d'IFL. Pour autant, les populations de la grande faune, notamment l'éléphant (Maisels, 2013), sont en déclin du fait d'une très forte pression du braconnage pour l'ivoire. Aucune corrélation ne peut être établie entre ce déclin et la localisation des IFL selon WRI et al, ce déclin étant le plus fortement prononcé en RDC, dont les espaces forestiers sont largement classés en IFL.

Dans la suite de la note, nous ferons référence, concernant les analyses portant sur les espèces fauniques, essentiellement à la grande faune, en partant de notre compréhension de la définition des Forêts frontalières. En effet, WRI et al cite parmi les « *wide-ranging species* » : les éléphants, l'aigle forestier d'Amérique latine et l'ours brun.

4.1 IMPACT DE L'EXPLOITATION SUR LES SERVICES ECO-SYSTEMIQUES DES FORÊTS DU BASSIN DU CONGO

L'approche adoptée par WRI et al considère que les forêts ayant fait l'objet d'une exploitation industrielle sont de facto exclues des IFL. La méthodologie de cartographie employée tient compte de ce choix, en classant comme IFL toute superficie située à moins d'un kilomètre d'une route, quelque qu'elle soit. Il nous semble important de revenir à notre compréhension de ce qu'est un IFL, explicitée auparavant, selon laquelle un IFL est un forêt continuant à assurer ses fonctions écosystémiques. La question qui se pose alors est la suivante : l'exploitation forestière telle qu'elle est pratiquée par les sociétés industrielles (et en particulier celles certifiées FSC) en Afrique Centrale préserve-t-elle les fonctions des forêts? Nous nous posons cette question pour les principales fonctions écosystémiques identifiées précédemment.

Séquestration de carbone/ Maintien de la biomasse forestière

La biomasse épigée d'une forêt exploitée retrouve son niveau initial après une vingtaine d'années (Nasi et al, 2008; Rutishauser et al, 2015). Une étude portant sur 59 forêts, pour la plupart non certifiées, dans 10 pays des 3 bassins (Afrique, Asie, Amazonie) a démontré que l'impact de l'exploitation restait relativement faible (76% du stock de carbone est maintenu après le passage en 1ère exploitation) et assure une bonne reconstitution de la biomasse sur la durée d'une rotation (25-30 ans) (Putz et al, 2012). Dans les forêts d'Afrique Centrale exploitées de façon sélective, la réduction du stock de carbone causée au moment de l'exploitation est probablement même moindre. Il

est néanmoins conseillé de ne pas dépasser le seuil de 4 arbres exploités par hectare dans des forêts mûres à Celtis (Gourlet-Fleury et al, 2013). Au-delà de ce seuil, la forêt ne récupère pas sa biomasse en l'espace d'une rotation. Par ailleurs, l'envahissement par les espèces pionnières à courte durée de vie peut la fragiliser en cas de sécheresse marquée.

La figure suivante met en évidence que l'exploitation sélective maintient une très large part du stock de carbone et que la reconstitution est assurée sur 20 ans. A l'opposé, les plantations d'huile de palme et l'agriculture itinérante représentent une perte de près de 70 à 90% du stock de carbone de la forêt.

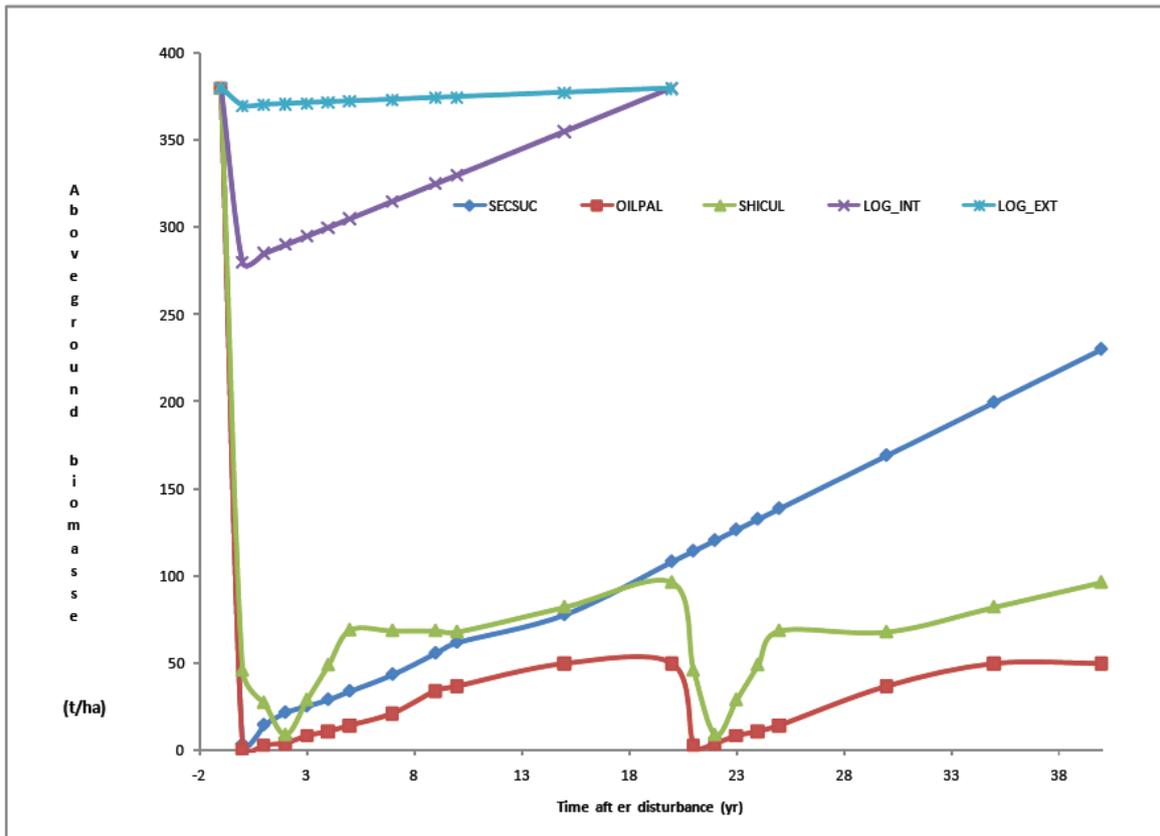


Figure 1 : Temporal evolution in aboveground living biomass of different land use systems: SECSUC (Secondary succession; OILPAL: Oil palm plantation; SHICUL: Shifting Cultivation; LOG_INT: intensive Logging; LOG_EXT: extensive logging (De Wasseige et al, 2009)

Le maintien de la biomasse forestière et du couvert forestier garantit celui des fonctions de régulation du régime hydrique, de protection des sols et du climat régional et global.

Maintien de la biodiversité

La perte de biodiversité liée à l'exploitation forestière telle que pratiquée dans le Bassin du Congo (coupe sélective) est généralement réduite : l'étude mentionnée précédemment regroupant des forêts dans 10 pays des 3 bassins indique que 85 à 100% des espèces de mammifères, oiseaux, invertébrés et plantes seraient maintenus après le passage de l'exploitation (Putz et al. 2012). Dans les forêts d'Afrique Centrales exploitées, et plus particulièrement les forêts certifiées FSC, la perte de biodiversité est probablement moindre.

Fourniture en bois d'œuvre

La possibilité (capacité de production de la forêt), après le passage en 1^{ère} exploitation, chuterait de 46% après le passage en 1^{ère} exploitation mais se maintiendrait à un niveau globalement équivalent pour les rotations suivantes (Pultz et al., 2012). Les législations des pays d'Afrique imposent à chaque gestionnaire de réaliser une évaluation de la reconstitution du stock de bois d'œuvre et à respecter un seuil minimal de reconstitution. Sur une concession du Nord Congo, il a été démontré que 63 à 77%

du stock initial du nombre d'arbres serait reconstitué pour les essences actuellement exploitées. La valorisation de nouvelles essences devra permettre de combler la réduction du potentiel exploitable.

Fournitures de ressources pour les populations locales

Certaines espèces prélevées par l'exploitation peuvent aussi être très appréciées par les populations. Les entreprises certifiées FSC intègrent cette situation en adaptant leur méthode de gestion : (i) identification des espèces concurrentielles, (ii) définition concertée des modes de gestion – pouvant aller jusqu'à une interdiction d'exploitation, (iii) préservation des tiges d'avenir...

Certaines études ont montré que les prélèvements par les populations elles-mêmes mettaient potentiellement en péril certaines ressources, sur-exploitées. C'est le cas notamment du Gnetum (*G. africanum* et *G. buchholzianum*) et de la chasse pour la viande de brousse ou le braconnage. En raison de la collecte intensive de cette ressource forestière spontanée et de certaines pratiques culturelles qui en réduisent l'habitat, les espèces du genre Gnetum sont menacées de disparition en Afrique (Shango Mutambwe, 2010). Certaines espèces de la faune, d'abord les plus grands mammifères, ont disparu d'une grande partie de la forêt en Afrique Centrale, ce qui conduit au « syndrome de la forêt vide », sans les populations naturelles de la faune, qui ont souvent un rôle écologique crucial, par exemple pour la dispersion des graines (FRM, Inventaires d'aménagement en Afrique Centrale).

L'impact sur ces services éco-systémiques peut encore être réduit par des pratiques de gestion forestière comme l'application de techniques d'exploitation à impact réduit (EFIR) ou certains traitements sylvicoles qui sont généralement déjà appliqués par les entreprises certifiées FSC (§ 6).

4.2 FRAGMENTATION ET CONTINUITÉ DU COUVERT FORESTIER

Greenpeace, 2011 : « Une forêt continue présente en effet une composition et des processus écologiques très différents de ceux d'un patchwork de forêts morcelées ».

« Le couvert forestier continu des paysages de forêts intactes favorise la migration des espèces, facilitant ainsi leur adaptation aux changements climatique ».

« Les espèces à habitat étendu sont particulièrement vulnérables à la fragmentation des forêts continues, non parce qu'elle provoquerait leur isolement génétique, mais plutôt parce qu'elle limite leur aire de déplacement à la recherche de nourriture ».

Il a été montré que la densité de la population, en modifiant la structure du paysage, favorise le processus de fragmentation de la forêt et cela se fait via les activités humaines. Au morcellement des îlots forestiers existants succède la réduction de la surface des îlots forestiers jusqu'à leur disparition progressive (Bamba, 2006).

La fragmentation du massif forestier peut alors occasionner la perte d'espèces du fait que des populations sont scindées en sous-populations non viables. De plus, elle accentue les effets de lisière et augmente la vulnérabilité.

L'exploitation forestière, par l'ouverture des routes qu'elle entraîne, provoque une fragmentation de l'espace qui se matérialise par une discontinuité de la canopée. Mais l'impact de la réduction de superficie et de la fragmentation est toutefois très variable et difficilement prévisible. Des exemples d'Afrique orientale (Rwanda, Ouganda) suggèrent qu'à eux seuls ces deux processus doivent atteindre une dimension importante avant d'avoir des effets mesurables (PFBC, 2006).

L'impact des routes, pistes forestières et pistes de débardage sur le peuplement résiduel reste néanmoins limité puisqu'il ne concerne en général que 6 à 7% de la surface exploitée (*suivi interne entreprises certifiées*). Un suivi dans une concession forestière au Nord Congo sur presque 10 ans a trouvé un impact de l'exploitation sur 6% de l'assiette annuelle de coupe, dont 1.6% des routes. Une extrapolation sur une période de 60 ans estime que seulement 10.5% de la forêt productive sera affectée par l'exploitation (soit presque 90% de la forêt productive et 93% de la concession totale sera maintenue « intacte »).

En outre, la discontinuité de la canopée engendrée par les routes forestières reste limitée dans l'espace et pour une bonne partie du réseau dans le temps. Les mesures de largeur de routes réalisées par la société IFO en 2014 concluent que la largeur moyenne des routes primaires ouvertes est de 23.8 m, celle de routes secondaires de 21.5 m. Par rapport à 2009, les largeurs moyennes des routes ont diminué de 26% pour les routes principales et de 13% pour les routes secondaires.

Une étude menée dans une concession forestière du Nord Congo a permis de mettre en évidence que des perturbations légères de la canopée après passage d'une exploitation sélective peuvent être atténuées en quelques mois (Verhegghen, 2015) et que les routes surtout restent visibles pour plus de temps. Une autre étude couvrant le bassin versant de la Sanagha conclue aussi que : *« open secondary logging roads mostly persisted for less than four years. This indicates that spontaneous revegetation follows road abandonment without major delays. Revegetating roads persisted in that state more than four times as long as open roads but they are assumed to have already recovered some of their capacity to deliver ecosystem services and to be on a trajectory towards full forest recovery.»* *“Our analyses show a very dynamic secondary logging road network that appears only for a relatively short time. It is therefore difficult to use logging roads in the Congo Basin as static indicators of forest degradation and fragmentation.”* (Kleinschroth et al, 2015)

Sur le terrain on constate d'une part que la végétation s'installe très rapidement sur les bandes d'ensoleillement latérales, et après quelques années sur la bande de roulement, cette recolonisation varie en fonction du compactage de la bande de roulement et de son revêtement ou non par de la latérite. D'autre part la canopée se referme rapidement également, rétablissant la continuité de l'écosystème. Cependant, certaines routes sont pratiquées et ouvertes de façon permanente.

En outre, le mode de planification du réseau routier d'exploitation, qui innerve le massif forestier, isole rarement totalement des blocs forestiers les uns des autres.

Par ailleurs, certaines forêts, notamment les forêts à marantacées, présentent avant exploitation une forte discontinuité dans la canopée, ce qui a par exemple un impact négatif sur la densité des petits singes (Brugière D., et al, 2003).

Enfin, certaines sociétés forestières maintiennent des ponts de canopée le long des routes, qui garantissent une continuité de cette canopée.

Ces différents constats mettent en évidence que certains espaces, inclus dans les zones vouées à l'exploitation (Assiette Annuelle de Coupe) peuvent préserver la continuité de l'écosystème, même après le passage en coupe dans l'AAC.

4.3 BÉNÉFICES D'UNE EXPLOITATION FORESTIÈRE SÉLECTIVE SUR L'INTÉGRITÉ DES FORÊTS

On sait désormais qu'une exploitation forestière sélective respectant un taux de prélèvement des arbres faible et un intervalle entre les repasses qui tiennent compte de la durée de développement des espèces végétales et de leur taux de régénération, peuvent permettre de maintenir l'essentiel de la faune tout en assurant le devenir de la forêt et des richesses qu'elle peut fournir (Gauthier-Hion et al, 2009).

Plusieurs études ont mis en évidence qu'une perturbation par l'exploitation peut être, dans certaines conditions, favorable au maintien des forêts :

- L'exploitation forestière aurait un impact positif sur le maintien de la composition floristique de certaines forêts du Bassin du Congo
- L'exploitation forestière telle que pratiquée par les entreprises certifiées FSC permettrait de maintenir des fonctions de certaines forêts
- La perturbation est favorable au maintien des espèces héliophiles ou semi-héliophiles fortement présentes

L'étendue et la continuité des forêts d'Afrique centrale sont historiquement exceptionnelles. Ces forêts ont été modelées par une succession continue de transgressions et de régression du massif forestier, combinée avec les changements engendrés par l'homme. Les récentes études montrent que les perturbations anthropiques ont eu une influence sur la végétation, permettant notamment l'expansion des espèces héliophiles.

D'après des travaux menés en Centrafrique « *Disturbance did not significantly affect the local heterogeneity in species distribution. These results suggest that the semi-deciduous moist forests of CAR are locally resilient to small-scale disturbances associated with silvicultural operations. This may be a consequence of the past anthropogenic and/or climatic disturbances, which have been stronger and more long-lasting than elsewhere within the tropical forest biome, and would have removed the most vulnerable species* » (Gourlet-Fleury et al., 2013).

Les résultats du Projet CoForChange ont mis en évidence que chaque type de forêt identifié dans le Bassin du Congo possédait des caractéristiques qui lui confèrent une résilience différente aux perturbations anthropiques et climatiques. **Les forêts productives à *Celtis***, développées sur les sols les plus riches, **sont résilientes aux perturbations anthropiques** : elles sont bien adaptées à la production de bois (vocation de production). À l'inverse, les forêts peu productives à Manilkara, comme les forêts à Gilbertiodendron, sont peu résilientes aux perturbations anthropiques : exploiter sans précaution les premières, qui se développent sur les sols les plus pauvres, leur ferait courir le risque d'une dégradation irréversible dans un contexte de changement climatique ; exploiter sans précaution les deuxièmes fera régresser l'espèce dominante (vocation de production extensive, associée à des mesures de protection). Cependant, le niveau de prélèvement acceptable dans ces forêts et leur mode de gestion restent à préciser.

Différentes études sur l'impact de l'exploitation forestière sur la régénération naturelle ont montré l'effet positif du passage en exploitation : « *Medium sized openings resulting from felling gaps and skid trails favour the natural regeneration of most of the economic timber tree species, many of which are non-pioneer light demanders, compared to other gaps (Hawthorne, 2011)* ». Ce qui a été aussi confirmé par une étude menée au Ghana après le passage d'une exploitation sélective : « *At least for the first seven years after logging, skid trails seem beneficial because of the superior densities of recruits, though felling gaps exceed skid trails in the number exceeding 5 m in height.* » (Gyamfi et al, 2013).

S'il reste cependant à ce jour impossible de savoir si l'exploitation forestière garantit un renouvellement de chaque essence suffisant pour maintenir à l'identique la taille des populations sur le long terme, il faut considérer que cette taille n'est pas constante (cf. avant) et que, du fait du mode de gestion en futaie irrégulière, la majorité des individus restent préservés.

Certaines espèces animales emblématiques ont une sensibilité limitée à l'exploitation forestière. C'est le cas des éléphants qui seraient plus nombreux dans une forêt exploitée il y a 10/15 ans, ou des gorilles qui profitent de la croissance rapide des plantes herbacées dans les forêts secondaires (ATIBT, 2014, Morgan et al, 2007).

Il est important de souligner le rôle des exploitants forestiers dans la conservation des ressources naturelles, notamment à travers les mesures de lutte anti-braconnage. Les exploitants viennent ainsi pallier le déficit de moyens et de capacités des administrations forestières, avec qui elles collaborent sur ces actions de lutte anti-braconnage.

Ces constats mettent en évidence que l'exploitation forestière, telle que pratiquée dans le Bassin du Congo, et plus particulièrement celle mise en œuvre par les entreprises forestières certifiées FSC, n'est pas synonyme de pertes des fonctions forestières. Au contraire, elle peut, sous certaines conditions, contribuer à maintenir l'intégrité de la forêt.

5 REFLEXION SUR LA MESURE DE L'INTEGRITE D'UNE FORÊT ET LA CARTOGRAPHIE DES FORÊTS INTACTES

Dans le Bassin du Congo, des données de terrain existent qui, analysées et/ou combinées, devraient permettre de proposer une évaluation de l'intégrité des forêts selon une grille d'indicateurs et une cartographie des forêts intactes. Il est aussi possible d'envisager de partir des IFL telles que proposées par WRI et al, et, au travers d'indicateurs d'intégrité de la forêt, discriminer leur présence.

Certains indicateurs pour mesurer l'intégrité d'une forêt et permettre leur cartographie sont proposés ci-après.

Au-delà d'une mesure globale, il s'agit bien d'une évaluation de l'intégrité de la forêt en lien avec des fonctions écosystémiques. Un paysage forestier peut apparaître intact au regard de la fonction de stockage de carbone, mais fortement dégradé au regard de certaines populations de grands mammifères.

Certaines questions seront à trancher. Une pondération des différents indicateurs devra être établie pour aboutir à une évaluation globale de l'intégrité.

Se pose aussi la question de la discrimination géographique prise en compte pour isoler des IFL (dimensions, distance entre blocs d'IFL qui doit encore être discutée dans le contexte du Bassin du Congo, en tenant compte de l'analyse faite auparavant de la méthode employée par WRI et al.

5.1 INDICATEURS DES PERTURBATIONS PASSEES

Parmi les indicateurs de perturbations passées, on devrait pouvoir valoriser :

- La cartographie des indices de perturbations anthropiques anciennes des forêts établie au Nord du Bassin du Congo (Morin-Rivat et al, 2014).
- Les données d'inventaire d'aménagement compilées sur près de 20 millions d'hectare pour établir une cartographie régionale puis au niveau de l'UFA de la répartition d'espèces d'arbres indicatrices de perturbations passées.

La question qui se pose ici est de savoir si ces indicateurs sont discriminants ou pas dans l'évaluation de l'intégrité de la forêt.

5.2 INDICATEURS DU MAINTIEN DES FONCTIONS ECOSYSTÉMIQUES DE LA FORÊT

Maintien de la biomasse forestière : au travers la valorisation des données d'inventaire d'aménagement, cartographier la répartition de la biomasse forestière et déterminer des valeurs seuils au travers des zones de référence.

Maintien de la biodiversité : au travers des données disponibles, sur les différents groupes végétaux et animaux, notamment sur la grande faune (données d'inventaire d'aménagement, études sur l'évolution des populations d'éléphants et de grands singes par WCS et UICN), établir les aires qui abriteraient des populations viables selon un modèle naturel de distribution et d'abondance pour la grande faune.

Ces indicateurs sont évolutifs et un suivi dans le temps permettrait d'évaluer le maintien, ou non, de l'intégrité des forêts.

5.1 INDICATEURS DE FRAGMENTATION

Le tracé des routes forestières constitue un indicateur de fragmentation. Par télédétection, les anciennes pistes sont visibles même après plusieurs années. Le couvert forestier se referme, le plus souvent avec le *Musanga cecropioides*. Une étude récente a même permis de différencier les

catégories de pistes ouvertes (routes principales « administratives », routes forestières principales et les routes forestières secondaires) qui se différencient par leur fréquence d'utilisation. Les routes secondaires sont habituellement fermées après passage de l'exploitation. Une analyse multi-date d'images satellites permet alors d'étudier les processus de re-végétalisation naturelle post-exploitation. Compte-tenu du caractère très dynamique du réseau routier forestier secondaire, qui disparaît au bout d'un laps de temps relativement court, il est difficile d'utiliser les pistes forestières dans le Bassin du Congo comme des indicateurs statiques de dégradation forestière et de fragmentation (Fritz et al, 2015).

La valorisation des images hautes résolutions pourraient aussi permettre de quantifier la fragmentation. La caractérisation peut se faire par le nombre d'îlots (taches), l'aire totale, la dimension fractale (indice considéré comme une mesure du degré d'anthropisation des taches dans une classe de paysage, déterminé par la relation qui existe entre le périmètre et l'aire de l'ensemble des taches de la classe) et la dominance de la plus grande tache (proportion d'aire occupée dans l'aire totale par la plus grande tache). Plus la valeur de la dominance est grande, moins la classe est fragmentée (Bamba, 2010).

6 PREMIERES REFLEXIONS SUR LA PRISE EN COMPTE DES FORÊTS INTACTES DANS LA GESTION FORESTIERE

Les mesures en vigueur dans la gestion des concessions forestières certifiées FSC garantissent déjà largement le maintien de l'intégrité, à travers la mise en œuvre de techniques d'exploitation à impact réduit et les règles d'aménagement fixées sur la durée de la rotation.

Le chapitre 4.1 a déjà abordé la question de l'impact de l'exploitation sur les services écosystémiques.

Par ailleurs, les plans d'aménagement fixent :

- les règles d'exploitation forestière pour assurer la pérennité économique et écologique de la forêt (DMA, éventuellement limitation de prélèvement, essences rares interdites d'exploitation, appui à la régénération naturelle...)
- les mesures de protection de la faune (surveillance du massif, fermeture permanente des pistes, appui à la lutte anti-braconnage...)
- les mesures de protection des écosystèmes (mise en conservation/protection de certaines zones...).

Les techniques d'exploitation à impact réduit visent à planifier et mettre en œuvre un certain nombre de mesures limitant les dégâts dus au passage de l'exploitation : optimisation du tracé des routes et pistes de débardage, restriction de la superficie déforestée par le réseau routier (en fixant une largeur maximale par type de routes), abattage contrôlé.

Des études plus approfondies pourraient amener à prendre des mesures additionnelles, notamment pour limiter les fragmentations et leurs impacts :

- Éviter de créer des îlots forestiers encerclés par des routes,
- Limiter les largeurs et les longueurs,
- Éventuellement, mettre en place des ponts de canopée.

Des mesures opérationnelles pour réduire les impacts de l'exploitation forestière sur la faune relevant de l'EFIR sont aussi proposées (ATIBT, 2014) :

Respecter les habitats particuliers : Les zones remarquables de par la présence d'habitats uniques et connues pour abriter une faune spécifique tout comme celles présentant des indices d'abondance élevés devraient être intégrées dans les séries de conservation ou tout au moins soustraites à l'exploitation forestière. Le maintien de la connexion entre ces zones soustraites à l'exploitation est fondamental. Ainsi, l'aménagiste veillera à cela au sein même de la concession mais aussi prendra en compte le zonage des éventuelles concessions forestières jouxtant celle à aménager ainsi que les aires protégées et leurs zones tampon.

Planifier les routes :

- prévoir les routes loin des aires protégées ;
- réduire autant que possible la largeur des routes ;
- construire les routes dans des habitats spécifiques (forêt à canopée ouverte si possible) ;
- minimiser les routes secondaires ;
- ré-utiliser au maximum les anciennes routes

Adapter l'exploitation :

- Identifier les arbres importants pour les grands mammifères ;
- Exploiter vers l'intérieur des assiettes annuelles de coupe, à partir des frontières ou des barrières.

Concernant la planification des routes, il est préconisé d'éviter l'ouverture de nouvelles routes dans des sols avec des substrats géologiques appauvris en nutriment (sols sableux, par exemple), où la re-végétalisation de ces pistes pourrait être jusqu'à 25% plus lente que sur des zones à substrat riche (Fritz et al., 2015).

Plus spécifiquement, dans les zones connues pour abriter des populations importantes de grands singes, les lignes directrices de l'UICN pour de meilleures pratiques en matière de réduction de l'impact de l'exploitation forestière commerciale sur les grands singes en Afrique centrale préconisent :

- D'inclure des relevés systématiques de tous les endroits et les zones d'importance écologique et sociale pour les populations locales de grands singes afin de minimiser la perturbation pendant les opérations d'exploitation.
- De réduire la longueur totale du réseau routier pour limiter la perturbation globale de la forêt ainsi que les chemins d'accès potentiels pour les chasseurs illégaux.
- Mettre en œuvre les pratiques d'abattage et de débardage de manière à avoir un impact sur les espèces importantes mais limités sur les plantes qui constituent une source de nourriture pour les grands singes.
- Fermer et/ou surveiller les routes ouvertes par l'exploitation forestière pour diminuer les opportunités de chasse illégale ainsi que les coûts requis pour un contrôle efficace.

7 PREMIERES REFLEXIONS SUR LES MESURES DE SUIVI DE L'INTÉGRITÉ D'UNE FORÊT

Certaines mesures de suivi de l'intégrité d'une forêt existent déjà et sont aussi mises en œuvre dans les concessions forestières certifiées FSC du Bassin du Congo, notamment en terme de :

- suivi de la grande faune (exemple du PROGEPP - Programme de Gestion des Ecosystèmes Périphériques au Parc Nouabalé-Ndoki au Nord-Congo qui entreprend le suivi écologique dans des clairières incluses dans des concessions forestières afin de fournir une information ponctuelle sur les indices d'abondance des grands mammifères et la présence des activités humaines illégales),
- suivi de l'impact de l'exploitation (prélèvements, surface impactée, dégâts d'abattage sur le peuplement résiduel...),
- suivi de la dynamique des peuplements post-exploitation (Dispositifs installés et suivis par les concessionnaires, Projet Dynaffor, en association avec des compagnies forestières implantées dans le Bassin du Congo) pour étudier les effets de l'exploitation.

D'autres mesures de suivi additionnelles pourraient être envisagées, comme le suivi de la fermeture des pistes forestières après le passage de l'exploitation (régénération, fermeture de la canopée).

Bibliographie

Brugière D., Bougras S. & Guatier-Hion A., 2003, Dynamique des forêts à Marantaceae du Parc National d'Odzala : une menace pour la biodiversité ?, Canopée, Bulletin sur l'environnement en Afrique Centrale, No. 25, décembre 2003, ECOFAC.)

Bryant D., Nielsen D., Tangley L., 1999. The Las Frontier Forests : Ecosystems and economies on the edge. WRI. Forest Frontier Initiative. 57 p

De Wasseige C., Devers D., de Marcken P., Eba'a Atyi R., Nasi R. and Mayaux Ph., 2009. The Forests of the Congo Basin - State of the Forest 2008, European Union

Gond, V., Fayolle, A., Penneç, A., Cornu, G., Mayaux, P., Camberlin, P., Doumenge, C., Fauvet, N., and Gourlet-Fleury, S. (2013). Vegetation structure and greenness in Central Africa from Modis multi-temporal data. Phil. Trans. R. Soc. B 368 .

Gourlet-Fleury S., Mortier F., Fayolle A., Baya F., Ouédraogo D., Bénédet F., Picard N., 2013. Tropical forest recovery from logging: a 24 year silvicultural experiment from Central Africa. The Royal Society. Volume 368, Issue 1625.

Gourlet-Fleury, S., Beina, D., Fayolle, A., Ouédraogo, D., Mortier, F., Bénédet, F., Closset-Kopp, D., and Decocq, G. (2013). Silvicultural disturbance has little impact on tree species diversity in a Central African moist forest. *Forest Ecology and Management* 304, 322–332

Kleinschroth F., Gourlet-Fleury S., Sist P., Mortier F., Healey J., 2015. Legacy of logging roads in the Congo Basin: How persistent are the scars in forest cover? *Ecosphere* 6:4, art64

Maisels F, Strindberg S, Blake S, Wittemyer G, Hart J, et al., 2013. Devastating Decline of Forest Elephants in Central Africa. *PLoS ONE* 8(3): e59469. doi:10.1371/journal.pone.0059469

Maisels, F., Strindberg, S., Rayden, T., Kiminou, F., Madzoke, B., Mangonga, P., Ndzai, C. 2014. étude de l'impact humain sur la faune sauvage dans les paysages forestier de Ngombé Ntougou-Pikounda, République du Congo. Fév-Oct 2014 , République du Congo. WCS.

Mazzei de Freitas L., 2010. Durabilité écologique et économique de l'exploitation forestière pour la production de bois d'oeuvre et pour le stockage du carbone en Amazonie. *Silviculture, forestry. AgroParisTech*

Morgan, D. et Sanz, C. 2007. Lignes directrices pour de meilleures pratiques en matière de réduction de l'impact de l'exploitation forestière commerciale sur les grands singes en Afrique centrale. Gland, Suisse: Groupe de spécialistes des primates de la CSE de l'Union mondiale pour la nature. 40 pp.

Nasi R., Mayaux P., Devers D., Bayol N., Eba'a Atyi R., Mugnier A., Cassagne B., Billand A., Sonwa D. 2008. Un aperçu des stocks de carbone et leurs variations dans les forêts du bassin du Congo. In *État des Forêts 2008*. P 199-216.

Noss, 1990. Indicators for monitoring biodiversity : a hierarchical approach. Conservation Biology. Volume 4, n°4, pp. 355-364

Potapov, P., A. Yaroshenko, S. Turubanova, M. Dubinin, L. Laestadius, C. Thies, D. Aksenov, A. Egorov, Y. Yesipova, I. Glushkov, M. Karpachevskiy, A. Kostikova, A. Manisha, E. Tsybikova, and I. Zhuravleva. 2008. Mapping the world's intact forest landscapes by remote sensing. Ecology and Society 13(2): 51.

Putz F., Zuidema P., Synnott T., Peña-Claros M., Pinard M., Sheil D., Vanclay J., Sist P., Gourlet-Fleury S., Griscom B., Palmer J., Zagt R., 2012. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. Conservation Letters, 5(4), pp.296-303.

Shango Mutambwe, 2010. Revue nationale sur les PFNL. Cas de la RDC. CIFOR. FORENET. 89 p

Thies C., Rosoman G., Cotter J., Frignet J. 2011. Les Paysages de Forêts Intactes. Pourquoi il est essentiel de préserver ces forêts de toute exploitation industrielle. Etude de cas : le Bassin du Congo. Greenpeace. 16 p

Vermeulen C. Schippers C., Julve C., Ntouné M., Bracke C., Doucet JL., 2009. Enjeux méthodologiques autour des produits forestiers non ligneux dans le cadre de la certification en Afrique Centrale. Bois et Forêts des Tropiques, n°300. Pp. 69-78

Yaroshenko A., Potapov P., Turubanova S. 2001. The Last Intact Forest Landscapes of northern European Russia. Greenpeace Russia and Global Forest Watch. 75 p

Sites internet consultés:

<http://www.coforchange.eu/fr>

<http://www.intactforests.org/>