



ALLIANCE | VIRUNGA
RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

ÉTUDE DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DU COULOIR VERT DU FLEUVE CONGO EN RDC

Analyse sur les énergies renouvelables,
l'agriculture et la transformation agro-industrielle,
les transports et la finance carbone



TABLE DES MATIÈRES

Résumé	4
Introduction	12
Énergies renouvelables	18
L'Agriculture et Transformation agro-industrielle	40
Transport	68
Financement carbone	80
Remerciements	126
Annexe	128

RÉSUMÉ

Le Couloir Vert Kivu-Kinshasa est une initiative ambitieuse visant à favoriser le développement économique durable, la conservation de la biodiversité, la consolidation de la paix et l'action climatique sur plus de 500 000 km² en République démocratique du Congo (RDC). S'étendant des Kivus à Kinshasa, il englobe 285 000 km² de forêts tropicales humides et 60 000 km² d'écosystèmes de tourbières. Elle bénéficie directement à environ 31,5 millions d'habitants qui vivent dans son périmètre, dont 80 % dans 6 villes clés : Kinshasa, Kisangani, Goma, Butembo, Beni et Mbandaka. Cette étude vise à fournir une analyse de haut niveau du potentiel de développement économique du Couloir Vert dans quatre secteurs clés :

> NATURE

> DÉVELOPPEMENT

> STABILITÉ



L'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



L'AGRICULTURE ET LA TRANSFORMATION AGRO-INDUSTRIELLE,



LE TRANSPORT PROPRE



FINANCE CARBONE

L'étude vise également à décrire ce que le potentiel de développement économique signifierait en termes financiers, s'il était adopté et exécuté selon une approche de "marché privé". Les résultats fournis dans cette étude sont exploratoires et nécessiteraient, chacun, une analyse approfondie à un stade ultérieur.



Centrale hydroélectrique de Mathebe, Est de la RDC.
© Virunga Foundation

Énergies renouvelables

Il y a 129 localités dans le Couloir Vert, avec une population de plus de 5 000 habitants. Ces localités représentent environ 25,5 millions d'habitants, dont 80 % sont concentrés dans 6 villes.

L'électrification de ces 129 localités repose sur une double stratégie

1. Priorité à l'hydroélectricité au fil de l'eau dans les 6 villes clés de Kinshasa, Kisangani, Goma, Butembo, Beni Mbandadue en raison de son coût compétitif à une échelle un peu plus grande.
2. Des systèmes photovoltaïques en mini-réseau avec stockage par batterie pour les 117 autres localités (NB : 6 localités sont déjà électrifiées par Virunga Energies SAU) en raison de leur flexibilité, de leurs coûts fixes moindres et de leur facilité d'entretien.

L'amélioration de l'accès à l'électricité dans les six villes clés, sur la base des chiffres internes ou de la littérature établie (par exemple, la Banque mondiale), donnerait les résultats suivants :

1. 14,1 millions d'habitants ont accès à l'électricité
2. 675 millions de dollars investis dans la remise en état ou le développement de nouveaux actifs de production, de transport et de distribution
3. 1,5 milliard de dollars de recettes annuelles ; 228 millions de dollars si l'on exclut Kinshasa du champ de l'étude
4. 748 millions de dollars de bénéfices annuels ; 31 millions de dollars (hors Kinshasa).

Les grandes villes sont confrontées à des défis particuliers : Kinshasa à elle seule a besoin de 450 millions de dollars pour rénover son réseau basse-tension. Kisangani aurait besoin de 80 à 100 millions de dollars pour réhabiliter sa centrale hydroélectrique et son réseau. Goma aurait besoin de 20 à 40 millions de dollars pour étendre le réseau et atteindre plus de clients, tandis que Beni et Butembo auraient besoin d'environ 65 à 80 millions de dollars pour améliorer l'accès à l'électricité grâce aux actifs hydroélectriques existants. Mbandaka aurait besoin de 40 à 60 millions de dollars pour construire des actifs de production et un réseau à partir de zéro.

L'électrification totale des 117 petites villes et villages, soit 3,1 millions d'habitants, nécessitera un investissement estimé à 551 millions de dollars, pour l'installation d'une capacité solaire de 112 MWp et d'une batterie de stockage de 451 MWh. Cependant, la rentabilité d'une telle entreprise reste très incertaine, la ville et le village moyens réalisant un bénéfice annuel escompté de 85 000 \$ et -24 000 \$ respectivement.



La ville de Goma la nuit,
à l'est de la RDC
Image source: Google

L'électrification totale des 117 petites villes et villages, soit 3,1 millions d'habitants, nécessitera un investissement estimé à 551 millions de dollars, pour l'installation d'une capacité solaire de 112 MWp et d'une batterie de stockage de 451 MWh. Cependant, la rentabilité d'une telle entreprise reste très incertaine, la ville et le village moyens réalisant un bénéfice annuel escompté de 85 000 \$ et -24 000 \$ respectivement.

L'électrification du Couloir Vert apportera des co-bénéfices supplémentaires en déployant des solutions climatiques innovantes à grande échelle : e-cooking et e-mobilité.

- Cuisson électrique : potentiel de 2 à 4 millions de tonnes de CO2 évitées chaque année en convertissant jusqu'à 2 millions de ménages à la cuisson électrique. Cela représente une augmentation de la demande d'énergie de 365 GWh par an, tout en économisant 20 à 40 % des dépenses des ménages pour la cuisson.
- e-mobilité : potentiel de 0,3 à 0,4 million de tonnes de CO2 évitées chaque année en convertissant jusqu'à 119 000 motos à l'électricité. Cela représente une hausse de la demande de 152 GWh par an, tout en augmentant le revenu net des chauffeurs de taxi de 40 %.

Il est conclu que l'électrification du Couloir Vert a un énorme potentiel, à la fois en termes d'impact social et de retours financiers. Cependant, la rentabilité du plan d'électrification dans le Couloir Vert dépend fortement de Kinshasa et des 5 autres villes clés.

Agriculture

L'agriculture présente un potentiel important, avec **environ 3 millions d'hectares actuellement cultivés dans le Couloir**, produisant **environ 13 millions de tonnes par an de produits agricoles**. Les principales cultures dans le Couloir sont : le manioc (principalement dans l'ouest), le cacao, l'huile de palme, le café, la banane, le riz et le maïs.

Virunga propose de tirer parti de la diversité des cultures dans le Couloir pour lancer une transformation agro-industrielle à grande échelle axée sur trois éléments clés :

1. **Des pôles industriels décentralisés**, principalement dans l'est de la RDC, comprenant un centre de fermentation du cacao, une presse à huile de palme et entre 10 et 40 éco-gardes. Ces centres sont censés s'autofinancer grâce aux revenus de la presse à huile de palme et du centre de fermentation du cacao, tout en offrant aux communautés locales une protection contre les groupes armés et en assurant la protection des forêts.
2. **Des zones économiques spéciales** qui bénéficieraient d'un statut fiscal attractif, offrant tous les services nécessaires aux industriels (énergie propre, eau, accès routier, ...) et attirant d'autres entreprises privées/investisseurs.
3. **Des installations de transformation des cultures clés**, situées dans les zones économiques spéciales et axées sur la transformation des cultures récoltées localement en produits à valeur ajoutée (principalement la farine). Chaque zone dispose d'une ou plusieurs usines de transformation axées sur une culture spécifique, en fonction des particularités de la zone.

Investir dans la transformation agro-industrielle au sein du Couloir Vert selon cette stratégie représenterait les éléments suivants.

1. **Dix-neuf (19) pôles industriels** déployés principalement le long du tronçon routier Beni - Kisangani pour un investissement total de 37,8 millions de dollars. Les plateformes pourront traiter 78 615 tonnes par an, tout en générant des revenus de 48,9 millions de dollars par an et des bénéfices de 1,4 million de dollars par an au total.
2. **Six zones économiques spéciales** développées ou étendues autour des six villes clés du Couloir. 80 hectares de terrain seraient aménagés pour un investissement total de 34,2 à 48,8 millions de dollars et un EBITDA de 2,7 millions de dollars par an.
3. **Des installations de traitement de cultures clés** pour le maïs, le riz, le manioc, la banane, l'huile de palme, le cacao et le café, capables de traiter 634 000 tonnes pour un investissement total de 159,6 millions de dollars (y compris l'investissement dans la structuration des chaînes de valeur agricoles clés) et un excédent brut d'exploitation (EBE) de 70,5 millions de dollars.

Transport

Les infrastructures de transport sont essentielles mais sous-développées, comprenant des routes clés (notamment les RN2 et RN4) et la navigation fluviale le long du fleuve Congo. D'importants investissements de réhabilitation sont nécessaires, comme le montrent les projets de la Banque mondiale et de la Chine sur la RN2, mais la mise en œuvre reste partielle et incohérente. Presque toutes les routes peuvent être considérées comme gravement dégradées. Le transport fluvial, essentiel pour la connectivité interne, est également confronté à de graves contraintes d'infrastructure. La remise en état de ces infrastructures nécessiterait un engagement important de la part du gouvernement et la mobilisation d'un financement extérieur.

Le transport a été considéré, dans le cadre de cette étude, comme un moyen d'exporter les produits transformés vers les principaux marchés et représenterait une opportunité d'environ 301 millions de dollars.

L'exportation de tous les produits vers Kinshasa représenterait

- 36 365 conteneurs de 40 pieds.
- 51 bateaux sont nécessaires pour transporter les produits tout au long de l'année, avec une capacité de transport de 1250 tonnes chacun.

La mise en place de la flotte de barges nécessaire aurait les implications financières suivantes :

1. **CAPEX requis** : 304 millions de dollars investis dans de nouvelles barges (sans compter le coût des conteneurs de 40 pieds)
2. **Recettes potentielles** : 119 millions de dollars par an (à l'exclusion du transport routier et des sources de revenus supplémentaires telles que la manutention des conteneurs, le dédouanement, etc.)
3. **EBITDA** : ~35 millions de dollars par an

Finance carbone

La déforestation et la dégradation des forêts dans le Couloir Vert, principalement dues aux besoins en bois de chauffage et à l'agriculture de subsistance, sont déjà considérables, estimées entre 2 500 et 4 000 km² par an. Cela représente des émissions annuelles typiques de 30 à 50 millions de tonnes de CO2. Seulement 70 % des forêts de la RDC sont considérées comme intactes, contre 78 % il y a quelques années.

Dans ce contexte, la finance carbone présente une opportunité et un impératif clairs, étroitement liés à la préservation des forêts et des tourbières dans le Couloir. Avec 285 000 km² de forêts tropicales humides et plus de 60 000 km² de tourbières, le Couloir Vert est stratégiquement positionné pour tirer parti des marchés mondiaux du carbone, en tant qu'outil de financement de son développement économique et de son plan de conservation.

On estime que le Couloir Vert contient **40 à 42 gigatonnes de CO₂**, réparties comme suit :

1. 19 – 21 GtCO₂ dans 285 000 km² de forêts tropicales humides
2. 22 GtCO₂ dans 60 000 km² de tourbières

Cependant, la déforestation et la dégradation des forêts dans le bassin entraînent d'importantes émissions de CO₂, une tendance que le Couloir vise à réduire et à stopper au fil du temps. Sur la base de la perte actuelle de forêts et du taux d'émissions associé, nous estimons que le potentiel de financement du carbone au sein du Couloir est le suivant :

- Les émissions moyennes dues à la perte et à la dégradation des forêts étant de **30 à 50 millions de tCO₂/an**, en visant une réduction de 50 % de ces émissions, le Couloir Vert pourrait éviter de manière crédible **jusqu'à 25 millions de tCO₂/an**.
- Sur une période de cinq ans, cela équivaut à **125 millions de tonnes d'émissions de CO₂ évitées**, avec une émission potentielle de **80 à 100 millions de crédits juridiques** après prise en compte de l'incertitude, des fuites et des tampons de permanence.
- À un prix moyen du carbone de **10 à 15 dollars la tonne**, cela pourrait représenter **entre 800 millions et 1,5 milliard de dollars de recettes potentielles provenant de la vente des crédits**, s'ils sont mis en œuvre avec une grande intégrité environnementale et sociale, conformément à des normes telles que ART-TREES.
- Un tel revenu pourrait représenter un **mécanisme de financement significatif et durable pour i) les activités de conservation** au sein du Couloir, **ii) le budget d'investissement** pour les activités de **développement durable** au sein des communautés locales du Couloir **et iii) le budget du gouvernement pour les activités de développement durable à l'échelle du pays**. Permettre la préservation des zones forestières du Couloir à perpétuité et permettre une véritable économie verte en RDC.

Pour mettre en œuvre avec succès un programme de cette envergure, des éléments clés doivent être réunis :

Conception et objectifs du programme :

- **Établissement de la base des émissions** de la zone juridictionnelle (nous avons fourni une estimation à ce sujet dans la section précédente).
- **Projection des tendances "Business-As-Usual" (BAU)** pour 2024-2030 ; le niveau de référence des émissions devrait être spatialisé et projeté vers l'avant afin de soutenir la modélisation dynamique des scénarios.
- Développement d'un ensemble d'**actions et d'initiatives visant à réduire la perte de forêts dans le cadre du BAU** (couvrant les politiques et les initiatives sur le terrain), et estimation de la réduction attendue de la perte de forêts (et donc des émissions).

Opérationnaliser et mettre en œuvre le programme :

- Identification et mandatement des fonctions juridiques et administratives clés : identification de l'entité responsable de l'ensemble du programme, mise en place d'organes de gouvernance locale avec représentation de l'IPLC au niveau provincial et identification des agences de mise en œuvre.
- Le développement d'une **plateforme MRV** dynamique - clé pour l'éligibilité d'ART-TREES ;
- Délimitation **des mécanismes de partage des bénéfices, d'imbrication et de réclamation**.



ÉNERGIES RENOUVELABLE

L'électrification du corridor vert permettra de toucher 17,2 millions de personnes, pour un investissement d'environ 1,2 milliard de dollars.



AGRICULTURE ET TRANSFORMATION AGRO-INDUSTRIELLE

L'agriculture présente un potentiel important, avec environ 3 millions d'hectares actuellement cultivés dans le corridor, produisant environ 13 millions de tonnes par an de produits agricoles.



TRANSPORTS PROPRES

Le transport, comme moyen d'exportation des produits transformés vers les principaux marchés, représenterait une opportunité d'environ 301 millions de dollars.



FINANCEMENT CARBONE

Avec 40 à 42 gigatonnes de CO₂ stockées dans le Corridor vert, le financement du carbone pourrait rapporter entre 0,8 et 1,5 milliard de dollars pour la conservation.

INTRODUCTION





Gorille des montagnes,
Parc national des Virunga, RDC.
© Blue Nomads

Introduction et objectifs du document

Le **Couloir Vert Kivu-Kinshasa** est une zone protégée unique en son genre, gérée par les communautés, qui s'étend sur plus de **500 000 km²**, soit une superficie équivalente à celle de la France, et qui relie les régions orientale et occidentale de la République démocratique du Congo (RDC), depuis les Kivus jusqu'à Kinshasa. Cette zone protégée bénéficiera à plus de **31,5 millions de personnes vivant dans ses limites** et englobe environ **285 000 km² de forêts primaires** et **60 000 km² de tourbières**, soit **67 % de l'ensemble des tourbières de la RDC**.



Fig 1 : Le Couloir Vert en République démocratique du Congo

Les principaux objectifs du Couloir Vert sont les suivants :

- **Le développement économique durable** passe principalement par les énergies renouvelables, l'agriculture écologique et la transformation industrielle, les transports verts et la finance carbone.
- **La conservation de la biodiversité**, en assurant la connectivité écologique pour protéger des espèces emblématiques telles que les bonobos, les gorilles de montagne et les okapis.
- **Consolidation de la paix**, en offrant aux communautés congolaises les moyens de vivre en paix, en particulier dans l'est de la RDC, déchiré par la guerre.



COULOIR VERT DU FLEUVE CONGO

L'objectif premier de cette étude est d'élaborer une feuille de route de haut niveau pour les projets de développement économique au sein du Couloir Vert, structurée stratégiquement autour de quatre secteurs clés : les énergies renouvelables, l'agriculture, les transports et le financement carbone. Cette feuille de route a pour but de présenter des initiatives réalisables et à fort impact qui s'appuient sur des pratiques durables pour stimuler la croissance économique régionale et la protection de l'environnement. En outre, l'étude évaluera les besoins financiers et les flux de revenus potentiels associés à ces projets, fournissant ainsi des informations utiles sur les stratégies de financement et la viabilité économique afin d'attirer les investissements et d'assurer la durabilité à long terme. Tous les résultats présentés dans cette étude sont de haut niveau et orientés. Chaque projet devra faire l'objet d'une analyse approfondie s'il passe au stade du développement.



ÉNERGIES RENOUVELABLES

Progrès dans la création d'un accès à l'électricité dans les régions rurales autour de Goma, en RDC.

© Brent Stirton/Getty Images



Progrès dans la création d'un accès à l'électricité dans les régions rurales autour de Goma, en RDC.

© Brent Stirton/Getty Images

Énergies renouvelables

La présente section sur les énergies renouvelables s'appuie sur l'étude fondamentale menée par la Banque mondiale en 2020¹ et la développe. Bien que nous fournissions une estimation grossière de l'opportunité, basée sur des données et une modélisation solide, pour toutes les principales agglomérations le long du fleuve Congo, il est important de noter que chaque ville nécessitera une étude de faisabilité spécifique au moment du développement du projet afin d'optimiser l'accès à l'électricité et les coûts associés.

Données utilisées

L'étude s'est concentrée sur le centre urbain², défini dans l'*annexe 4*, de 129 villages et villes situés à l'intérieur du Couloir Vert, représentant une population totale de 25 millions d'habitants. La population médiane des centres urbains est de 26 214 habitants par village/ville³, les 6 villes suivantes représentant ~80% de la population totale contenue dans les centres urbains à travers le Couloir Vert :

1. KINSHASA 15.50 mn inhabitants	2. KISANGANI 1.30 mn inhabitants	3. GOMA 1.05 mn inhabitants
4. BUTEMBO 0.95 mn inhabitants	5. BENI 0.75 mn inhabitants	6. MBANDAKA 0.55 mn inhabitants

Pour élaborer une stratégie d'électrification, l'étude se concentre sur les agglomérations de plus de 5 000 habitants.

¹ Banque mondiale. 2020. Améliorer l'accès à l'électricité en République démocratique du Congo. Opportunités et défis. Washington, DC : Banque mondiale.

² La notion de centre urbain a été introduite dans cette étude comme un moyen d'optimiser les dépenses d'investissement et la rentabilité des entreprises. Le transport et la distribution de l'électricité représentent une part importante des dépenses d'investissement et dépendent principalement du nombre de kilomètres carrés à électrifier, tandis que les revenus dépendent principalement de la densité de population dans une zone donnée. La notion de centre urbain permet de définir un seuil minimal de densité de population au-delà duquel il est rentable d'électrifier une zone.

³ À comparer aux 31,5 millions de personnes estimées vivant dans les limites du Couloir Vert.

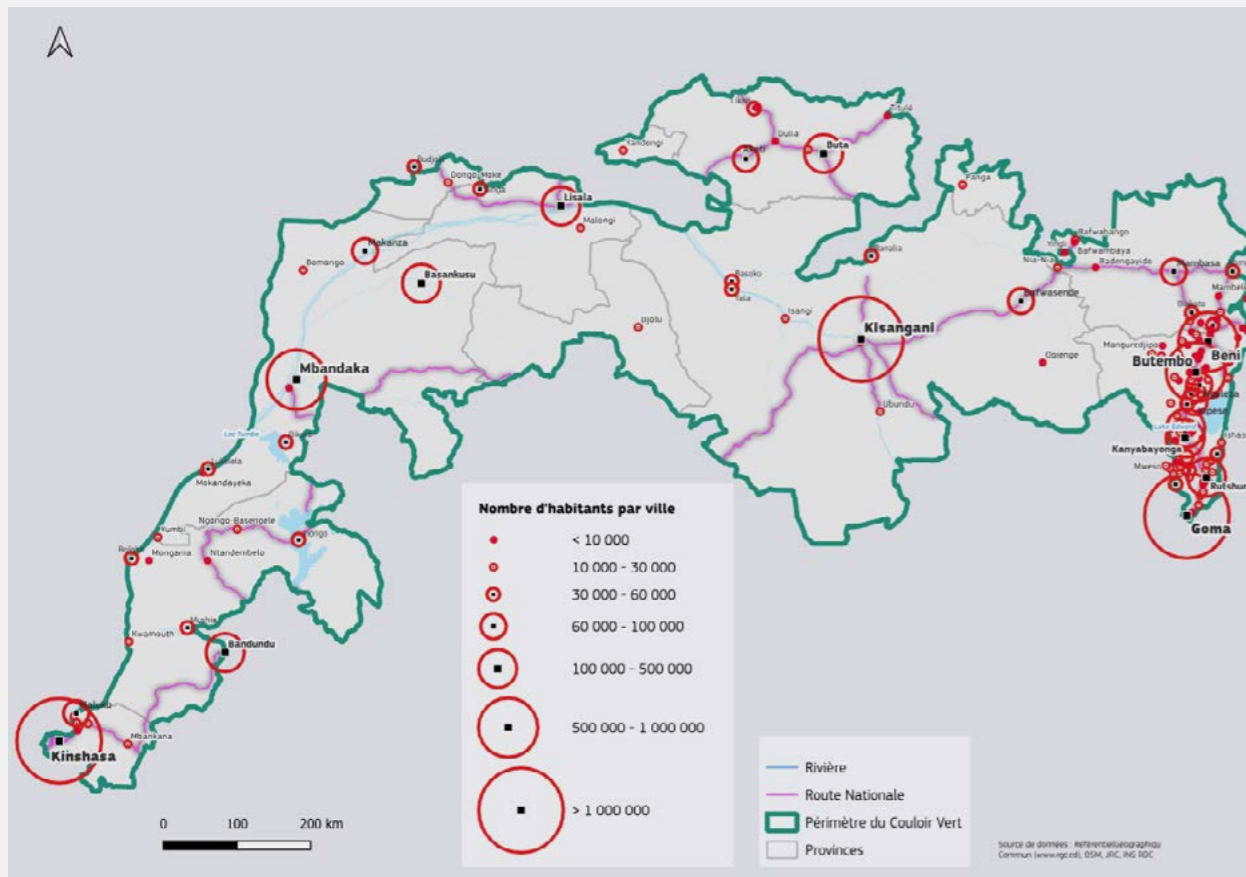


Fig 2 : Agglomérations de plus de 5 000 habitants situées dans le Couloir Vert

Stratégie de référence

La stratégie d'électrification dans le Couloir Vert donne la priorité à l'**hydroélectricité** au fil de l'eau en tant que source d'énergie principale, étant donné son faible **coût de revient de l'électricité** (LCOE) (typiquement **0,02-0,05 \$/kWh**) et sa plus grande fiabilité et disponibilité par rapport à l'énergie solaire (LCOE typiquement **0,04-0,08 \$/kWh**, mais atteignant jusqu'à 1 \$/kWh pour les fermes solaires rurales hors-réseau). Cependant, comme l'hydroélectricité nécessite un investissement initial important, elle n'est souvent pas adaptée, d'un point de vue économique, à l'électrification des villages à petite échelle. Dans de tels scénarios, l'**énergie solaire** devient la solution préférée en raison de son investissement initial plus faible, de son évolutivité, de sa flexibilité et de son adaptation aux installations de faible capacité.

Par conséquent, dans le cadre de l'électrification du Couloir Vert, la stratégie de base suivante est proposée :

1. Pour les grandes villes dont la population dépasse **500 000 habitants** et qui disposent d'une source d'énergie hydroélectrique importante (généralement > 5 MW) à proximité (généralement à moins de 60 km, l'énergie hydroélectrique est la technologie de choix pour produire de l'électricité pour les centres urbains).
2. Pour toutes les autres villes et villages, le solaire (photovoltaïque couplé à des batteries) est utilisé pour électrifier les centres urbains.

Électrification des grandes villes

Dans cette section, nous donnons un aperçu des possibilités d'électrification des grandes villes - sur la base du SIG et de l'analyse des centres urbains réalisée pour cette étude et des estimations existantes dans la littérature (par exemple, la Banque mondiale). Comme mentionné ci-dessus, ces résultats devront être validés et examinés en détail au cours des études de faisabilité et après une éventuelle autorisation. Il est important de noter que l'étude actuelle peut ne pas inclure ou prendre en compte tous les projets d'électrification en cours.

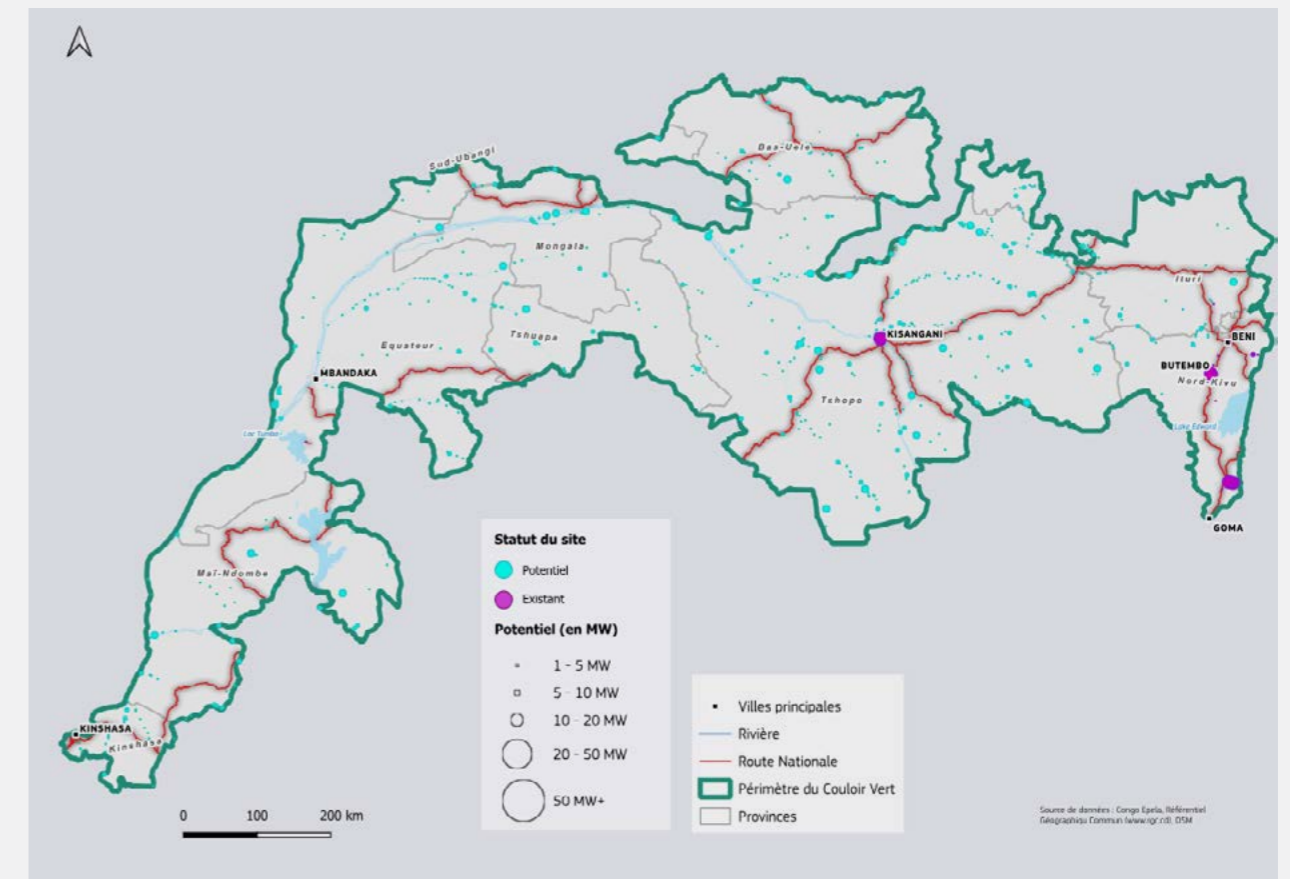


Fig 3 : aperçu du potentiel hydrologique et des sites existants

Kinshasa

Kinshasa, capitale de la République démocratique du Congo (RDC), est confrontée à des défis importants en matière d'électrification, malgré un taux d'électrification estimé à 97 % par l'ONG Resource Matters .⁴

Le réseau électrique de Kinshasa se caractérise par une combinaison de potentiel important et de défis persistants. La ville dépend fortement de l'énergie hydroélectrique, les barrages Inga I et II sur le fleuve Congo fournissant environ 90 % de son électricité. Malgré cela, l'infrastructure du réseau reste sous-développée, ce qui entraîne de fréquentes coupures de courant qui perturbent la vie

⁴ <https://congoepela.resourcematters.org/en/data#loc=12.25/-4.3603/15.23409>

L'accès à l'électricité offre de nombreux avantages connexes, tels que les cuisinières électriques.



e-Cuiseurs utilisée dans un cadre domestique, Goma, RDC.
© Brent Stirton/Getty Images

quotidienne et entravent les activités économiques. Les efforts récents pour moderniser le système comprennent la réhabilitation d'une importante sous-station pour les barrages d'Inga visant à stabiliser et à améliorer l'efficacité de la transmission et de la distribution de l'électricité. Le développement de la centrale électrique de Kinsuka vise à réduire les délestages. Toutefois, pour exploiter pleinement le potentiel hydroélectrique de la ville et garantir un approvisionnement en électricité fiable, il est essentiel de poursuivre les investissements dans l'infrastructure et la maintenance.

La Banque mondiale estime que le coût de la rénovation du seul réseau basse tension de Kinshasa représenterait ~450 millions. Les projets prioritaires, tels que mentionnés par la Banque Mondiale sont :

- Construction de 2 centrales électriques 200 kV/400 kV à Inga et 400kV/200kV à Kinshasa pour utiliser la totalité des capacités de distribution des 2 dernières lignes HT Inga-Kinshasa.
- Construction des lignes 220 kV entre Zongo 2 et Kinshasa pour distribuer la pleine capacité de Zongo 2 + Zongo 1
- Réhabilitation et entretien du réseau existant (lignes, postes HT/HT)
- Réhabilitation, densification et extension du réseau de distribution (lignes MT et BT, sous-stations, transformateurs)

Virunga ne joue actuellement aucun rôle formel dans l'amélioration de l'accès à l'électricité à Kinshasa, mais est prête à y contribuer s'il apparaît qu'elle peut apporter une valeur ajoutée au processus.

Beni & Butembo

Beni et Butembo, situées dans la province du Nord-Kivu en République démocratique du Congo, sont confrontées à des défis importants en matière d'accès à l'électricité. La région englobant Beni et Butembo a l'un des taux d'accès à l'électricité les plus bas du pays, avec respectivement 38 % et 34 % de la population connectée à un réseau électrique, selon Resource Matters. Des opérateurs privés, tels que ENK et Nuru, ont développé des actifs de production ces dernières années, comme la centrale hydroélectrique Talihya Nord I (~10 MW). Malgré ces développements récents, de nombreux foyers à Beni et Butembo n'ont toujours pas accès à l'électricité, et ceux qui sont connectés subissent souvent des coupures de courant fréquentes, qui ont un impact sur la vie quotidienne et les activités économiques, en raison d'un manque à la fois de production et d'actifs de transmission de haute qualité.

Une solution possible à court terme au manque d'énergie dans ces villes réside dans la fourniture d'électricité par la centrale hydroélectrique de Luviro (14,6 MW) exploitée par Virunga Energies SAU, située à Ivingu et dont le réseau se trouve à la périphérie de Butembo.

1. Vendre directement son électricité dans les zones de concession nouvellement attribuées, qui n'ont pas encore été développées par les fournisseurs d'électricité existants.
2. Interconnexion de la centrale électrique de Luviro avec les fournisseurs d'électricité existants pour les zones de concession déjà développées par ces derniers.

Des études préliminaires ont estimé l'investissement requis pour une telle solution à environ 65-80 millions de dollars, ce qui permettrait de fournir de l'électricité à 800 000 personnes supplémentaires. De tels projets nécessiteraient une autorisation légale et une révision des concessions existantes pour les deux villes.

A moyen terme, le développement de la centrale hydroélectrique de Talihya Sud (environ 10 MW) permettrait de fournir de l'énergie supplémentaire à Beni et Butembo. Un tel projet représenterait un investissement supplémentaire de 20 à 30 millions de dollars.

Kisangani

Kisangani, la capitale de la province de la Tshopo en République démocratique du Congo (RDC), est confrontée à d'importants défis pour fournir un accès fiable à l'électricité à ses habitants. La principale source d'énergie de la ville, la centrale hydroélectrique de Tshopo, a connu de fréquentes interruptions de fonctionnement au fil des ans. Inaugurée en 1955 avec une capacité installée de 12,5 MW, la centrale a été agrandie pour atteindre 19,6 MW. Cependant, en raison de problèmes techniques et d'une infrastructure vieillissante, sa production actuelle est tombée à environ 2 MW, ce qui est insuffisant pour répondre à la demande de la ville, estimée à 50 MW.⁵ En outre, le réseau de la SNEL est en mauvais état et nécessite une réhabilitation importante.

En 2018, Kisangani a subi une coupure d'électricité quasi-totale pendant deux mois, soulignant la vulnérabilité de la ville aux pénuries d'électricité. Pour relever ces défis, plusieurs initiatives ont été proposées. L'une d'entre elles est la centrale solaire de Kisangani, un projet de centrale solaire photovoltaïque de 40 MW situé près de la ville. Malgré son potentiel, le projet a connu des retards, notamment en raison de la pandémie de COVID-19, et son statut actuel reste incertain.

En outre, il est prévu de construire une centrale hydroélectrique de 80 MW à Babeba sur la rivière Tshopo, à environ 260 km au nord-est de Kisangani. Ce projet vise à renforcer de manière significative l'approvisionnement en électricité de la région.⁶

Malgré ces projets de développement, la majorité de la population de Kisangani continue de dépendre des sources d'énergie traditionnelles, telles que le charbon de bois et le bois de chauffage, en raison du manque de fiabilité de l'approvisionnement en électricité.

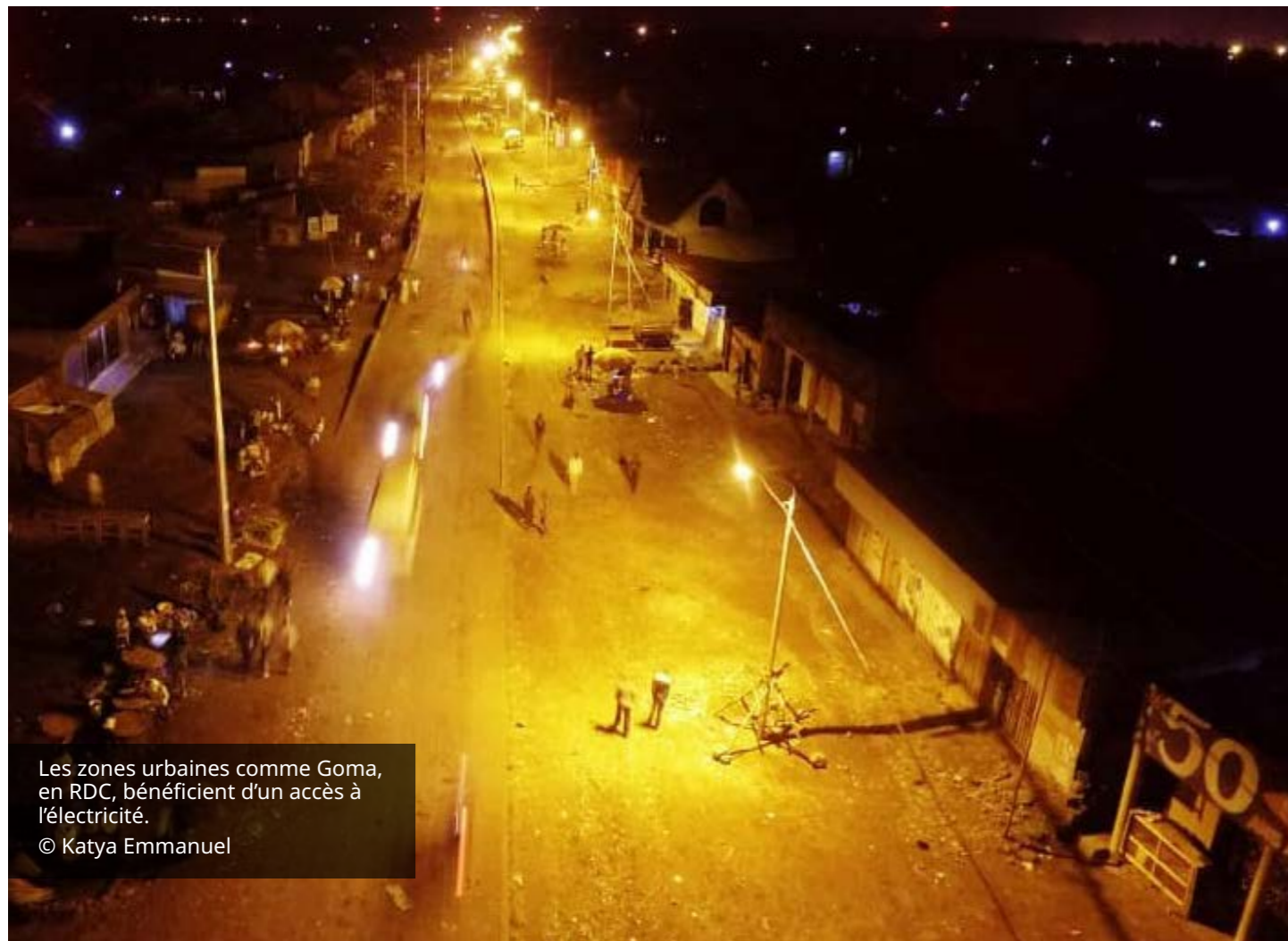
Des études préliminaires internes ont estimé que l'investissement en capital nécessaire à la réhabilitation de la centrale électrique et du réseau local se situe entre 80 et 100 millions de dollars et permettrait de fournir de l'électricité à 900 000 personnes supplémentaires.

Goma

Goma, la capitale de la province du Nord-Kivu en République démocratique du Congo (RDC), est l'une des villes ayant le meilleur taux d'électrification. Une étude de l'Université d'Anjou a révélé

⁵ https://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage_de_la_Tshopo

⁶ <https://africa-energy-portal.org/news/dr-congo-solar-and-hydroelectric-power-investment-planned-kisangani>



Les zones urbaines comme Goma, en RDC, bénéficient d'un accès à l'électricité.

© Katya Emmanuel



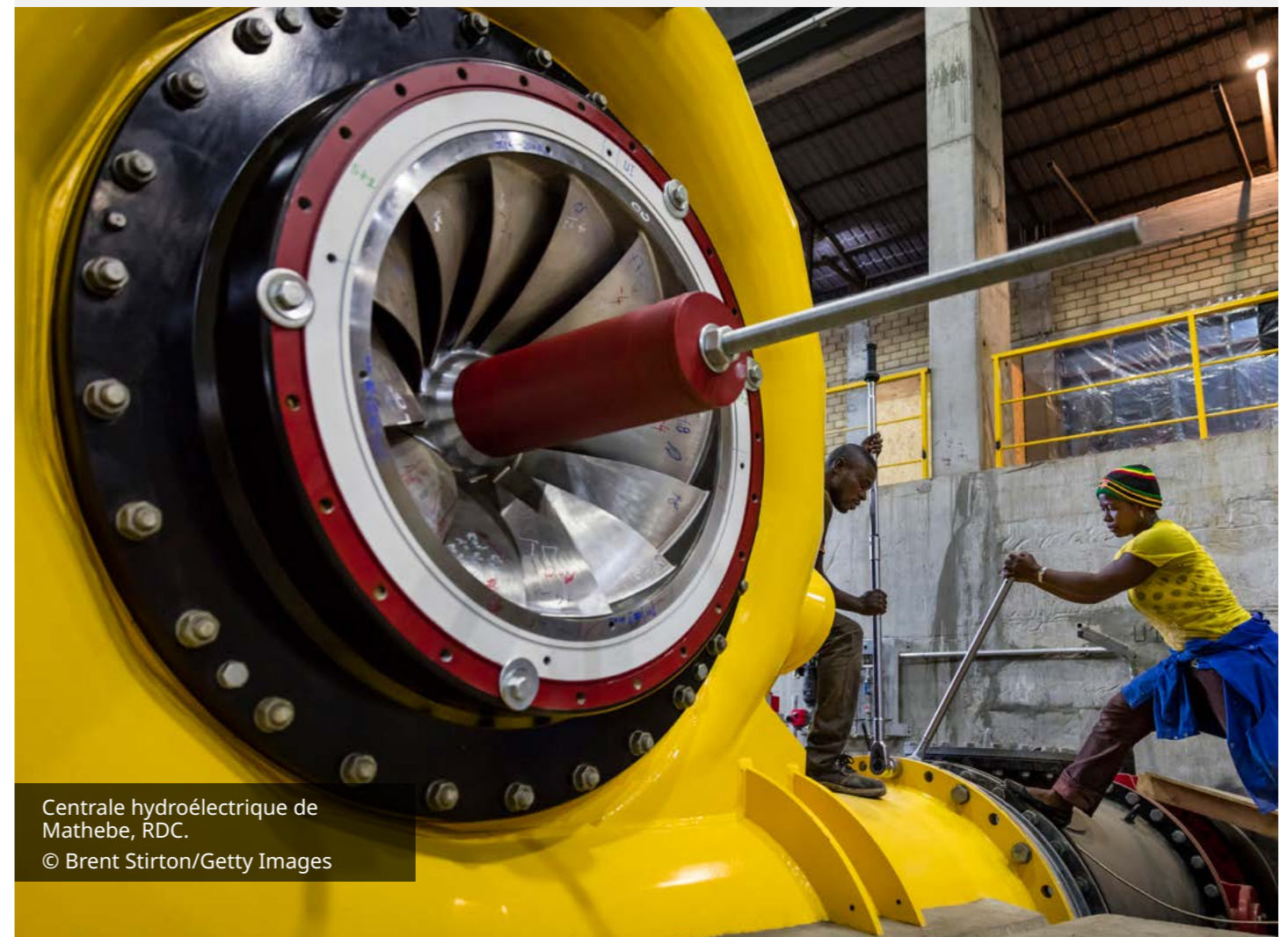
Un pylône nouvellement érigé fait partie d'un réseau plus vaste alimentant en électricité Goma et ses environs.

© Brent Stirton/Getty Images



Un ingénieur de Virunga Energies surveille les paramètres clés de la centrale hydroélectrique d'Ivingu.

© Virunga Foundation



Centrale hydroélectrique de Mathebe, RDC.

© Brent Stirton/Getty Images

qu'environ 83,03 % des ménages de Goma ont accès à l'électricité (86 % selon Resource Matters), dépassant ainsi la moyenne urbaine de la RDC.

Malgré ce taux d'accès relativement élevé, la qualité et la fiabilité de l'approvisionnement en électricité restent préoccupantes. De nombreux ménages sont confrontés à une disponibilité limitée, l'électricité n'étant souvent accessible que tard dans la nuit, en particulier parmi les ménages les plus pauvres dans les concessions de distribution de la SNEL. Les fluctuations de tension et les coupures fréquentes compromettent encore davantage la fiabilité du service. Ces problèmes ont conduit à un mécontentement généralisé parmi les résidents, environ 34,98% d'entre eux se déclarant insatisfaits des services d'électricité actuels.⁷

Le marché de l'électricité à Goma est caractérisé par la présence de multiples fournisseurs, y compris des entreprises privées telles que Virunga Energies, SOCODEE, Nuru et la société nationale d'électricité (SNEL).

La demande en énergie à Goma est estimée à 60 MW (par la SNEL) - 80 MW (par le gouvernement provincial). Actuellement, on estime que les acteurs fournissent

1. SNEL : 4 MW (Banque mondiale, 2020)
2. Virunga Energies : 30 MW, avec la construction en cours de 14 MW supplémentaires
3. Nuru : 1,3 MWp (solaire), avec la construction en cours d'une nouvelle centrale solaire de ~5 MWp. Nuru est actuellement connecté au réseau de Virunga pour fournir à ses clients de l'électricité pendant la nuit et les heures creuses et remplacer le générateur diesel qu'ils utilisaient auparavant.
4. SOCODEE : 0 MW (elle achète de l'électricité à Virunga Energies et la redistribue dans sa concession, sans produire sa propre électricité)

L'amélioration de l'accès à l'électricité consisterait principalement à étendre les réseaux existants dans les concessions de SOCODEE et de Nuru. Les estimations internes suggèrent un investissement de 20 à 40 millions d'euros.

Mbandaka

Mbandaka est la capitale de la province de l'Équateur en République démocratique du Congo (RDC). Historiquement, la ville a bénéficié de l'électricité et de l'eau courante jusque dans les années 1970. Toutefois, au cours des décennies suivantes, les infrastructures se sont détériorées, entraînant une pénurie généralisée d'électricité et d'autres services essentiels.⁸

Selon l'ONG Resource Matters, seuls 8 % de la population de Mbandaka ont accès à l'électricité sous une forme ou une autre, alors qu'il existe deux sites hydroélectriques inexploités, Eala et Ruki, respectivement de 12 MW (à environ 6 km du centre-ville) et 114 MW (à environ 43 km du centre-ville). En outre, Mbandaka dispose d'un potentiel solaire important à proximité de la ville.

⁷ <https://sun-connect.org/wpcont/uploads/5402-13087-1-PB.pdf>

⁸ https://www.theguardian.com/cities/2018/jun/27/mbandaka-in-the-spotlight-fought-off-ebola-but-can-the-drc-equator-city-recover?utm_source=chatgpt.com

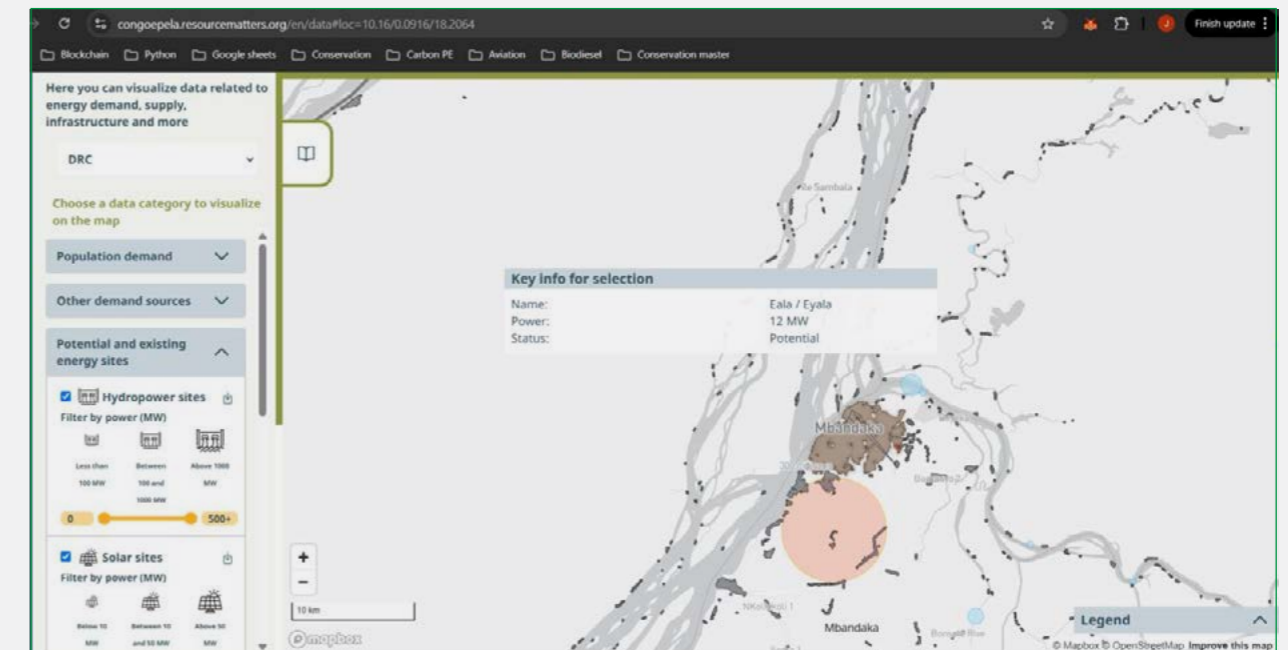


Fig 4 : Potentiel du site d'Eala à proximité de Mbandaka

Des études préliminaires internes ont estimé l'investissement nécessaire pour développer la centrale hydroélectrique de 12 MW et le réseau à 40-60 millions de dollars, ce qui permettrait de fournir de l'électricité à 385 000 personnes supplémentaires.

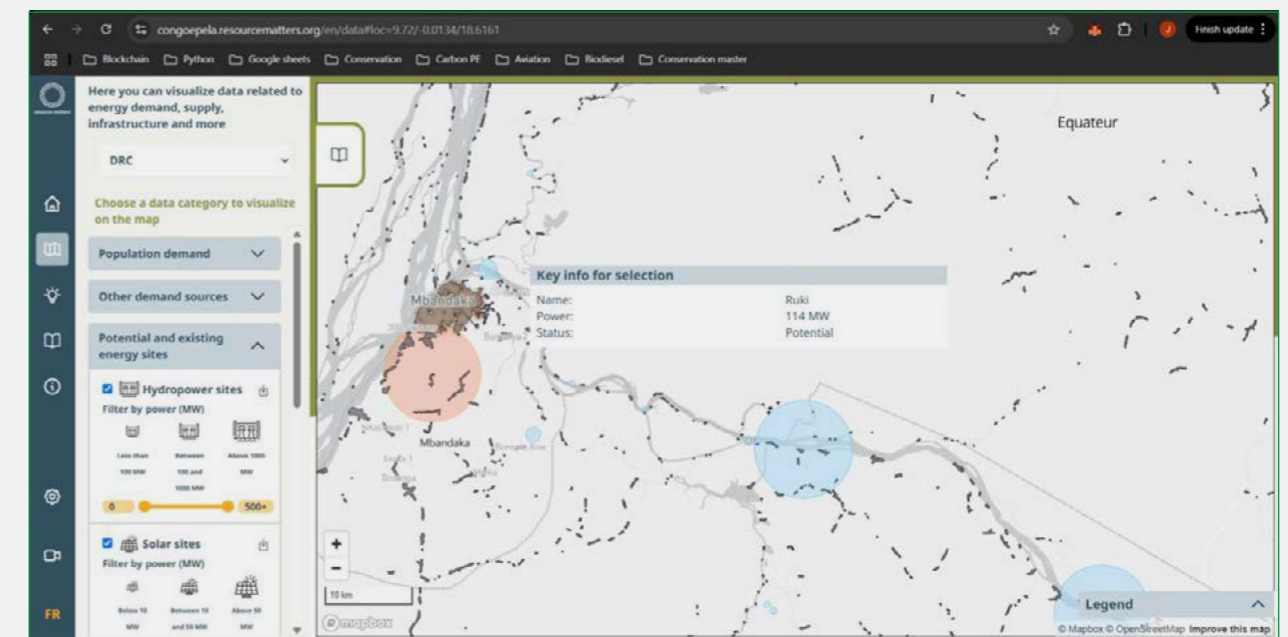


Fig 5 : Potentiel du site de Ruki un peu plus éloigné de Mbandaka

Électrification d'autres villes

Une approche différente a été suivie pour électrifier les 123 autres villages du Couloir Vert. Compte tenu de leur taille limitée, de leur faible population et de la demande d'énergie par habitant, il est suggéré d'électrifier ces villes et villages à l'aide de fermes solaires décentralisées optimisées, la grande majorité d'entre eux n'ayant pas accès à l'électricité en dehors des panneaux solaires domestiques.

Sur les 123 villages du Couloir, 6 sont déjà électrifiés par Virunga Energies (Rutshuru, Kimbulu, Lubero, Musienene, Rumangabo, Mutwanga).

L'électrification des 117 villages restants donnerait les résultats et implications suivants (les résultats détaillés complets sont disponibles à l'annexe 3) :

1. **Demande d'énergie** : 164 832 MWh par an
2. **Capacité installée** : 112 MWp de panneaux solaires et 451 MWh de batteries
3. **Investissement nécessaire** : 551 millions de dollars
4. **Recettes potentielles** : 72 millions de dollars par an (hors TVA)
5. **Impôts pour le gouvernement** : 21 millions de dollars par an
6. **Augmentation de l'accès à l'électricité** : 432 917 connexions, représentant 3 030 419 habitants, en supposant une moyenne de 7 personnes par ménage.

Les résultats suivants ont été obtenus en modélisant la demande, sur la base des données historiques de Virunga Energies, et la capacité solaire installée requise, sur la base de l'irradiation solaire moyenne à travers le Couloir. Les revenus et autres données financières ont été obtenus en utilisant des données provenant, entre autres, de la Banque mondiale, des tarifs variables en fonction de la taille de chaque ferme solaire (0,6 \$ / kWh pour les ménages des plus petites fermes solaires et 0,5 \$ / kWh pour les autres), et des données historiques de Virunga Energies.



Les villes et les zones rurales se préparent à recevoir l'électricité
© Brent Stirton/Getty Images

Co-bénéfices de l'électrification : e-cookers et e-mobilité

e-cookers

L'introduction de la cuisson électrique (e-cookers) dans le Couloir Vert est très prometteuse pour l'amélioration des revenus des ménages, la durabilité environnementale et les marchés locaux de l'énergie. Actuellement, la plupart des ménages des grandes villes du Couloir Vert, telles que Kinshasa, Goma, Beni, Butembo, Kisangani et Mbandaka, dépendent fortement du charbon de bois et du bois de chauffage pour cuisiner, ce qui contribue considérablement à la déforestation, à la pollution de l'air à l'intérieur des habitations et aux émissions de gaz à effet de serre. En passant aux cuisinières électroniques, les ménages peuvent réaliser des économies considérables, réduisant généralement les dépenses d'énergie de cuisson de 20 à 40 % par rapport à la cuisson au charbon de bois. Pour un ménage moyen dépensant environ 20 dollars par mois en charbon de bois, cela se traduit par des économies annuelles d'environ 50 à 100 dollars par ménage.

Sur le plan environnemental, l'adoption de cuiseurs électroniques réduit considérablement la pollution atmosphérique locale et les émissions de carbone. La cuisson au charbon de bois et au bois de chauffage contribue de manière significative à la pollution de l'air dans les ménages, une cause majeure de maladies respiratoires. La cuisson électrique élimine cette pollution au niveau des ménages, ce qui améliore immédiatement la qualité de l'air à l'intérieur des habitations et les résultats en matière de santé publique. En outre, un ménage typique qui passe de la cuisson au charbon de bois à la cuisson électrique peut éviter environ 1 à 2 tonnes d'émissions de CO₂ par an. Avec environ deux millions de ménages susceptibles de passer à la cuisson électrique dans les villes du Couloir Vert, la réduction annuelle des émissions de CO₂ pourrait atteindre 2 à 4 millions de tonnes.

L'adoption des cuisinières électriques augmenterait considérablement la demande d'électricité, ce qui inciterait à investir davantage dans les infrastructures d'énergie renouvelable. En moyenne, la cuisson électrique ajoute environ 0,5 kWh par jour et par ménage, soit environ 182,5 kWh par an. Dans un scénario hypothétique où deux millions de ménages passeraient à la cuisson électrique, la consommation annuelle totale d'électricité augmenterait d'environ 365 GWh. Cette demande supplémentaire représente une opportunité importante d'étendre les projets d'énergie renouvelable, en particulier l'énergie hydroélectrique et solaire, améliorant ainsi le paysage énergétique durable de la région.

La transition vers les cuisinières électriques réduit considérablement la pression sur les forêts, car la production de charbon de bois est à l'origine d'une déforestation importante dans toute la RDC. Le remplacement de la cuisson au charbon de bois par la cuisson électrique peut contribuer à réduire les taux de déforestation dans le bassin du Congo, en préservant la biodiversité, les écosystèmes et la capacité de stockage du carbone. Collectivement, l'adoption généralisée des cuisinières électriques représente une opportunité de transformation pour les ménages, l'environnement et le secteur de l'énergie au sein du Couloir Vert.

Metric	Estimated Annual Impact (70% adoption)
Households converted	~2 million households
Economic Savings (Fuel expenditures)	\$100-\$200 million saved per year
CO ₂ Emissions Avoided	2-4 million tonnes CO ₂ avoided per year
Increased Electricity Demand	~365 GWh of additional electricity per year
Reduced Deforestation (Wood Saved)	12-24 million tonnes of wood saved per year

Tableau 1 : Impact potentiel des e-cookers



Utilisation d'une e-cooker domestique, Goma, RDC.
© Brent Stirton/Getty Images

e-Mobilité

L'adoption de la **mobilité électrique (e-mobilité)**, en particulier par le biais des **motos électriques**, représente une opportunité substantielle de transformer le transport le long du Couloir Vert. Dans des pays comme le Rwanda, le Kenya et l'Ouganda, les motos, communément appelées "boda-bodas", sont essentielles pour une mobilité urbaine abordable, avec des dizaines de milliers de véhicules utilisés dans les grandes villes. Le passage aux motos électriques présente des avantages économiques, environnementaux et sociaux considérables :

D'un point de vue économique, le passage aux motos électriques augmente considérablement la rentabilité des chauffeurs de taxi en réduisant les dépenses de carburant et d'entretien. Par exemple, au Rwanda, des études menées par Ampersand (une importante entreprise de mobilité électronique à Kigali) indiquent que les chauffeurs de taxi qui passent de l'essence aux motos électriques peuvent voir leur **revenu net augmenter d'environ 30 à 50 %** en raison de la réduction des coûts d'exploitation. De même, l'entreprise Roam, basée au Kenya, estime que les motos électriques peuvent réduire les dépenses d'exploitation jusqu'à 60 %, ce qui améliore considérablement les moyens de subsistance.

Sur le plan environnemental, le passage à la mobilité électronique réduit considérablement la pollution atmosphérique locale et les émissions de gaz à effet de serre. Si l'on considère qu'une moto à essence typique émet environ 2,5 à 3 tonnes de CO₂ par an, l'électrification de 10 000 motos pourrait potentiellement éliminer jusqu'à **30 000 tonnes d'émissions de CO₂ par an**. Dans les zones urbaines, où la pollution atmosphérique dépasse souvent les limites fixées par l'Organisation mondiale de la santé, le remplacement des moteurs à combustion par des moteurs électriques améliore considérablement la qualité de l'air et les résultats en matière de santé publique.

D'un point de vue énergétique, l'adoption généralisée des motos électriques pourrait stimuler la demande locale d'électricité, créant ainsi des opportunités d'investissement dans les sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie solaire et l'énergie hydroélectrique. Selon les estimations, chaque e-moto nécessite environ **3 à 4 kWh d'électricité par jour**, ce qui se traduit par une augmentation de la demande annuelle d'environ **1 000 à 1 500 kWh par moto**. Cumulée sur des milliers de motos, cette demande supplémentaire peut soutenir la stabilité du réseau et encourager le développement des énergies renouvelables.

Sur la base de calculs approximatifs pour les six villes principales (Kinshasa, Kisangani, Goma, Butembo, Beni, Mbandaka), et en tenant compte de l'ampleur de l'utilisation des motos à Kinshasa - estimée à environ douze fois plus élevée qu'à Goma - l'impact potentiel de la transition vers les motos électriques (e-motorbikes) dans les villes du Couloir Vert est significatif. Avec environ 120 000 motos en circulation dans la seule ville de Kinshasa, et environ 10 000 motos dans chacune des cinq autres villes ciblées (Goma, Beni, Butembo, Kisangani, Mbandaka), la taille totale estimée de la flotte atteint environ 170 000 motos. En supposant un taux de conversion de 70 % pour les motos électriques, cela implique l'électrification d'environ 119 000 motos. D'un point de vue économique, cette transition pourrait améliorer considérablement les moyens de subsistance des exploitants de taxis, qui enregistrent généralement une augmentation de 40 % de leur revenu net après être passés de l'essence à l'électricité en raison de la réduction des coûts d'exploitation (carburant et entretien).



e-Mobilité, Goma, RDC.
© Jérôme Gabriel

En supposant un revenu annuel de base prudent de 2 400 dollars par moto-taxi, les chauffeurs pourraient percevoir des revenus annuels supplémentaires d'environ 960 dollars par véhicule, ce qui représente une augmentation collective d'environ 114,2 millions de dollars par an dans les six villes.

D'un point de vue environnemental, chaque moto à essence conventionnelle émet environ 3 tonnes de CO₂ par an. La conversion de 119 000 motos à l'électricité permettrait donc d'éliminer environ 357 000 tonnes de CO₂ par an. Cette réduction significative des émissions améliorerait sensiblement la qualité de l'air, réduisant la pollution locale et améliorant les résultats en matière de santé publique. En termes de demande d'énergie, l'introduction de ces motos électriques augmenterait la consommation d'électricité, chaque moto nécessitant environ 3,5 kWh par jour (environ 1 277 kWh par an). Par conséquent, l'ensemble du parc de 119 000 motos électriques consommerait environ 152 GWh par an, ce qui créerait des opportunités substantielles d'investissement et de développement dans les sources d'énergie renouvelables, telles que l'hydroélectricité et l'énergie solaire, afin de répondre durablement à cette augmentation de la demande. Dans l'ensemble, le passage à l'e-mobilité dans ces grands centres urbains du Couloir Vert présente un potentiel de transformation - en stimulant la croissance économique, en réduisant les impacts environnementaux et en soutenant le développement durable de l'infrastructure énergétique locale.

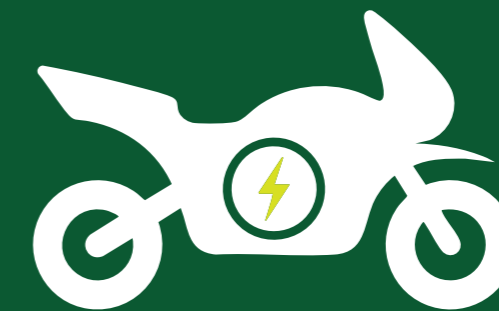
Metric	Estimated Annual Impact
Total Motorbike Fleet	170,000 motorbikes
Converted to Electric (70%)	119,000 e-motorbikes
Economic Impact	
Additional Revenue per Motorbike Driver	~\$960 per year
Total Additional Revenue	~\$114.2 million per year
Environmental Impact	
CO ₂ Emission Reduction	~357,000 tonnes CO ₂ per year
Energy Impact	
Increased Electricity Demand	~152 GWh per year

Tableau 2 : Impact potentiel de l'e-mobilité



e-Cookers

L'introduction de la cuisson électrique (e-cookers) dans le Corridor Vert est très prometteuse pour améliorer les revenus des ménages, la durabilité environnementale et les marchés énergétiques locaux.



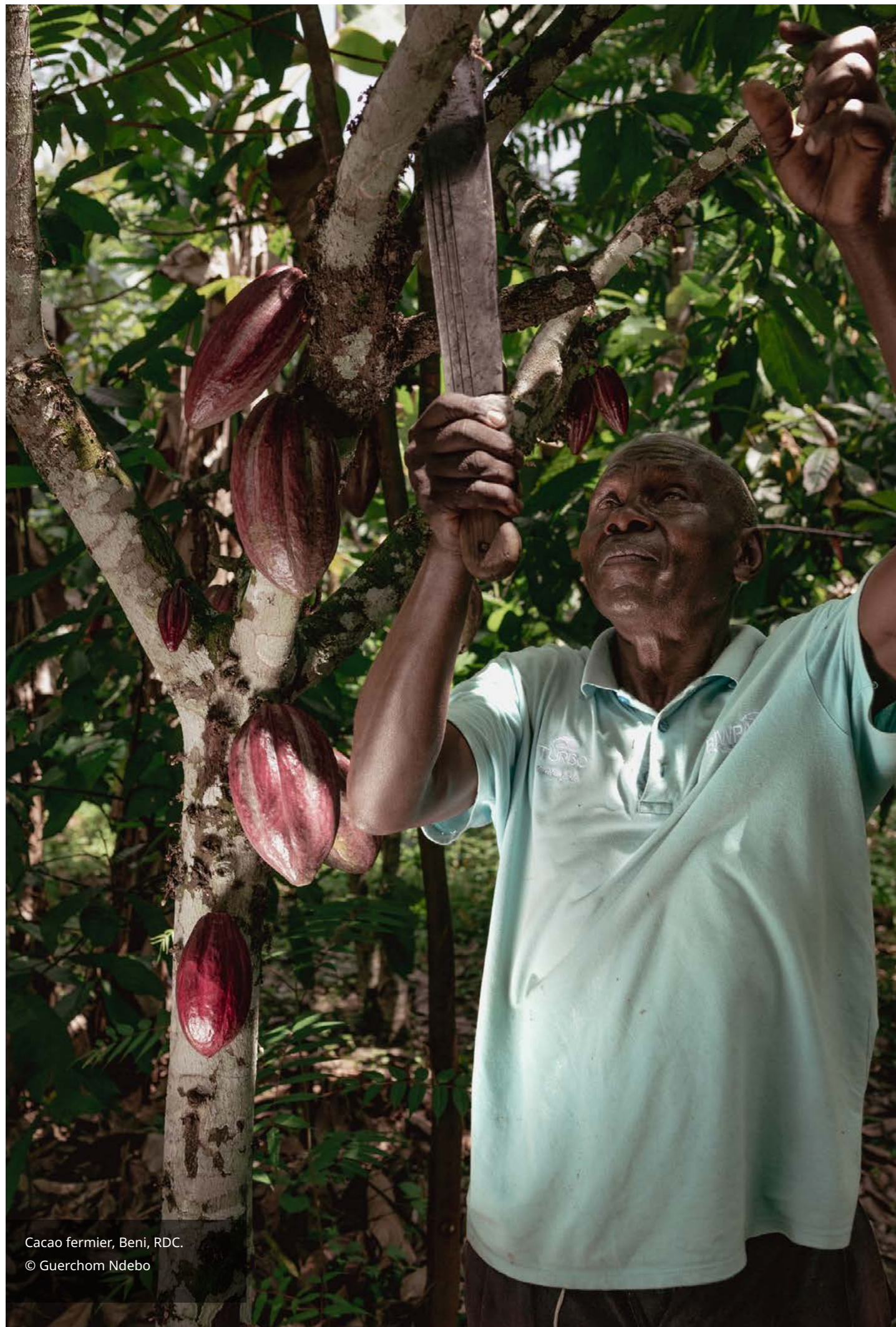
e-Mobilité

L'adoption de la mobilité électrique (e-mobilité), notamment par le biais des motos électriques, représente une opportunité substantielle de transformer les transports le long du Corridor vert.



**L'AGRICULTURE ET
TRANSFORMATION
AGRO-INDUSTRIELLE**

Champs de chia, Beni, RDC.
© Guerchom Ndebo



Cacao fermier, Beni, RDC.
© Guerchom Ndebo

Agriculture et transformation agro-industrielle

Les défis du secteur agricole dans le Couloir Vert

Le **Couloir Vert Kivu-Kinshasa** s'étend sur environ 2 400 km, reliant le parc national des Virunga à l'est et le parc national de Yangambi (Tshopo) à l'ouest, afin de protéger au moins **100 000 km²** de forêts primaires dans le bassin du Congo.

Au-delà de l'objectif écologique, le projet vise à transformer des zones fragilisées par des **décennies de conflit** en pôles de croissance économique et de stabilité. L'agriculture occupe une place centrale dans cette vision : le Couloir Vert devrait permettre de transférer chaque année **un million de tonnes de nourriture** des Kivus vers Kinshasa, grâce à des investissements dans l'agriculture durable, les chaînes de valeur et des infrastructures de transport innovantes (par exemple, des barges fluviales fonctionnant à l'hydrogène sur le Congo).

Ce Couloir traverse des régions aux conditions agro-écologiques variées (les montagnes du Kivu, les forêts humides de la cuvette centrale, les savanes autour des forêts, les zones le long du fleuve Congo), offrant un **énorme potentiel agricole**. La RDC compte déjà près de **80 millions d'hectares de terres arables**, dont à peine **10% sont cultivés**.

Historiquement, l'agriculture est un pilier de l'économie : à l'indépendance, elle représentait 43% des recettes d'exportation, faisant du Congo belge le *deuxième* producteur mondial d'huile de palme (après le Nigeria). Aujourd'hui encore, plus de **70 % de la population active vit de l'agriculture familiale**.

Le Couloir Vert couvre certaines des terres les plus fertiles de la RDC et comprend une variété de cultures allant des **cultures de rente** (cacao, café, palmier à huile, caoutchouc, etc.) aux **cultures vivrières** (manioc, banane plantain, maïs, riz, etc.). Par exemple, les Kivus et la Tshopo produisent du cacao de qualité biologique, très demandé sur le marché international, tandis que le bassin central abrite d'anciennes plantations de palmiers à huile et d'hévéas datant de l'époque coloniale, aujourd'hui sous-exploitées.

En outre, la population du Couloir est fortement dépendante du **manioc** et du **plantain** - la RDC est le troisième producteur mondial de manioc (environ 30 millions de tonnes en 2018) et le premier producteur mondial de plantain (4,7 millions de tonnes). Ce potentiel agricole est crucial pour la **sécurité alimentaire** nationale et offre d'importantes opportunités d'**investissement** (agro-industries, exportations, biocarburants, etc.).

Cependant, les enjeux sont importants. Le secteur agricole de ces régions est confronté à un sous-investissement chronique (seulement ~3% du budget national ces dernières années), à un manque d'infrastructures et aux conséquences de l'instabilité. Les **conflits armés** récurrents à l'Est ont perturbé les filières (déplacement des populations agricoles, insécurité entravant la collecte et le transport des récoltes, etc.), et ont même provoqué la migration des agriculteurs vers des zones forestières plus sûres comme la Tshopo - contribuant à la déforestation par l'expansion anarchique de cultures telles que le cacao.

En outre, le manque de routes praticables et de moyens de transport fiables rend très difficile l'acheminement des produits vers le marché : par exemple, la RN4 Beni-Kisangani est une route stratégique, mais elle est depuis longtemps en mauvais état (), et le coût actuel du transport fluvial sur le Congo est élevé, ce qui limite l'écoulement des excédents agricoles. Comme l'a souligné le Président, le réseau routier déficient "*complique les déplacements et augmente les coûts de transport*" de la production rurale.

Les défis environnementaux sont également importants : le bassin du Congo subit les effets du changement climatique et la pression d'une agriculture itinérante basée sur la culture sur brûlis. Sans planification, l'expansion des **plantations monospécifiques** ou l'ouverture de nouvelles terres agricoles risquent de fragmenter davantage la forêt.

Cet écart considérable offre des opportunités importantes : l'amélioration de la productivité agricole grâce à des techniques modernes, de meilleures semences, des engrais et des infrastructures pourrait transformer l'agriculture en un moteur essentiel de la croissance économique. Le Couloir Vert vise à apporter une réponse intégrée à ces questions, en combinant conservation et développement. **Le défi méthodologique** est donc de parvenir à une estimation rigoureuse des surfaces agricoles actuelles par culture dans ce Couloir, afin d'orienter les décisions publiques et les investissements privés vers un modèle d'**agriculture durable et résiliente** qui concilie sécurité alimentaire, revenus des agriculteurs et préservation des forêts.

Potentiel agricole dans le Couloir Vert

Le Couloir Vert Kivu-Kinshasa abrite d'**importantes superficies cultivées** : la superficie agricole totale du Couloir Vert (en additionnant les superficies individuelles) est d'**environ 3 millions d'hectares**, dont nous supposons que 15 % sont en jachère ou non cultivés. On peut donc estimer que d'ici 2025, environ **240 000 hectares** du Couloir seront plantés de cacao, de café, de palmiers à huile ou d'hévéas (dont environ la moitié en cacao). Ces zones représentent des **opportunités importantes pour le développement local**. Leur répartition le long du Couloir signifie qu'il est possible de développer des **centres de transformation locale** à différents stades : par exemple, **une chocolaterie artisanale** à Beni pour ajouter de la valeur au cacao provenant de l'est, des **huileries communautaires** vers Mbandaka pour l'huile de palme, une **usine de caoutchouc** à Gemena pour le caoutchouc, ou des **stations de lavage du café** au Kivu. Cela permettrait de créer une valeur ajoutée locale au lieu de se contenter d'exporter des matières premières.



Chocolaterie artisanale, Mutwanga, Est de la RDC.
© Brent Stirton/Getty Images

Dans cette section, nous présentons brièvement les résultats de notre estimation interne des surfaces de cultures commerciales et vivrières dans le Couloir Vert. La méthodologie complète, les résultats et les détails sont disponibles à l'*annexe 5*.

Zones de cultures de rente

Les **ordres de grandeur** suivants ont été estimés pour les surfaces cultivées en "cultures de rente" par secteur dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa :

Tableau récapitulatif

Cacao ≈ 110 000 ha (essentiellement des petits exploitants) Principalement Nord Kivu/Ituri et Équateur/Ubangi. Forte expansion récente suite au déclin du café.

Palmier à huile ≈ 65 000 ha (60 000-70 000 ha selon la zone considérée). Comprend environ 21 000 ha de plantations industrielles (PHC) et environ 15 à 20 000 ha de plantations villageoises. Grandes concessions disponibles pour l'expansion.

Hévéa (caoutchouc) ≈ 10 000 ha actuellement exploités (potentiel > 20 000 ha) Essentiellement plantation de Miluna (5 000 ha). Autres projets en cours (Tshopo, etc.) non encore productifs.

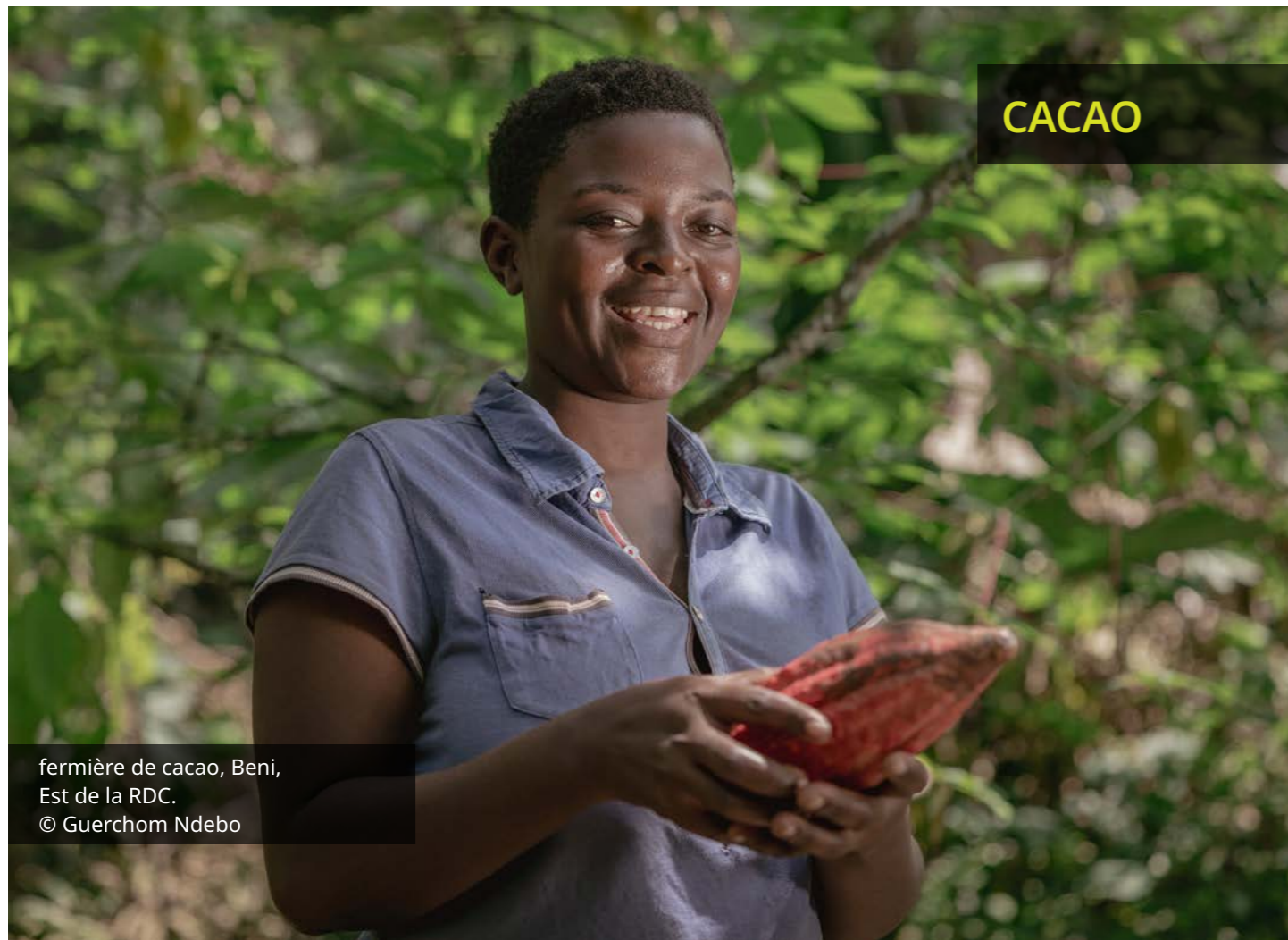
Café (arabica+robusta) ≈ 60 000 ha en production (70 000+ ha de caféiers existants) Historiquement en fort déclin. Arabica oriental (Kivu) ~20k ha ; robusta nord/ouest ~20k ha. Potentiel de réhabilitation important.

(NB : Toutes ces valeurs sont arrondies et visent à donner un ordre de grandeur, et non une précision absolue).

Un exemple illustratif est celui de la concession de *Miluna* (province du Sud-Ubangi) qui associe sur une même exploitation **5 000 ha d'hévéas, 1 000 ha de palmiers à huile, 500 ha de cacao et 100 ha de café**. Cela montre qu'au niveau local, ces cultures coexistent et que des unités de transformation polyvalentes (huileries, séchoirs à cacao, usines à caoutchouc, etc.) pourraient bénéficier d'approvisionnements diversifiés.

1. Le cacao

Le cacao est une culture qui a récemment émergé comme secteur d'exportation en RDC, en particulier dans l'est et le nord du pays. **Introduit pendant la période coloniale** (années 1930) sur quelques sites le long du Congo et à l'est, le cacaoyer n'a jamais atteint l'ampleur qu'il a en Afrique de l'Ouest. Au cours des dernières décennies, face à la demande mondiale croissante et en tant qu'alternative rentable au café, le cacao a connu un véritable essor dans le Couloir. Les provinces du **Kivu, de l'Ituri et de la Tshopo** sont aujourd'hui les principaux producteurs de cacao congolais. On estime à environ **65 000 le nombre de cacaoculteurs** dans les seuls Nord et Sud-Kivu, souvent des petits exploitants avec des parcelles de 0,5 à 2 ha intégrées dans la forêt (système agroforestier). La qualité du cacao congolais est reconnue comme exceptionnelle - fin, biologique et issu de variétés anciennes - ce qui lui confère un intérêt économique important dans des marchés de niche.



CACAO

fermière de cacao, Beni,
Est de la RDC.
© Guerchom Ndebo



HÉVÉA

Récolte de l'hévéa.
© Jcomp



PALMIER À HUILE

Transformation de l'huile de palme,
Beni, Est de la RDC.
© Guerchom Ndebo



CAFÉ

Fermier de café, Beni, Est de la RDC.
© Guerchom Ndebo

Dans le Couloir Vert, les **principales zones de production de cacao** sont : les territoires de **Beni** et **Lubero** (Nord Kivu) où des coopératives locales ont été formées après la pacification partielle de ces zones, le territoire de **Mambasa** (Ituri) à la périphérie de la Réserve d'Okapi, et de plus en plus le **secteur de Yangambi** dans la Tshopo (autour de Yanonge, Isangi). Ce dernier a vu affluer des planteurs du Kivu, fuyant les conflits, qui défrichent la forêt pour établir de nouvelles plantations de cacao. Cette migration des planteurs Nande vers la Tshopo a contribué à l'augmentation de la déforestation localement en 2020-2021, révélant l'importance de mieux planifier cette expansion (par exemple, par l'agroforesterie plutôt que la monoculture).

2. Palmier à huile

Le palmier à huile revêt une importance historique et stratégique en RDC. Il a été l'une des cultures phares de l'époque coloniale : dès 1911, l'industriel William Lever a établi de vastes plantations au Congo belge pour approvisionner les savonneries européennes. À son apogée, la RDC (Zaïre) était le deuxième producteur mondial d'huile de palme. La culture actuelle du palmier à huile en RDC présente un profil très différent, avec d'une part d'anciennes plantations industrielles héritées de la colonisation, et d'autre part une myriade de palmeraies villageoises dispersées. Historiquement, le pays comptait **147 000 ha de palmiers plantés en 1958**. Cependant, depuis les années 1960, la production nationale s'est effondrée, passant de ~220.000 t en 1960 à environ **150.000 t ces dernières années**, bien en deçà de la demande intérieure (estimée à 500.000 t), entraînant un déficit de ~350.000 t qui est comblé par des importations massives. Ce déclin est dû à un manque d'entretien des palmeraies, à l'abandon de nombreuses plantations et à un manque d'investissement.

Le **Couloir Vert** comprend la plupart des principales zones de palmiers de la RDC, car elles sont situées le long du fleuve Congo et dans le nord-est : les plantations **PHC (Plantations et Huileries du Congo)** de **Lokutu** (Tshopo), **Yaligimba** (Mongala) et **Boteka** (Équateur) s'y trouvent, totalisant plus de 100 000 ha de concessions (dont environ 20 000 ha sont actuellement cultivés). Ces sites, anciennement gérés par Unilever puis par la société canadienne Feronia, ont connu des difficultés financières et des conflits sociaux récents, mais disposent d'un énorme potentiel de redressement. À côté de ces complexes industriels, il existe de nombreuses **palmeraies villageoises** dispersées : autour de Yangambi (Tshopo), à **Mai-Ndombe** (axes Mbandaka-Kinshasa), à **Tshuapa** (territoire d'Ikela, etc.), ainsi qu'aux abords des anciens sites industriels (les populations locales continuent à récolter des régimes de palme sur les terres abandonnées ou en jachère des anciennes plantations). À l'est, la culture du palmier est plus limitée par le climat montagnard, mais il existe quelques palmeraies dans les basses terres du **Nord-Kivu** (Lubero, Beni) et du **Maniema** (Pangi), généralement pour produire de l'huile rouge artisanale à usage local.

3. Hévéa (caoutchouc naturel)

L'hévéa (*Hevea brasiliensis*) a également une longue histoire au Congo. Au début du 20^{ème} siècle, avant l'introduction des plantations, le caoutchouc était récolté en exploitant des lianes sauvages (le "*boom du caoutchouc*" a laissé un sombre héritage). Par la suite, des **plantations d'hévéas** ont été établies pendant la période coloniale, d'abord à titre expérimental à Yangambi et en Équateur, puis à plus grande échelle dans les années 1940 et 1950. En 1925, le Congo belge comptait déjà environ 4 000 hectares d'hévéas, une superficie qui s'est accrue après la guerre. Les principales zones hévéicoles sont les mêmes que pour le palmier à huile : la région de **Yangambi** (l'INÉRA y a développé des plantations d'hévéas), le bassin du **Mongala et de l'Équateur** (autour de Bokungu, Befale, etc.), et certaines zones du **Kasaï oriental** (Lodja, Lomela) à l'extrémité méridionale du

Couloir. Sous le régime de Mobutu, plusieurs de ces plantations ont été abandonnées (faute d'entretien après la zaïrianisation).

Aujourd'hui, la production de caoutchouc en RDC est quasi inexistante - environ **14 000 tonnes en 2018** - et provient principalement de quelques *hévéas villageois* ou de plantations abandonnées où le latex est encore récolté à la main. Par exemple, dans le territoire d'**Opala** (Tshopo), il y aurait "*une vingtaine de milliers d'hectares de plantations d'hévéas envahies par la brousse*" héritées de la colonisation, dont certaines sont occasionnellement exploitées par les villageois (pour la production de caoutchouc artisanal).

Le **Couloir Vert** comprend précisément ces zones : Yangambi-Isangi, Opala-Yahuma, ainsi que les anciennes plantations de **Sankuru** (Lodja) à la limite sud.

4. Café (arabica et robusta)

Le café a longtemps été la principale culture de rente de la RDC. Le **café Arabica** (café de montagne, haut de gamme) est cultivé principalement à l'est, et le **café Robusta** (café de plaine, plus productif) domine à l'ouest et au nord. Historiquement, l'industrie congolaise du café était florissante : dans les années 1980, le pays produisait entre 80 000 et 120 000 tonnes de café par an, ce qui en faisait l'un des principaux exportateurs africains. Le **café robusta** de l'est du Congo a connu un essor spectaculaire pendant la colonisation, passant de presque rien à **51 000 tonnes en 1959**, suite à l'établissement de vastes plantations de petits planteurs dans l'ancienne province Orientale. Cependant, des chocs successifs (chute des prix, pillages pendant les guerres, maladies des plantes telles que la trachéomycose du caféier robusta) ont conduit à un effondrement. En 2018, la production n'était plus que d'environ **29 000 tonnes**, tous cafés confondus.

Dans le Couloir Vert, il existe deux types de culture du café :

- À l'est, les hauts plateaux **du Kivu** (Nord et Sud Kivu) produisent un café **arabica** de grande qualité. Autour du lac Kivu et des volcans, des dizaines de milliers de petites exploitations cultivent l'arabica d'altitude (souvent <1 ha chacune). Bien qu'affectée par les maladies, la culture persiste grâce aux coopératives et aux projets de replantation (par exemple, le projet ICO/NCO qui vise à réhabiliter 46 000 ha dans les zones post-conflit).
- Au nord et au centre du pays, les plaines de la **Cuvette Centrale** (anciennes provinces de l'Équateur et de l'Orientale) étaient le domaine du café **robusta**. Il existait des plantations industrielles et de vastes domaines paysans : dans les années 1930, le Congo belge comptait déjà 56 000 ha de caféiers et, dans les années 1980, la région du Haut-Uele totalisait à elle seule 27 000 ha de caféiers en production. Avec les troubles, ces chiffres ont baissé, mais de nombreux caféiers restent à l'état semi-abandonné dans les villages situés le long du fleuve et de ses affluents. Par exemple, la province de **Tshuapa** ou de **Mongala** compte encore des caféiers robusta chez des agriculteurs âgés, même si la commercialisation est sporadique.

Zones de cultures vivrières

Les **ordres de grandeur** suivants ont été estimés pour les surfaces cultivées "vivrières" par secteur dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa :

Tableau récapitulatif

Le manioc ≈ 1 300 000 ha (principalement des petits exploitants) dans le corridor vert.

Maïs ≈ 400 000 ha (principalement des petits exploitants) dans le corridor vert.

Banane plantain ≈ 200 000 ha principalement le long de la RN4 (les populations Nande et Mbuti cultivent le plantain en Ituri et au Nord-Kivu depuis des générations), et dans tout le bassin central où les bananes sont souvent cultivées dans des jardins familiaux.

Légumineuses ≈ 100.000 ha. Le **haricot** (commun) est plus répandu dans l'Est (Kivu, Maniema).

1. Le manioc

Dans le Couloir Vert, le manioc est cultivé par presque tous les ménages ruraux sur de petites parcelles dispersées. Il est souvent cultivé en association - par exemple, manioc + maïs ou manioc + arachide/colza. Après 1 à 2 ans de croissance, il est récolté et la parcelle est soit laissée en jachère, soit replantée. Les cycles sont donc décalés, ce qui rend difficile un suivi précis. Le Couloir ne comprend pas de grandes plantations monospécifiques de manioc (à l'exception de projets récents comme une initiative de plantation de 1 400 ha de manioc industriel au Kongo Central pour la farine de pain, en dehors de la zone du Couloir). Il s'agit d'une mosaïque très fragmentée.

Estimation de la superficie dans le Couloir Vert : Sur la base des données de production et d'une productivité moyenne modeste (~8 à 10 t/ha de racines fraîches, compte tenu des pratiques culturales extensives), nous estimons qu'environ **1,3 à 1,4 million d'hectares** sont consacrés au manioc dans le Couloir Vert.

2. Le maïs

Le maïs est stratégique car Kinshasa et les centres urbains en consomment de grandes quantités. En 2017-2018, face à une pénurie locale, la RDC a dû importer du maïs de Zambie et d'Afrique du Sud pour nourrir Kinshasa et Lubumbashi. Le développement du maïs dans le Couloir Vert pourrait réduire cette dépendance. Néanmoins, cette culture nécessite plus d'intrants que le manioc (semences sélectionnées à chaque saison, fertilité des sols) et souffre du mauvais état des routes lorsqu'il s'agit d'exporter la récolte - le maïs excédentaire du Nord-Ubangi ou de la Tshopo a du mal à atteindre les consommateurs faute de moyens de transport peu coûteux.

Estimation de la superficie du Couloir Vert : Sur la base d'une production annuelle d'environ 600 000 tonnes de maïs grain dans les provinces traversées par le Couloir (sur environ 2 millions au niveau national) et d'un rendement moyen d'environ 1,5 t/ha, nous estimons qu'au moins **400 000 hectares** de maïs se trouvent dans le Couloir Vert. Cependant, il s'agit en grande partie de cultures associées ou temporaires, et rarement de grandes monocultures continues. Si l'on considère la superficie *principalement consacrée* au maïs (culture pure), elle serait plutôt de l'ordre de 200 000 ha, le reste étant partagé avec d'autres cultures vivrières. Les plus fortes densités de maïs dans le Couloir se trouvent autour des grands axes peuplés (axe Kisangani-Banalia, bassin de Befale, etc.). Ce chiffre est cohérent avec la superficie totale cultivée (le maïs occupe environ 10-15% de la superficie agricole du Couloir, ce qui correspond aux pratiques observées).

3. Riz

Le riz en RDC est une culture en pleine expansion, stimulée par une forte demande urbaine. Le pays importe une grande partie du riz qu'il consomme, en raison d'une production locale insuffisante. Néanmoins, certaines régions du Couloir Vert offrent des conditions favorables à la culture du riz pluvial (culture de plateau) ou du riz irrigué dans les marais. Traditionnellement, le riz était cultivé dans les savanes marécageuses de l'ancien Équateur et dans les vallées de l'ancien Kivu.

Les zones du Couloir Vert : On peut citer la plaine de la **Ruzizi** (Sud-Kivu) - bien que géographiquement à l'est du Couloir principal, elle s'inscrit dans la dynamique Est-Ouest - où des périmètres irrigués existent depuis les années 1950. Plus directement dans le Couloir : les rizières des bassins de la **Tshuapa** (territoire de Boende en particulier), la vallée de la **Lomami** et certains affluents du Congo. Par exemple, la province de la Tshopo a encouragé la riziculture autour de Yangambi (l'INERA y menait des essais variétaux). Dans le Bas-Uele/Ituri également, le riz pluvial est cultivé par des personnes originaires du Sud-Soudan. La production nationale de riz paddy a été d'environ **990 000 tonnes en 2018**, dont la majeure partie a été consommée directement ou décortiquée localement. Dans le Couloir, on peut estimer que peut-être 30 % de ce volume y est produit (soit 300 000 tonnes de riz paddy), principalement dans les provinces Orientale et de l'Équateur.

Estimation de la superficie dans le Couloir Vert : Sur la base d'un rendement moyen faible (1,0-1,5 t/ha), la surface cultivée en riz dans le Couloir Vert est estimée entre **200 000 et 300 000 hectares**.

4. Autres cultures vivrières (plantain, arachide, etc.)

Enfin, le Couloir Vert abrite une multitude d'autres cultures vivrières considérées comme secondaires mais cruciales pour les régimes alimentaires et les revenus locaux : **bananes plantain** (et bananes douces), **légumineuses** (haricots communs, niébé/pois, arachides), **tubercules** (patates douces, taro), ainsi que divers légumes et fruits (ananas, agrumes, mangues, etc.). Prises individuellement, chacune de ces cultures occupe des surfaces plus petites que le manioc ou le maïs, mais collectivement, elles mobilisent une part importante des terres cultivées dans un système de polyculture.

La **banane plantain** mérite une mention spéciale : la RDC est le premier producteur mondial avec 4,7 millions de tonnes, principalement dans les régions forestières humides. Le Couloir Vert, qui traverse la ceinture forestière, comprend de grandes surfaces de banane plantain, par exemple : le long de la RN4 (les populations Nande et Mbuti cultivent la banane plantain en Ituri et au Nord-Kivu depuis des générations), et tout le bassin central où les bananes sont souvent cultivées dans des jardins familiaux. Nous estimons qu'il y a environ **200 000 hectares de bananiers plantains** dans le Couloir

Les légumineuses (arachides, haricots, soja) sont couramment cultivées en association avec le manioc ou le maïs. Par exemple, l'**arachide** est très répandue dans la province de l'Équateur - elle est semée en même temps que le maïs ou le manioc et couvre le sol en fixant l'azote. Sa surface dans le Couloir Vert peut être estimée à ~100 000 ha (souvent en mélange avec d'autres cultures). Le **haricot** (commun) est plus répandu à l'Est (Kivu, Maniema) sur peut-être 50.000 ha dans le Couloir, notamment en rotation après le maïs ou entre les jeunes plants de manioc.

Tableau récapitulatif de toutes les cultures

Province	Manioc	Maïs	Riz	Plantain	Autres cultures vivrières	Cacao	Café	Palmier à huile	Caoutchouc	Total cultivé
Bas-Uele	84 512	33 805	17 841	25 353	16 905	0	2 000	2 000	1 000	183 416
Équateur	23 954	9 581	5 057	7 186	4 793	0	3 000	11 000	1 000	65 571
Ituri	46 963	18 785	9 914	14 089	9 394	4 000	3 000	3 000	0	109 145
Kinshasa	27 054	10 821	5 711	8 116	5 413	0	0	0	0	57 115
Mai-Ndombe	32 730	13 092	6 909	9 819	6 547	0	1 000	5 000	0	75 097
Mongala	87 031	34 812	18 373	26 109	17 409	0	3 000	16 000	1 000	203 734
Nord-Kivu	403 406	161 362	85 163	121 021	80 683	8 000	8 000	2 000	0	869 635
Sud-Ubangi	36 674	14 669	7 742	11 002	7 337	0	1 000	5 000	0	83 424
Tshopo	382 736	153 094	80 799	114 820	76 550	3 000	3 000	19 000	1 000	834 999
Tshuapa	37 635	15 054	7 945	11 290	7 529	0	1 000	5 000	1 000	86 453
Total	1 162 695	465 075	245 454	348 805	232 560	15 000	25 000	68 000	5 000	2 567 589

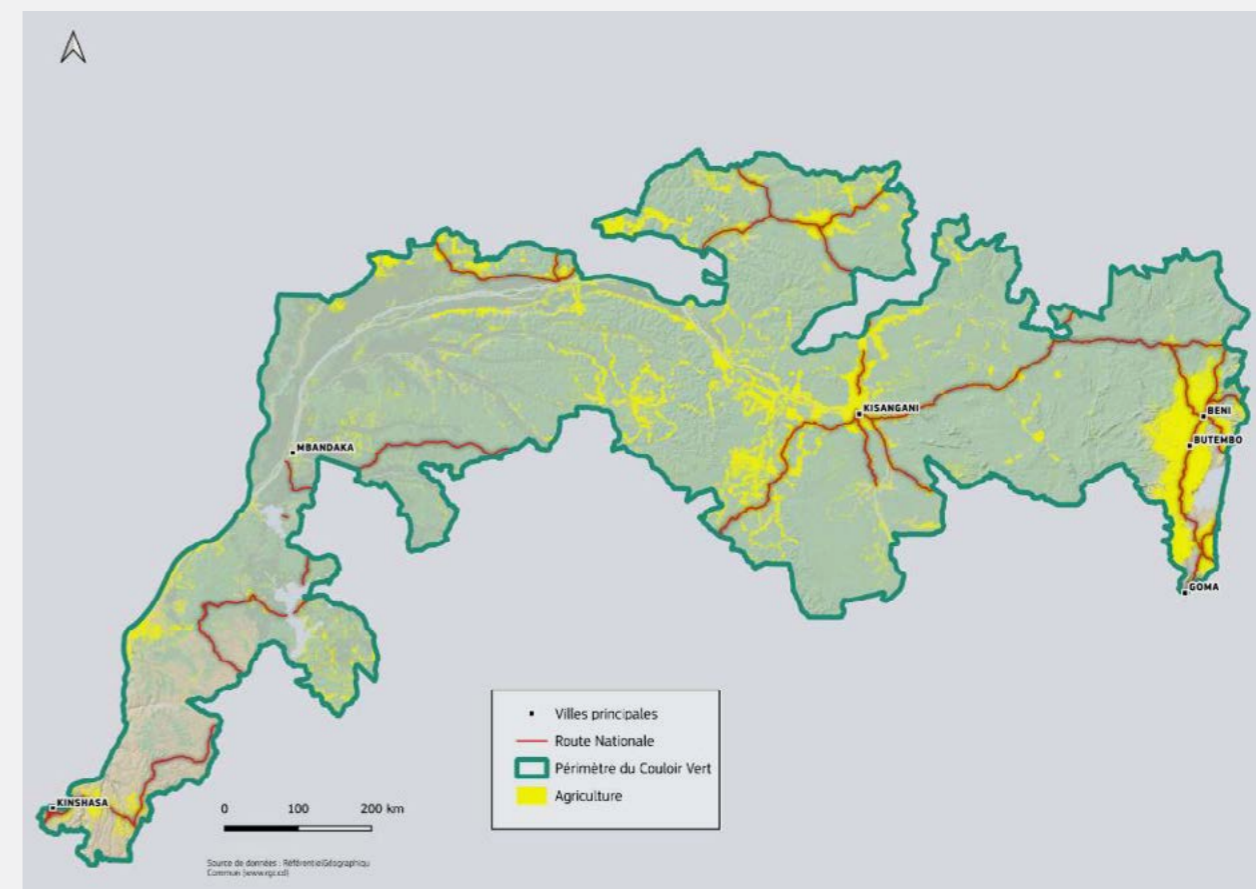


Fig 6 : Vue d'ensemble des zones agricoles dans le Couloir Vert

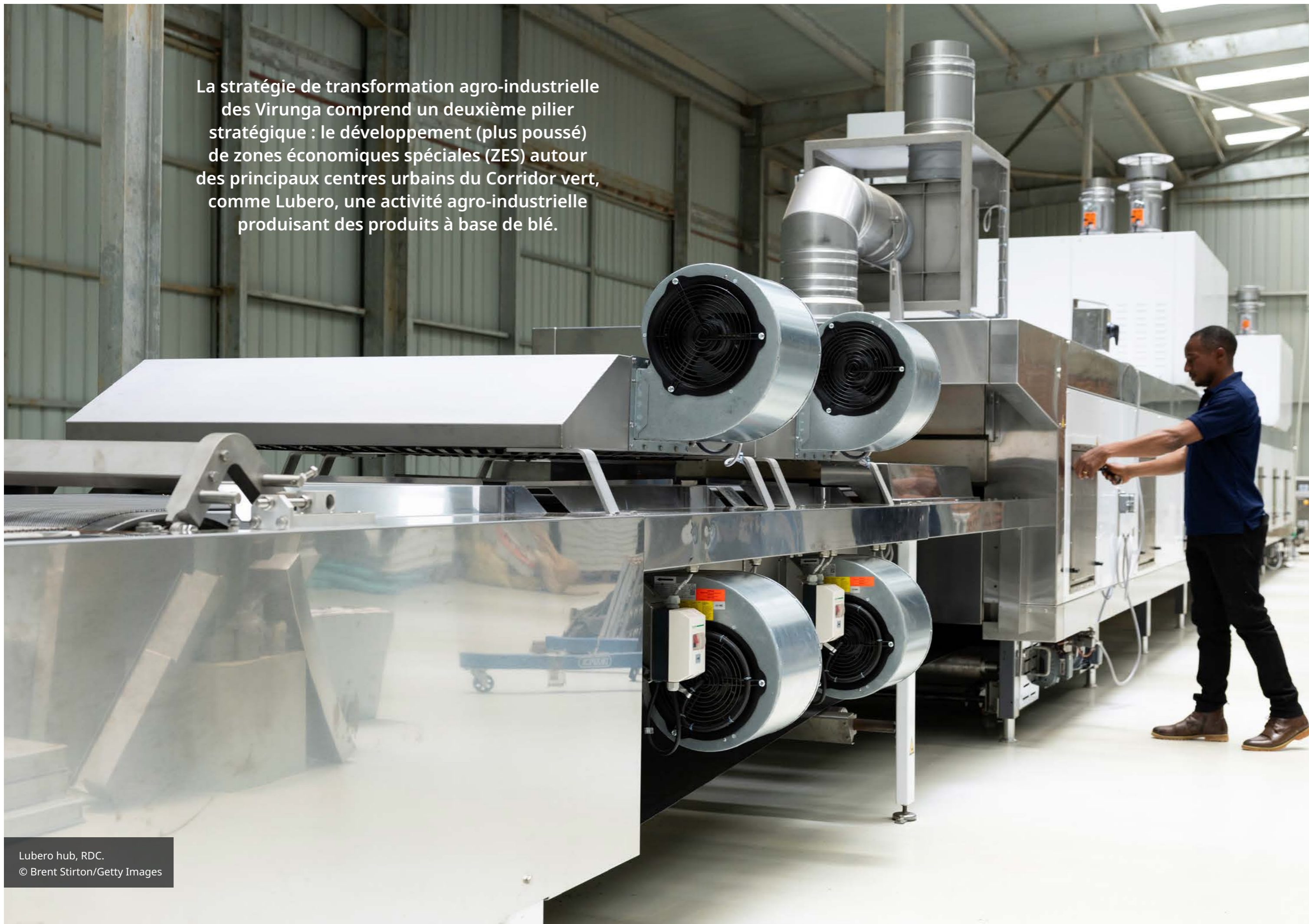
Stratégie de transformation agro-industrielle

FOBs et centres industriels pour favoriser la paix, le développement économique et la protection de l'environnement


Le parc national des Virunga est à l'origine d'un modèle innovant combinant conservation, sécurité et développement économique, connu sous le nom de "pôles industriels". Ces pôles intègrent trois éléments essentiels :

1. **Conservation et sécurité** : Chaque pôle dispose d'une base opérationnelle avancée (BOA) où travaillent des éco-rangers de l'ICCN. Ces gardes sont chargés non seulement de protéger la faune et les ressources naturelles du parc, mais aussi de faire respecter la paix et d'assurer la sécurité contre les groupes armés opérant dans la région.
2. **Développement économique** : Les pôles industriels comprennent des installations de transformation des produits agricoles à valeur ajoutée, notamment un centre de fermentation du cacao et une presse à huile de palme (capable de traiter 1 tonne par heure de fruits de palmier frais). Ces installations renforcent les communautés locales en créant des emplois, en stimulant l'activité économique et en améliorant l'accès au marché pour les produits agricoles.
3. **Impact sur la communauté** : En associant la sécurité à des opportunités économiques tangibles, les centres industriels des Virunga s'attaquent aux causes profondes de l'insécurité et de la déforestation, à savoir la pauvreté et le manque de moyens de subsistance, et favorisent ainsi une paix et un développement durables.

La stratégie de transformation agro-industrielle des Virunga comprend un deuxième pilier stratégique : le développement (plus poussé) de zones économiques spéciales (ZES) autour des principaux centres urbains du Corridor vert, comme Lubero, une activité agro-industrielle produisant des produits à base de blé.



Lubero hub, RDC.
© Brent Stirton/Getty Images

An aerial photograph showing an industrial facility, known as a 'pole industriel', situated in a clearing within a dense tropical forest. The facility consists of several buildings with green roofs and a large paved area. A dirt road runs along the perimeter of the site. The surrounding forest is lush and green, with many palm trees visible in the foreground.

Le Parc national des Virunga a mis au point un modèle innovant alliant conservation, sécurité et développement économique, connu sous le nom de « pôles industriels », comme Mangina. Ces pôles constituent des points cruciaux pour la transformation initiale (fermentation du cacao et pressage de l'huile de palme) avant l'exportation des produits.



Fig 7 : Exemple de pôle industriel à Mangina

La stratégie de transformation agro-industrielle des Virunga vise à favoriser une croissance économique durable, à renforcer la sécurité et à promouvoir la conservation en adaptant les solutions aux contextes régionaux spécifiques. Dans la **région orientale (de Beni à Kisangani)**, la stratégie met l'accent sur le déploiement de **pôles industriels** décentralisés, combinant des bases d'opérations avancées gérées par l'ICCN et dotées d'éco-rangers avec des unités de transformation agricole, ciblant spécifiquement les zones propices à la production de **cacao et d'huile de palme**. Compte tenu de l'environnement sécuritaire difficile, ces centres servent de points cruciaux pour la transformation initiale (fermentation du cacao et pressage de l'huile de palme) avant que les produits ne soient exportés vers les principaux centres économiques le long du Couloir, tels que **Kinshasa, Beni, Butembo, Goma, Kisangani et Mbandaka**. En revanche, l'approche adoptée dans les **régions du centre et de l'ouest** se concentre sur l'amélioration des chaînes de valeur pour les cultures dominantes au niveau local, notamment le **riz, le maïs, le manioc et les bananes, en tirant parti des** atouts agricoles existants. En adaptant les interventions aux conditions et aux cultures régionales, la stratégie de Virunga cherche à maximiser l'impact local, à stabiliser les communautés et à libérer durablement le potentiel économique de l'agriculture à travers la RDC.

Dix-neuf (19) sites prioritaires ont été identifiés pour le déploiement de pôles industriels, associés à une BOA, principalement dans la région de Beni - Kisangani (voir annexe 4 pour une liste détaillée des résultats), où se trouve la majeure partie de la production d'huile de palme et de cacao et de l'insécurité.

Les résultats préliminaires indiquent que le déploiement de 19 pôles industriels donnerait les résultats suivants :

1. Capacité de transformation (en huile de palme) : 78 615 tonnes / an d'huile de palme
2. CAPEX requis : 37,8 millions de dollars
3. Revenus générés : 48,9 millions de dollars par an
4. Bénéfices des centres industriels (à l'exclusion des activités de consolidation de la paix et de conservation) : 6,3 millions de dollars par an
5. Bénéfices (y compris les activités de consolidation de la paix et de conservation) : 1,4 million de dollars par an

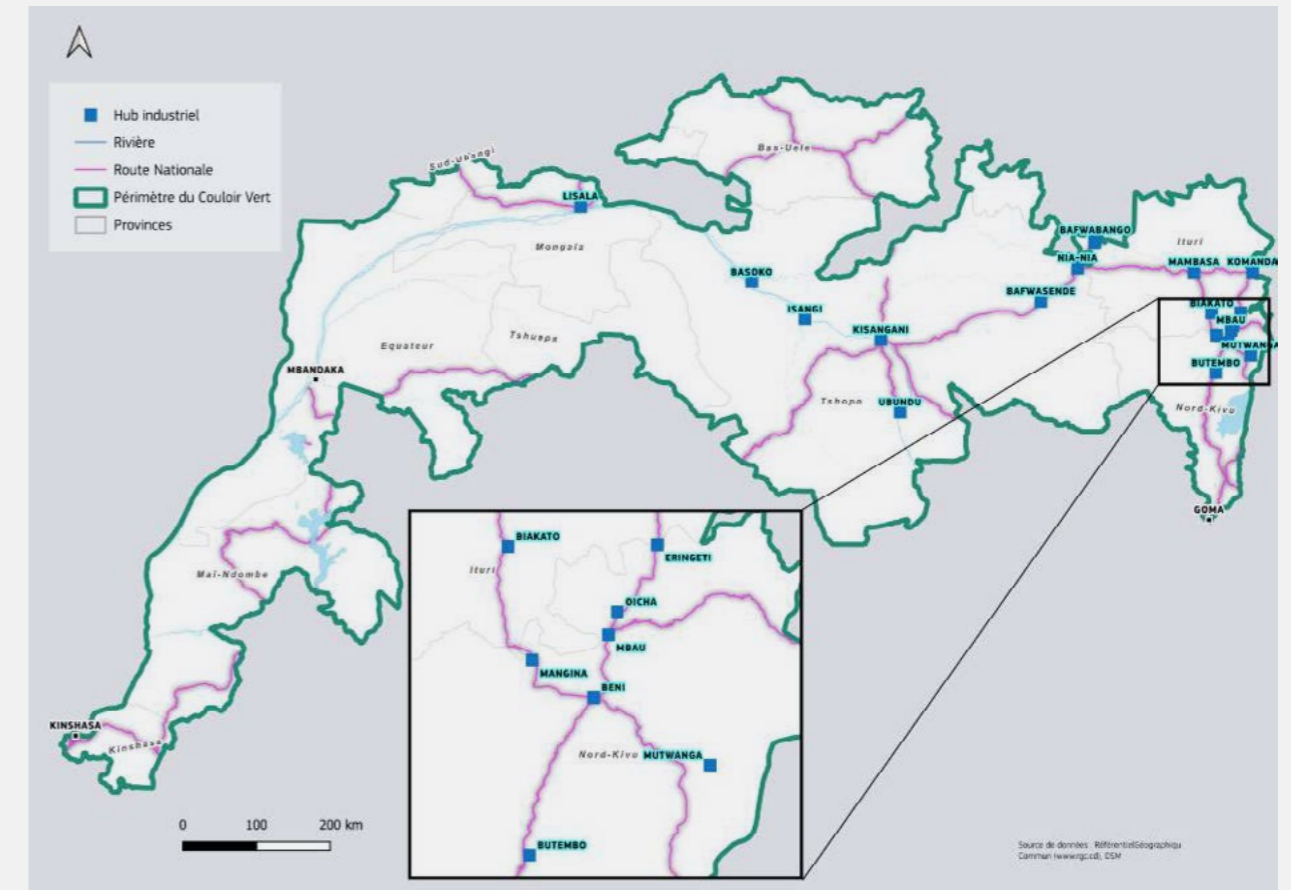


Fig 8 : Localisation des 19 pôles industriels

Dans l'ensemble, le déploiement de 19 pôles industriels est rentable et peut s'autofinancer, en supposant un coût du capital de 0 % (l'argent est prêté à un taux d'intérêt de 0 %). Le tableau ci-dessous donne un aperçu de la rentabilité en fonction de la taille de chaque pôle industriel, du niveau d'insécurité dans la région et du fait qu'il s'agit ou non d'un emplacement optimal pour la récolte de fruits de palmier et de cacao.

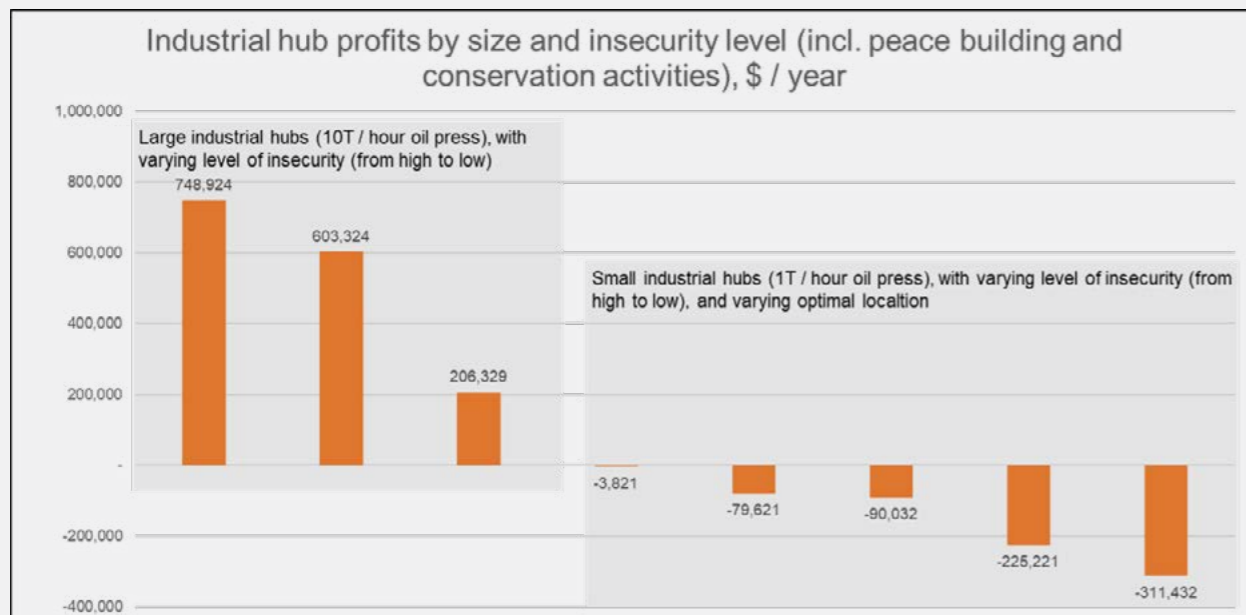


Fig 9 : Rentabilité des différents archétypes de pôles industriels

Industrial hub type	Transformation capacity, tons / year	CAPEX, \$	Revenues, \$ / year	Profits, \$ / year	Cashflow hub + FOB, \$ / year
10T - Medium insecurity - Expected	11,488	3,216,667	7,218,649	955,791	748,924
10T - High insecurity - Expected	11,488	3,316,667	7,218,649	955,791	603,324
10T - High insecurity - Actual	8,297	3,316,667	4,812,433	558,795	206,329
1T - Low insecurity - Expected	1,352	1,321,167	905,870	127,245	-3,821
1T - Medium insecurity - Expected	1,352	1,371,167	905,870	127,245	-79,621
1T - Low insecurity - Actual	976	1,321,167	566,169	41,035	-90,032
1T - High insecurity - Expected	1,352	1,471,167	905,870	127,245	-225,221
1T - High insecurity - Actual	976	1,471,167	566,169	41,035	-311,432

Fig 10 : tableau de la rentabilité et de la trésorerie (y compris la consolidation de la paix et la conservation) selon la taille du pôle industriel et le niveau d'insécurité⁹

Zones économiques spéciales dans les villes clés pour une deuxième étape de l'agro-transformation

La stratégie de transformation agro-industrielle des Virunga comprend un deuxième pilier stratégique - le **développement (ultérieur) de zones économiques spéciales (ZES)** autour des principaux centres urbains du Couloir Vert.

⁹ Voir la section sur la méthodologie pour plus de détails.

transformation agro-industrielle en raison de leur capacité à offrir une solution aux défis structurels inhérents à l'environnement des affaires congolais. Dans un pays caractérisé par une forte pression fiscale, une complexité administrative et des déficits d'infrastructure, les ZES offrent un cadre fiscal avantageux - y compris des exonérations fiscales significatives et des droits de douane réduits - qui peut attirer des investisseurs qui pourraient autrement hésiter en raison des risques et des coûts opérationnels. En outre, en concentrant les activités agro-industrielles à valeur ajoutée dans des zones géographiques clairement définies, les ZES favorisent de puissantes synergies entre les industries de transformation, les fournisseurs de logistique et les promoteurs d'énergies renouvelables, améliorant ainsi l'efficacité opérationnelle globale et la rentabilité. Cette concentration favorise également les investissements à grande échelle et les économies d'échelle, en centralisant les activités de transformation pour améliorer la productivité, accroître la compétitivité du marché et, en fin de compte, accélérer la croissance économique et la création d'emplois dans la région. Virunga vise à se positionner en tant que **premier investisseur et "premier preneur de risque"** au sein des zones économiques spéciales (ZES), allumant ainsi l'étincelle initiale essentielle de l'activité économique. En assumant ce rôle d'investisseur d'ancrage, Virunga espère démontrer sa confiance dans la viabilité et le potentiel de ces zones, réduisant ainsi de manière significative le risque perçu par les nouveaux entrants du secteur privé. Ce positionnement stratégique devrait attirer de nouvelles entreprises privées - de grande envergure - qui peuvent tirer parti de l'infrastructure, des services et du dynamisme économique initiés par Virunga pour établir leurs propres entreprises indépendantes dans les ZES. Grâce à cette approche catalytique, Virunga cherche non seulement à favoriser un écosystème diversifié et prospère d'entreprises, mais aussi à assurer une croissance économique verte durable, la création d'emplois et le développement régional.

Six ZES sont envisagées pour servir de pôles de croissance économique dans des lieux stratégiques à proximité des six villes clés du Couloir Vert :

- **Maluku** (desservant Kinshasa, déjà établie formellement par un acteur indépendant),
- **Nyiragongo** (desservant Goma, déjà établi par Virunga mais sans le statut officiel de ZES),
- **Mutwanga** (desservant Beni et Butembo, déjà établi par Virunga mais sans le statut officiel de ZES),
- **Lubero** (desservant Beni et Butembo, déjà établi par Virunga mais sans le statut officiel de ZES).
- **Kisangani**, et
- **Mbandaka**.

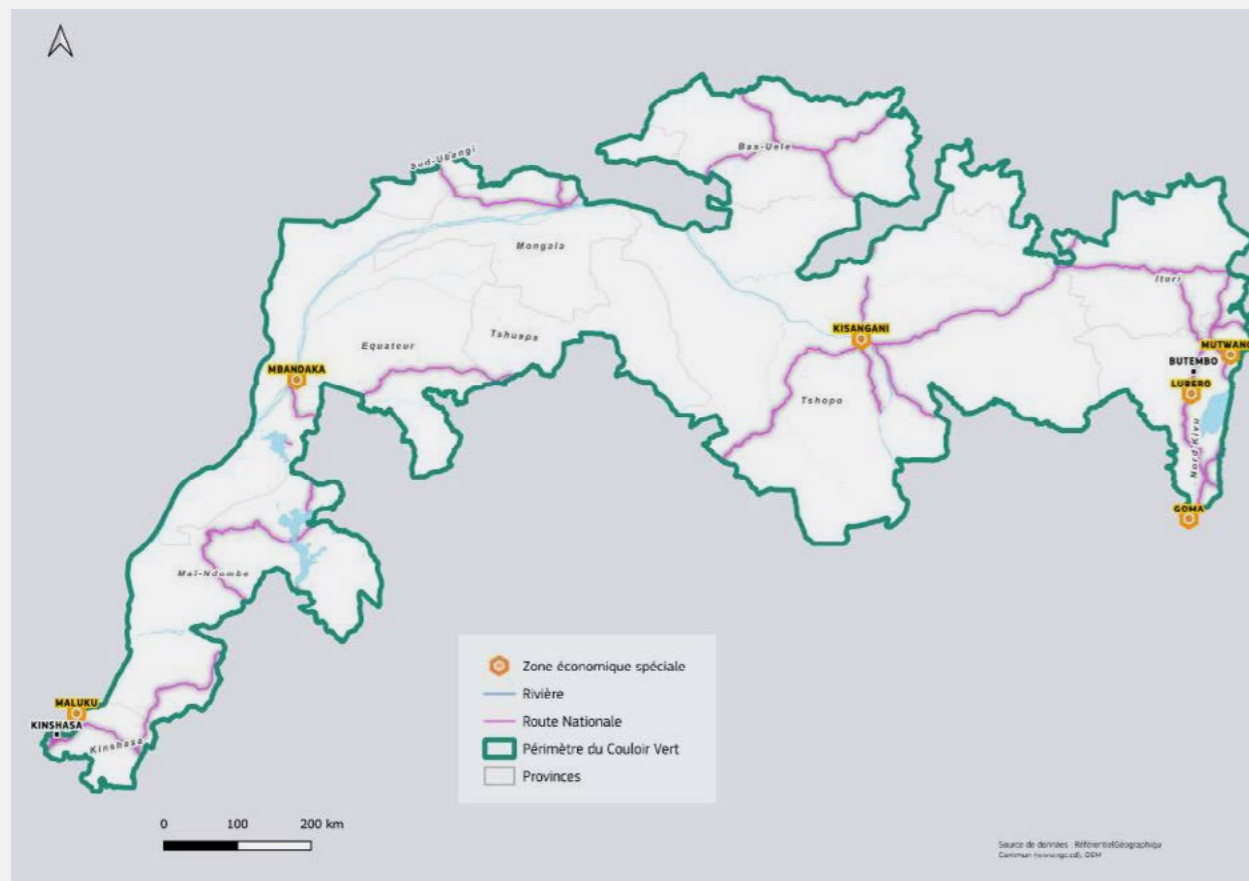


Fig 11 : Vue d'ensemble des zones économiques spéciales proposées

Ces zones sont stratégiquement positionnées à proximité des grandes villes et sont spécifiquement conçues pour accueillir des installations agro-alimentaires de pointe pour les cultures locales abondantes telles que le maïs, le manioc et le blé. En outre, ces ZES constituent une **étape de transformation de deuxième niveau** pour des produits de base tels que le cacao et l'huile de palme, initialement traités dans des centres industriels décentralisés. En permettant une plus grande valeur ajoutée, les produits de ces zones, tels que la farine, l'huile de palme raffinée, les dérivés du cacao et les aliments emballés, peuvent augmenter de manière significative la valeur marchande, la rentabilité et la compétitivité. Une fois transformés, ces produits à haute valeur ajoutée sont acheminés vers les principaux marchés urbains en utilisant les réseaux de transport fluvial et routier, ce qui facilite une plus grande intégration du marché, stimule le développement économique local et renforce la sécurité alimentaire globale et la résilience économique de la région.

Chaîne de valeur agricole



Fig 12 : chaîne de valeur agricole envisagée au sein du Couloir Vert

Dans le cadre de cette étude préliminaire, il a été supposé que Virunga contribuerait au développement de chaque zone économique spéciale dans une certaine mesure, comme décrit ci-dessous.

Au total, en plus des zones déjà développées (par exemple à Goma, Lubero, Mutwanga et Maluku), Virunga pourrait développer 80 ha supplémentaires dans les 6 différentes ZES :

1. **Investissement requis** : ~34,2 - 48,8 millions de dollars ; cela comprendrait le développement de l'accès à l'électricité, à l'eau, aux routes de base à l'intérieur de la zone et un pourcentage de hangars pré-construits sur la surface du terrain. Le coût de l'investissement a été estimé sur la base des expériences précédentes de Virunga dans le développement de zones industrielles au Nord-Kivu (pour un coût approximatif d'environ 0,6 million de dollars par hectare).
2. **Revenus** : 3,4 millions de dollars par an ; ce chiffre est basé sur la tarification en vigueur dans les zones industrielles de Virunga.
3. **EBITDA** : 2,7 millions de dollars par an

L'investissement dans les zones économiques spéciales devrait être rentable d'un point de vue opérationnel mais agirait principalement comme un investissement catalyseur. Les hectares à développer et le coût exact par ZES devront faire l'objet d'une analyse plus approfondie dans le cadre d'études ultérieures.



Les pôles industriels collectent les cultures fraîchement récoltées et constituent la première étape de l'agro-transformation.

Transformation de l'huile de palme.
Béni, Est de la RDC
© Guerchom Ndebo

ZES	Kisangani	Goma	Mbandaka	Maluku	Mutwanga	Lubero	Total
Hectares to be developed	50	10	10	0	10	0	80
Cost without hangar	21,346,154	4,269,231	4,269,231	-	4,269,231	-	34,153,846
Cost with 10% of land with hangars	30,480,769	6,096,154	6,096,154	-	6,096,154	-	48,769,231
Revenues per ZES	2,100,000	420,000	420,000	-	420,000	-	3,360,000
EBITDA	1,680,000	336,000	336,000	-	336,000	-	2,688,000

Fig 13 : ce à quoi pourrait ressembler un investissement supplémentaire dans les ZES dans les 6 villes clés

Installations de transformation des cultures clés

Chaque zone économique spéciale servirait de centre d'installations de transformation pour chaque culture clé présente autour des six villes clés. Dans cette section, nous donnons un aperçu de haut niveau de ce à quoi cela pourrait ressembler à moyen terme. Elle intègre à la fois les plans existants des Virunga (déjà en cours dans l'est de la RDC) et de nouveaux développements - potentiels.

Chaque zone économique spéciale serait équipée d'une usine de production de biodiesel, afin d'assurer la décarbonisation du transport, tout en réduisant le coût du carburant d'environ 10 %. La ZES occidentale traiterait principalement le manioc, tandis que la ZES orientale serait plus diversifiée, en raison de l'agriculture très fertile et diversifiée du Nord-Kivu.

1. Kisangani : riz, banane, manioc en plus de l'huile de palme
2. Mutwanga : cacao, huile de palme et café
3. Lubero : blé
4. Goma : maïs

Nous présentons ci-dessous un tableau récapitulatif de ce que pourraient être les installations de transformation dans les six zones économiques spéciales, ainsi que leur capacité de transformation respective proposée.

ZES transformation capacity	Rice	Maize	Manioc	Coffee	Cocoa	Banana	Wheat	Refinery + soap	Biodiesel
Kisangani	100 t / day		100 t / day			50 t / day			10m ³ / day
Goma		500 t / day							10m ³ / day
Mbandaka			100 t / day						10m ³ / day
Maluku			100 t / day			50 t / day			10m ³ / day
Mutwanga					200 t / day + 1000 t / year 30 t / month			300 t / day + 800 t / month	10m ³ / day
Lubero							200 t / day		10m ³ / day

Fig 14 : à quoi pourraient ressembler les installations de transformation dans les 6 zones économiques spéciales

Le développement de ces installations de transformation pourrait donner les résultats suivants à long terme (très préliminaires) :

1. **Capacité de transformation** : 634 000 tonnes de produits agricoles transformés chaque année en produits à valeur ajoutée
2. **Investissement requis** : 159,6 millions de dollars de CAPEX pour la mise en place des nouvelles installations de transformation ; y compris un investissement important dans la chaîne de valeur en amont (amélioration des rendements et des meilleures pratiques des agriculteurs).
3. **Revenus** : 596,7 millions de dollars de revenus annuels
4. **EBITDA** : 70,5 millions de dollars d'EBITDA annuel

Les résultats présentés dans cette section doivent être considérés comme exploratoires, étant donné qu'ils dépendent fortement de plusieurs hypothèses clés sous-jacentes, en particulier dans le contexte de la République démocratique du Congo, où l'environnement sécuritaire actuel et le paysage fiscal complexe peuvent affecter de manière significative la performance financière et la rentabilité des entreprises agro-industrielles. Les fluctuations des conditions de sécurité peuvent avoir un impact sur la continuité opérationnelle, les chaînes d'approvisionnement et la logistique, tandis que les variations ou les incertitudes du régime fiscal - telles que les changements dans les politiques fiscales ou les cadres réglementaires - peuvent modifier considérablement les structures de coûts et les prévisions de revenus. Par conséquent, bien que les résultats présentés fournissent des indications précieuses sur les scénarios potentiels, ils doivent être interprétés avec prudence.



Transformation du cacao, Mutwanga, Est de la RDC. © Virunga Origins

TRANSPORT

Concept de transport
sur les principaux fleuves du
bassin du Congo



Des véhicules robustes sont nécessaires pour circuler sur des routes dégradées.
© Brent Stirton/Getty Images

Transport

État des infrastructures de transport

L'infrastructure le long du Couloir Vert - y compris les routes, les aéroports, le transport fluvial et les ports - est confrontée à des défis importants, ce qui freine la croissance économique et l'intégration régionale en République démocratique du Congo (RDC). **Les réseaux routiers** sont dans l'ensemble en mauvais état, avec une dégradation importante et un nombre limité de tronçons revêtus, ce qui entraîne des temps de transit longs, des coûts élevés et l'isolement de nombreuses communautés. **Les aéroports**, bien que nombreux, ont souvent une capacité limitée et des installations vieillissantes, ce qui nuit à leur fiabilité et à leur sécurité opérationnelle. **Le transport fluvial** sur le fleuve Congo, le deuxième plus grand fleuve du monde en termes de débit, reste gravement sous-utilisé en raison d'un dragage inadéquat, du manque d'aides à la navigation, de la vétusté des navires et d'une maintenance insuffisante. Cette situation limite considérablement le potentiel de transport intérieur rentable. De même, les **infrastructures portuaires - essentielles** pour la manutention des marchandises le long du fleuve - sont pour la plupart délabrées (voir détails supplémentaires dans l'*annexe 1 - "rapports d'étude approfondie - transport"*), manquant d'équipements de manutention modernes, d'installations de stockage et d'infrastructures de quai adéquates, ce qui entraîne des encombrements, des inefficacités et des retards. Malgré ces contraintes considérables, les investissements stratégiques dans la réhabilitation et la modernisation des infrastructures offrent un potentiel important pour débloquer le développement économique, renforcer le commerce régional et améliorer les moyens de subsistance le long de ce Couloir de transport essentiel.

Routes

Les ensembles de données existants sur l'état de l'infrastructure routière sont pour la plupart obsolètes et surestiment généralement l'état de l'infrastructure (par exemple, certaines routes, dont on sait qu'elles sont gravement dégradées, sont encore déclarées comme étant pavées). Par conséquent, nous nous limitons à présenter une vue d'ensemble des routes situées dans le Couloir Vert. Des détails supplémentaires peuvent être trouvés dans l'*annexe 6 - Matrice des distances entre les villes*.

Le Couloir Vert de la République démocratique du Congo (RDC) englobe des centres urbains clés tels que **Kinshasa, Goma, Beni, Butembo, Kisangani** et **Mbandaka**. L'infrastructure routière reliant ces villes est vitale pour les activités économiques, mais elle est confrontée à des défis importants. On peut supposer qu'une voiture ou un camion roule, sur une route dégradée, à une vitesse de 5 à 10 km/heure.

- **De Kinshasa à Mbandaka** : La seule route reliant directement Kinshasa à Mbandaka passe par Kananga et suit des portions des RN1, RN7 et RN8 sur un trajet de plus de 2 500 km. La seule option crédible pour voyager entre les deux villes est le fleuve Congo.
- **De Mbandaka à Kisangani** : Mbandaka est reliée à Kisangani soit par le fleuve Congo, soit par une route d'environ 1 200 km qui suit les RN7 et RN8.
- **De Goma à Kisangani** : Il y a deux options, toutes deux avec des conditions routières dégradées, pour voyager de Goma à Kisangani par la route :
 - Un voyage de 1 000 km en suivant la RN2 (nord), puis la RN4 (ouest), en passant par Beni et Butembo.
 - Un voyage de 800 km en suivant la RN3 (nord-ouest) en passant par Walikale.

Il convient de noter que, s'appuyant sur des efforts antérieurs, le gouvernement de la RDC a signé en novembre 2019 un protocole d'accord avec China Communications Construction Company (CCCC) pour le bitumage d'un tronçon de 670 kilomètres de la route N4, reliant Kisangani, Bafwasende, Niania, Mambasa et Beni. Ce projet visait à améliorer les transports entre ces villes clés, en s'attaquant en particulier aux problèmes posés pendant la saison des pluies, lorsque la route devient souvent impraticable. Ce nouveau développement pourrait changer la dynamique du transport entre l'est de la RDC et Kisangani s'il se concrétise.

Ci-dessous, nous donnons un aperçu des routes existantes dans le Couloir Vert, réparties par type : (1) les routes nationales en rouge, et (2) les routes provinciales en jaune.

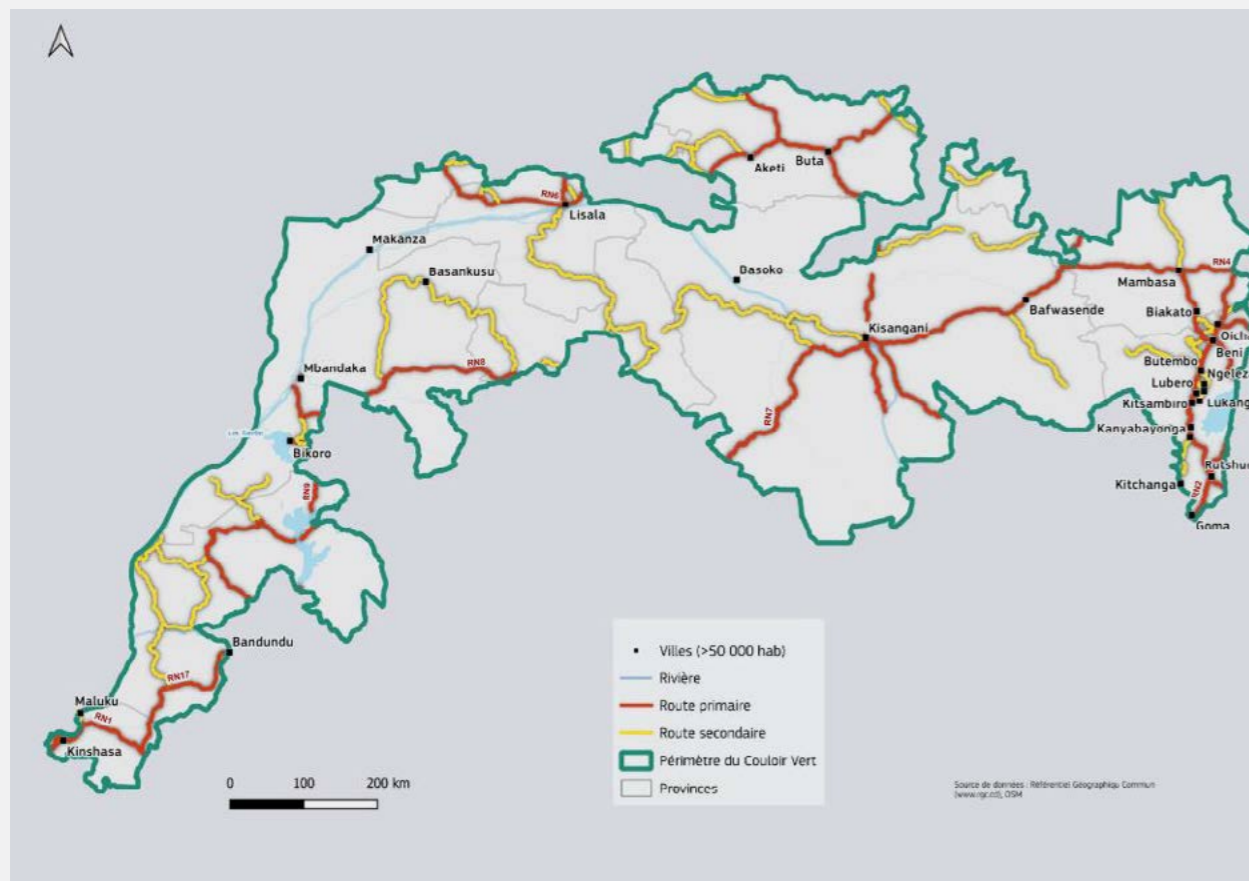


Fig 15 : Vue d'ensemble des routes provinciales et nationales existantes dans le Couloir Vert

Fleuves et ports

Comme pour les routes, l'état des infrastructures fluviales en RDC est très limité.

L'état des installations portuaires le long du fleuve Congo est un facteur essentiel de l'efficacité du transport. **Kisangani, Mbandaka et Kinshasa** sont trois ports fluviaux clés qui ont tous souffert d'années de sous-investissement et de dommages causés par la guerre :

- Kisangani** : Ce port fluvial en amont (terminus de la navigabilité) dispose d'**installations très vétustes**. Les entrepôts et les quais sont en mauvais état et le matériel de manutention est rare ou ancien. Sur la rive opposée, un port ferroviaire de la SNCC est "*presque abandonné*". Des efforts de réhabilitation du port principal ont été entrepris - le gouvernement a estimé à **5 millions de dollars le montant** nécessaire pour réparer les dégâts causés par l'érosion, reconstruire le **terminal à conteneurs**, réparer les entrepôts et acheter de nouvelles grues et de nouveaux chariots élévateurs à fourche. En 2013, la réhabilitation du port de Kisangani a commencé, mais il reste encore beaucoup à faire. **Une nouvelle grue de taille modeste** a été installée avec l'aide de donateurs, ce qui a légèrement amélioré la productivité du chargement. Dans l'ensemble, la capacité est limitée et les grands navires doivent faire la queue pour décharger pendant les saisons de pointe. Les rapports sur le terrain mentionnent que les grues sont limitées à des poids inférieurs à 14 tonnes.
- Mbandaka** : Le port intermédiaire de Mbandaka (province de l'Équateur) dispose d'une infrastructure très rudimentaire. Il sert principalement de point de ravitaillement et de transbordement. En raison d'années de négligence, le **stockage à quai** est minime et de nombreux navires s'échouent simplement sur la berge pour charger/décharger. Il y a peu d'équipements mécanisés et les cargaisons sont souvent manipulées. Malgré ces contraintes, Mbandaka reste une étape importante, mais elle illustre les **"graves problèmes d'entretien"** le long du fleuve. Des investissements importants seraient nécessaires pour construire des jetées et des entrepôts adéquats à Mbandaka.
- Kinshasa** : Le port fluvial de la capitale est la porte d'entrée vers l'intérieur du pays. Il accueille les barges en provenance de Kisangani, de la rivière Kasai et de la rivière Ubangi. L'infrastructure portuaire de Kinshasa est vieillissante et encombrée. Selon la SFI, les quais et les grues du port sont "*délabrés ou non opérationnels*", ce qui "*réduit la productivité*". La maintenance a été irrégulière - par exemple, les principaux portiques tombent fréquemment en panne, ce qui ralentit la manutention des conteneurs. Ces dernières années, une concession privée du port maritime voisin de Matadi a investi dans l'équipement, mais le port fluvial de Kinshasa, sous l'égide de la SCTP, a pris du retard. Le dragage est également un problème ; l'accumulation de sédiments au port de passagers de Beach Ngobila et au port de marchandises limite le tirant d'eau. Dans l'ensemble, le port fluvial de Kinshasa ne peut plus gérer efficacement le volume de trafic, ce qui entraîne des retards et des coûts plus élevés. L'état de délabrement actuel du port fluvial de Kinshasa et d'autres ports fluviaux reste un **"grave inconvénient"** pour un transport efficace. Des ports privés sont apparus à Kinshasa pour offrir une bien meilleure alternative et répondre aux besoins des entreprises privées, mais leur portée reste limitée.



Aménagement d'une piste
d'atterrissage, Est de la RDC.
© Virunga Foundation

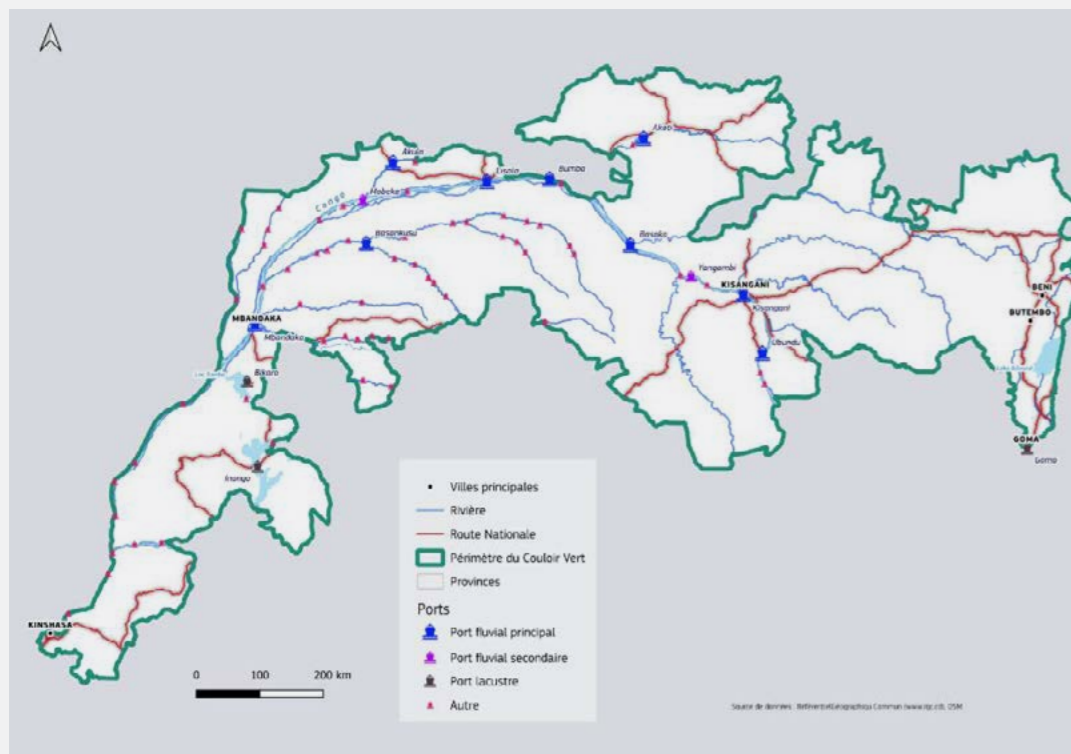


Fig 16 : Vue d'ensemble des ports existants dans le Couloir Vert

Aéroports

Le Couloir Vert compte une multitude de pistes d'atterrissage privées et publiques dans son périmètre. Cependant, comme pour les routes et les ports, la plupart des pistes d'atterrissage sont en mauvais état, ce qui les rend inutilisables pour les voyages commerciaux. Il convient de noter que les villes clés sont généralement bien desservies par les compagnies aériennes commerciales.

Malgré son coût élevé, la plupart des transports de marchandises entre l'est et l'ouest de la RDC se font actuellement par voie aérienne en raison de la disponibilité limitée ou de la crédibilité d'autres options telles que le transport routier et fluvial, en particulier pour le transport de produits frais.

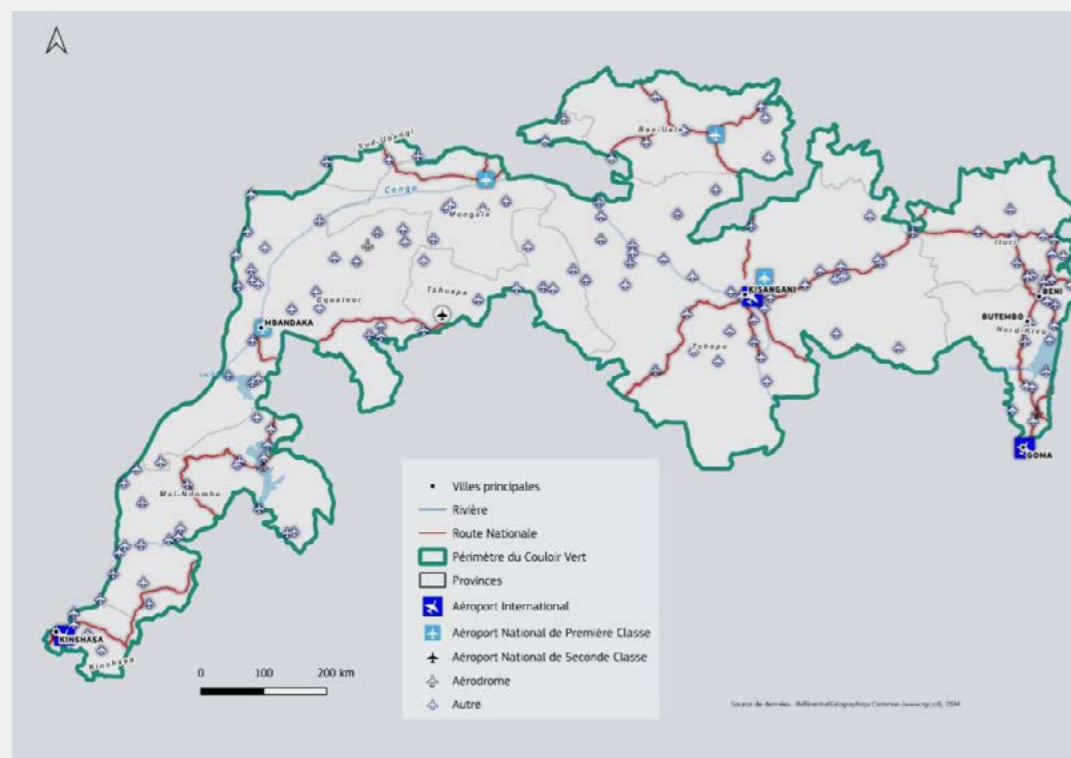


Fig 17 : aperçu des pistes d'atterrissage existantes dans le Couloir Vert

Possibilités d'amélioration

Le transport est un élément clé de cette étude de développement et constitue le chaînon manquant entre la production et la consommation en RDC. Alors que la majeure partie de la production agricole et de la transformation prévue se fera dans l'est de la RDC, le marché principal reste Kinshasa. Il est donc essentiel de prendre en compte les modalités de transport de ces produits, avec l'objectif d'exporter jusqu'à 1 million de tonnes, vers Kinshasa - ou toute autre ville clé au sein du Couloir Vert.

Dans cette section, nous mentionnons quelques éléments qui constituent des obstacles au transport de quantités importantes de produits agricoles dans le Couloir Vert. Une étude détaillée serait nécessaire pour estimer le coût des investissements requis pour éliminer ces obstacles et ne fait pas partie du champ d'application du présent document.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, deux liaisons de transport essentielles se trouvent dans le Couloir Vert :

1. Le tronçon routier de Goma à Kisangani (RN2 / RN4 ou RN3)
2. Le tronçon de rivière de Kisangani à Kinshasa

Le tronçon routier (~670 km), actuellement non revêtu et quasiment impraticable pendant la saison des pluies, devrait être réhabilité et revêtu par une entreprise chinoise dans les années à venir. Les travaux semblent être en cours. La réhabilitation de ce tronçon routier représenterait une amélioration significative de la connectivité de l'est de la RDC avec Kisangani et Kinshasa.

Le tronçon fluvial soutient principalement le **commerce informel et semi-formel**, facilité en grande partie par des barges privées ou exploitées de manière informelle et des bateaux plus petits connus sous le nom de **baleinières**. Les barges voyagent souvent en grands convois, transportant des marchandises diverses, notamment des produits agricoles (manioc, maïs, riz), du bois, du carburant, des matériaux de construction et des biens de consommation. Des passagers sont également transportés, souvent dans des conditions précaires en raison de mesures de sécurité inadéquates et de la surpopulation.

Sur le plan opérationnel, le système de transport fluvial est caractérisé par des **navires vieillissants et mal entretenus**, ce qui se traduit par des voyages lents et inefficaces. Les trajets entre les principaux ports tels que Kisangani et Kinshasa (~1 750 km par voie fluviale) durent fréquemment de **trois semaines à plusieurs mois**, en fonction des niveaux d'eau, de l'état des navires et de la disponibilité de la cargaison. En raison de la médiocrité des infrastructures de navigation (dragage limité, absence d'aides à la navigation fiables et fluctuations saisonnières des niveaux d'eau), la navigation reste difficile, en particulier pendant la saison sèche.

L'infrastructure portuaire le long du fleuve est généralement obsolète et très limitée. Les principaux ports, notamment Kisangani, Mbandaka et Kinshasa, souffrent d'une capacité de quai insuffisante, d'installations de stockage détériorées, d'équipements de chargement obsolètes (par exemple, 14 tonnes maximum par conteneur à Kisangani) et d'une congestion chronique. En outre, le transport fluvial est confronté à des **points de contrôle informels et à des goulets d'étranglement administratifs fréquents**, ce qui entraîne des retards imprévisibles et des coûts de transaction plus élevés.

En plus d'un investissement significatif dans la réhabilitation de l'infrastructure, il existe une opportunité de développer davantage l'activité de transport le long du fleuve Congo. Il n'existe aucune entreprise privée ou publique offrant un transport adéquat pour les produits agricoles frais (ou toute autre marchandise nécessitant des soins attentifs). Il existe une opportunité claire pour un acteur privé de jouer un rôle majeur dans l'amélioration de la quantité et de la qualité des services de transport en offrant, par exemple, des cargaisons réfrigérées, des transports conteneurisés et des livraisons prévisibles.

Opportunités potentielles pour les entreprises

Comme nous l'avons déjà mentionné, il existe une opportunité pour les entreprises privées de jouer un rôle de plus en plus important dans le secteur du transport sur le fleuve Congo. Dans cette section, nous fournissons provisoirement une estimation de ce que le développement d'un acteur privé sérieux dans le domaine du transport exigerait en termes de ressources financières et de rendement dans le contexte des ambitions de Virunga de transformer jusqu'à 1 million de tonnes de produits agricoles ¹⁰. Il convient de noter que cela n'inclut pas les investissements dans les infrastructures portuaires ou routières qui sont supposées être gérées par le gouvernement.

Coût actuel du transport

Bien que peu développée, l'exportation de produits de l'est de la RDC vers Kinshasa reste possible. Il existe deux options principales :

1. Par avion : rapide et cher
2. Par route et par rivière : lent mais moins cher

Actuellement, les coûts approximatifs sont les suivants pour un kg de marchandises. Le transport aérien coûte environ 1,80 \$/kg, tandis que le transport routier et fluvial coûte entre 0,28 et 0,42 \$/kg, mais prend des mois avant d'arriver à destination.

Transport section	Travel type	Cost (\$ / kg)
Goma -> Beni	Road	0.14
Beni -> Kisangani	Road	0.20
Kisangani -> Kinshasa	River	0.08
Goma -> Kinshasa	Air	1.80

Fig 18 : aperçu des options de coûts de transport de l'est de la RDC à Kinshasa

En supposant que 100 % de tous les produits agricoles, tels que calculés dans la section "Agriculture" du présent rapport, soient exportés de Goma vers Kinshasa, cela représente une opportunité de marché non négligeable de 1,5 milliard d'euros.

1. ~301 millions de dollars par route et par voie fluviale
2. ~1 283 millions de dollars par avion

Résultats préliminaires

L'exportation de tous les produits vers Kinshasa représenterait ¹¹

- 36 365 conteneurs de 40 pieds, en supposant une charge maximale de 28 tonnes par conteneur et une charge moyenne des conteneurs de 70 %.
- 51 barges nécessaires pour transporter les produits tout au long de l'année, en supposant une capacité de transport effective par bateau de 1250 T, et ~11 voyages par bateau par an.

La mise en place de la flotte de barges nécessaire aurait les implications financières suivantes :

4. **CAPEX requis** : 304 millions de dollars investis dans de nouvelles barges (sans compter le coût des conteneurs de 40 pieds)
5. **Recettes potentielles** : 119 millions de dollars par an (à l'exclusion du transport routier et des sources de revenus supplémentaires telles que la manutention des conteneurs, le dédouanement, etc.)
6. **EBITDA** : ~35 millions de dollars par an

Cependant, nos recherches indiquent qu'en raison du prix déflaté par t-km du transport fluvial, il serait difficile d'atteindre le seuil de rentabilité. Des sources de revenus supplémentaires - ou un pouvoir de fixation des prix plus élevé - seraient nécessaires pour rendre le transport fluvial rentable et pouvoir concurrencer les acteurs informels.

¹⁰ Une étude plus détaillée est en cours d'élaboration mais n'est pas disponible à la date de clôture du présent rapport.

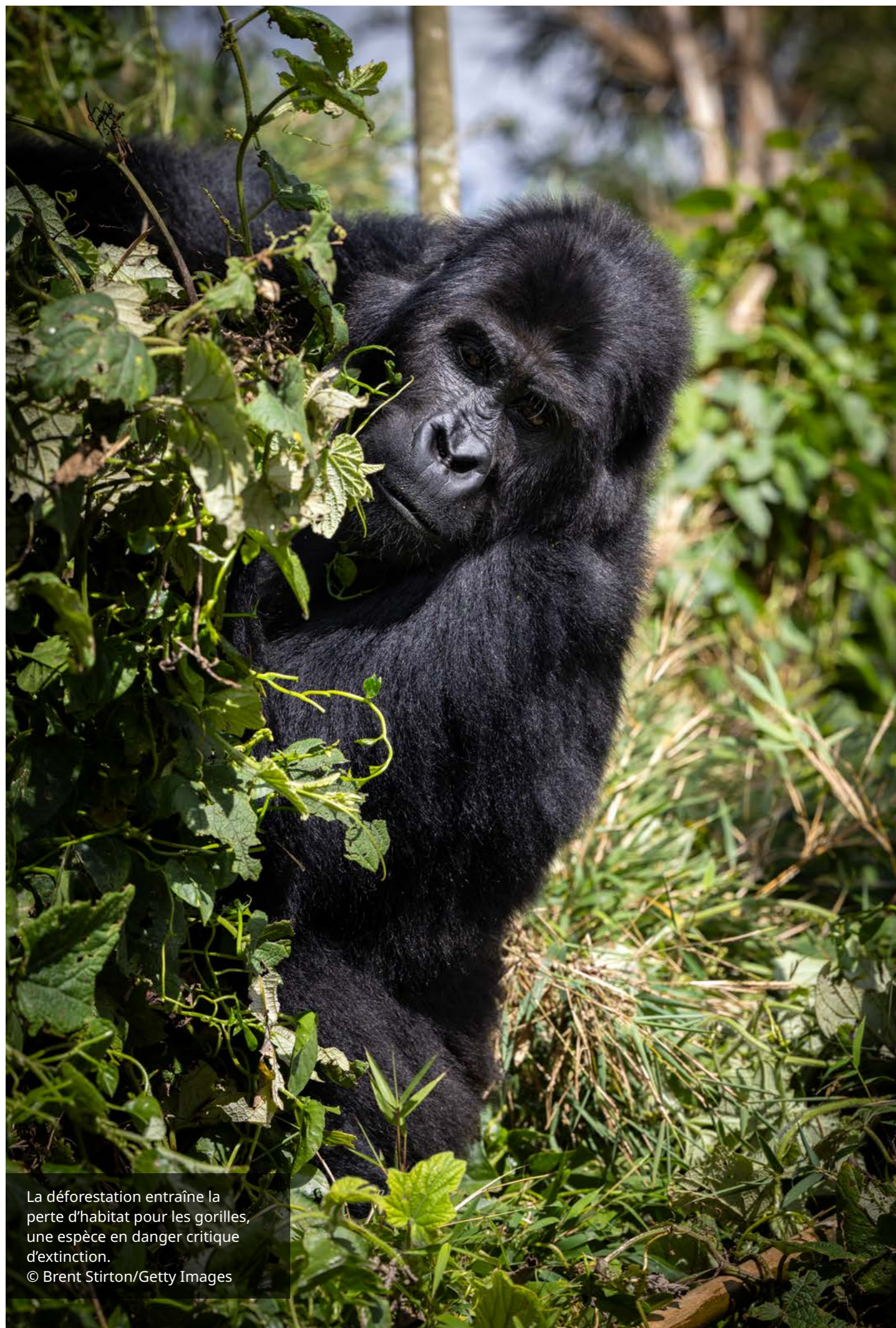
Dans cette section, pour fournir des estimations initiales, on supposera que tous les produits agricoles des centres industriels (78 615 tonnes) et des principales installations de transformation (634 144 tonnes) sont exportés de Goma à Kinshasa. En réalité, une proportion importante des produits agricoles sera consommée localement ou sur d'autres marchés principaux (par exemple, les autres villes clés du Couloir Vert) ou sur les marchés internationaux (par exemple, pour le chocolat).

¹¹ Les hypothèses sont basées sur une étude préliminaire du marché mais supposent également un certain gain d'efficacité par rapport aux opérations existantes le long du fleuve Congo (par exemple, en termes de temps de manutention dans les installations portuaires, d'optimisation de la charge par conteneur, etc.)



Fleuve Congo, Est de la RDC.
© Brent Stirton/Getty Images

FINANCE CARBONE



La déforestation entraîne la perte d'habitat pour les gorilles, une espèce en danger critique d'extinction.

© Brent Stirton/Getty Images

Finance carbone

Introduction : Le financement mondial du carbone et les forêts tropicales

Les forêts tropicales jouent un rôle essentiel dans l'équation climatique mondiale. La disparition du couvert végétal dans les régions tropicales contribue actuellement à environ 8 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, alors que la protection et la restauration de ces forêts pourraient fournir **23 % des mesures d'atténuation du climat rentables** nécessaires d'ici à 2030. Il s'agit là d'une opportunité majeure pour la finance carbone - le flux de fonds en échange d'avantages climatiques mesurés (comme la déforestation évitée ou la séquestration du carbone). Ces dernières années, les gouvernements, les donateurs et les entreprises privées ont mobilisé des ressources importantes pour encourager la conservation des forêts. Par exemple, la coalition LEAF (Lowering Emissions by Accelerating Forest Finance) a annoncé lors de la COP26 qu'elle avait collecté **1 milliard de dollars pour la protection des forêts tropicales**, 23 juridictions tropicales proposant des programmes qui, ensemble, pourraient sauvegarder un demi-milliard d'hectares de forêts. Ce regain d'intérêt souligne la manière dont la finance carbone peut canaliser des fonds sans précédent vers des régions riches en forêts - en particulier dans les pays tropicaux - en échange de réductions d'émissions vérifiables.

Les crédits carbone permettent de générer des flux financiers à partir des activités de conservation, de restauration et de développement durable, qui peuvent ensuite être réinvestis dans le Couloir pour soutenir la mise en œuvre et les dépenses courantes de ces projets ou d'autres projets de conservation et de développement. Ces activités (développement des énergies renouvelables, amélioration des pratiques agricoles) et ces résultats (réduction de la déforestation) sont en parfaite adéquation avec les objectifs du Couloir à l'intérieur de ses frontières, ce qui constitue une approche très synergique du financement des activités à mettre en œuvre au sein du Couloir lui-même.

Marchés du carbone : Volontaires ou juridictionnels

Les crédits carbone peuvent être générés de différentes manières et à partir de différentes activités qui devraient avoir lieu dans le Couloir. Il existe deux approches principales pour la génération de crédits carbone à partir de solutions basées sur la nature, telles que la conservation, la restauration et la réduction de la déforestation :

Projets carbone développés par le secteur privé :

- **Propriété et mise en œuvre** : Il s'agit de projets gérés par une entité privée, généralement un développeur de projets carbone commerciaux ou une ONG, et qui sont réalisés sur des terres appartenant à l'entité chargée de la mise en œuvre ou louées à des tiers (propriétaires terriens, communautés). Les crédits sont généralement émis en s'alignant sur une méthodologie publiée par une norme internationale telle que Verra, Gold Standard ou CORSIA, et les projets doivent être vérifiés par une entité accréditée par l'organisme de normalisation concerné afin que les crédits résultants puissent être émis, enregistrés et échangés.
- **MRV et comptabilité** : Différentes méthodologies peuvent être utilisées pour comptabiliser, mesurer et rendre compte des réductions d'émissions générées par un projet donné, et la vérification n'a pas toujours été solide, ce qui a conduit de nombreux projets privés, en particulier dans le domaine du carbone forestier, à être largement discrédités comme étant "sur-émis" ou n'ayant pas atteint les objectifs de leur projet malgré l'émission de crédits. La mesure, la déclaration et la vérification (MRV) est un élément clé des projets de crédit carbone, et une approche solide et transparente basée sur des données vérifiables est essentielle pour obtenir des crédits de "haute intégrité".

- **Emission et vente** : les crédits des promoteurs privés ou des ONG peuvent être vendus à des acheteurs directement ou par le biais d'intermédiaires qui placeront les crédits auprès d'entreprises ou de particuliers cherchant à réduire leurs émissions nettes en les compensant par des crédits carbone. Les crédits émis dans le cadre d'une norme sont enregistrés auprès de cette norme afin de pouvoir être retirés et d'éviter le double comptage et la vente à plusieurs entités, mais ces registres ne sont pas encore aussi solides qu'il serait souhaitable et de nombreux projets plus faibles sont encore en cours dans le monde. L'intégrité du projet, ainsi que des éléments tels que la permanence des émissions de carbone évitées ou supprimées, détermineront le prix des crédits d'un projet donné.
- **Produits** : les produits de la vente des crédits générés par les promoteurs privés ou les ONG sont généralement répartis entre le promoteur, le propriétaire foncier (le cas échéant) et la communauté locale (le cas échéant), la majeure partie des crédits revenant au promoteur. De nombreuses critiques ont été formulées à l'encontre de projets dont les crédits alloués aux communautés locales étaient insuffisants, et ce point est devenu un domaine d'intérêt majeur pour les organismes de normalisation et les agences de notation (qui évaluent les projets sur une échelle de A à E).

Programmes REDD+ juridictionnels :

- **Appropriation et mise en œuvre** : ces programmes couvrent des zones beaucoup plus vastes, généralement des provinces entières, voire des pays, et le promoteur du projet est généralement le gouvernement national ou local. Les projets s'étendent sur des terres publiques et privées, et le promoteur du projet doit donc disposer d'une autorité juridictionnelle sur la zone de projet concernée pour mettre en œuvre les activités du projet - qui s'étendent généralement à des changements politiques et à des initiatives sur le terrain, souvent en collaboration avec le secteur privé ou les responsables de la mise en œuvre de la société civile. L'adoption d'une approche juridictionnelle pour les programmes REDD+ présente des avantages significatifs, notamment : la réduction du risque de **fuite** (c'est-à-dire lorsque la déforestation est réduite dans une zone particulière, mais se déplace simplement dans une zone voisine - dans les projets privés, cela est pris en compte en réduisant le nombre de crédits émis parmi d'autres activités d'atténuation), une plus grande cohérence dans les méthodes de comptabilisation en englobant une zone plus large, et l'alignement du financement climatique sur les objectifs nationaux. Toutefois, compte tenu de l'ampleur de ces programmes, une gouvernance et un cadre administratif solides, transparents et fonctionnels sont essentiels à la crédibilité du programme et à sa capacité à émettre et à vendre des crédits.
- **MRV et comptabilité** : les programmes REDD+ juridictionnels ont apporté des améliorations significatives en matière de comptabilité et d'intégrité des crédits, avec des standards tels que **ART-TREES** (Architecture for REDD+ Transactions' The REDD+ Environmental Excellence Standard) émergeant pour certifier les programmes juridictionnels, fournissant un cadre rigoureux pour mesurer l'impact et émettre des crédits au niveau juridictionnel. Les programmes juridictionnels sont vastes et, par conséquent, le "périmètre du projet" englobe souvent des terres publiques et privées, et nécessite une approche variée pour atteindre la réduction de la déforestation souhaitée - cela signifie que des projets privés peuvent souvent exister dans les limites du projet juridictionnel - lorsque c'est le cas, le projet privé doit être **"imbriqué"** dans le programme juridictionnel plus large et pris en compte pour éviter un double comptage des résultats de ce projet.

- **Émission et vente** : les crédits juridictionnels peuvent être utilisés par le gouvernement émetteur pour respecter ses propres CDN (contributions déterminées au niveau national) ou peuvent être vendus à des acheteurs, qui peuvent être de grands programmes de la Banque mondiale ou d'un gouvernement étranger spécifique cherchant à compenser leurs propres émissions, ou des coalitions multi-acheteurs qui peuvent inclure à la fois des gouvernements et des entreprises du secteur privé (par exemple la coalition LEAF qui comprend 4 gouvernements et plus de 20 entreprises acheteuses de crédits REDD+ juridictionnels).
- **Produits** : les produits de la vente de crédits juridictionnels sont généralement répartis conformément à la réglementation du gouvernement national en matière de crédits carbone et comprennent habituellement une partie destinée au gouvernement (local ou national, selon la structure du projet), qui est généralement réinvestie en totalité ou en partie dans les budgets relatifs au climat et au développement, une partie destinée à l'entité chargée de la mise en œuvre, qui peut être un organisme parapublic, une ONG ou une entité du secteur privé (le cas échéant), et une partie destinée aux communautés locales au sein desquelles les activités se déroulent.

Pour les juridictions des forêts tropicales comme la République démocratique du Congo (RDC), cette évolution du paysage de la finance carbone représente à la fois une opportunité et un défi.

D'une part, les vastes forêts de la RDC - environ 152 millions d'hectares, les plus vastes d'Afrique - la positionnent comme un fournisseur de premier ordre de crédits de carbone forestier. D'autre part, l'exploitation de cette opportunité nécessite une gouvernance solide, une mise en œuvre minutieuse et un alignement sur les normes internationales pour garantir la crédibilité. L'initiative du **Couloir Vert Kivu-Kinshasa** en RDC en est un exemple : elle vise à tirer parti de l'approche juridictionnelle pour protéger les forêts et stimuler le développement vert, et pourrait être un excellent candidat pour le REDD+ juridictionnel. Dans les sections qui suivent, nous examinons comment le Couloir Vert peut capitaliser sur la finance carbone en tirant les leçons des expériences passées, en s'attaquant aux principaux obstacles et en traçant une feuille de route claire pour participer aux mécanismes de marché du carbone à haute intégrité.

Stocks de carbone, émissions et potentiel d'atténuation du Couloir Vert Kivu-Kinshasa

Le Couloir Vert Kivu-Kinshasa s'étend sur une grande partie de la République démocratique du Congo (RDC), englobant des zones de grande valeur écologique et d'importants stocks de carbone.

Le Couloir Vert Kivu-Kinshasa englobe une **diversité exceptionnelle d'écosystèmes forestiers** allant des forêts tropicales humides de plaine aux forêts marécageuses et aux tourbières, chacun contribuant à une biomasse importante et au stockage du carbone. L'un des principaux objectifs du Couloir est la conservation d'au moins 100 000 km² supplémentaires de forêts non perturbées. En termes de carbone, cette zone équivaut à un stock de 6,6 à 7,3 milliards de tCO_{2e} si l'on suppose qu'il s'agit entièrement de forêts denses et humides, ce qui démontre la valeur significative de la préservation de ces forêts à long terme. Cette estimation ne tient compte que de la biomasse aérienne, donc de la biomasse souterraine (25 % de carbone supplémentaire), et si la zone en question devait englober les tourbières de la Cuvette centrale (la tourbe stocke > 1 000 tC/ha de carbone, alors que la forêt dense humide en stocke 130 à 250 tC/ha), ce chiffre pourrait augmenter de manière substantielle.

Des analyses récentes de télédétection ont mis en évidence les menaces croissantes qui pèsent sur l'intégrité des forêts dans le bassin du Congo, principalement en raison de l'expansion de l'agriculture à petite échelle, du développement des infrastructures (en particulier la construction de routes liée à l'exploitation forestière) et des activités d'exploitation forestière sélective.

Selon Shapiro et al. (2021), environ **70 % des forêts du bassin du Congo restent totalement intactes**, ce qui marque un déclin notable par rapport aux 78 % enregistrés en 2000. Leur mesure innovante de l'état des forêts (FC), combinant la fragmentation des forêts, la couverture de la canopée et les pertes de biomasse, démontre une détérioration constante de l'intégrité écologique, soulignant qu'environ **20 % des écosystèmes du bassin du Congo sont maintenant classés comme menacés**, ce qui a un impact direct sur la biodiversité et la capacité de stockage du carbone.

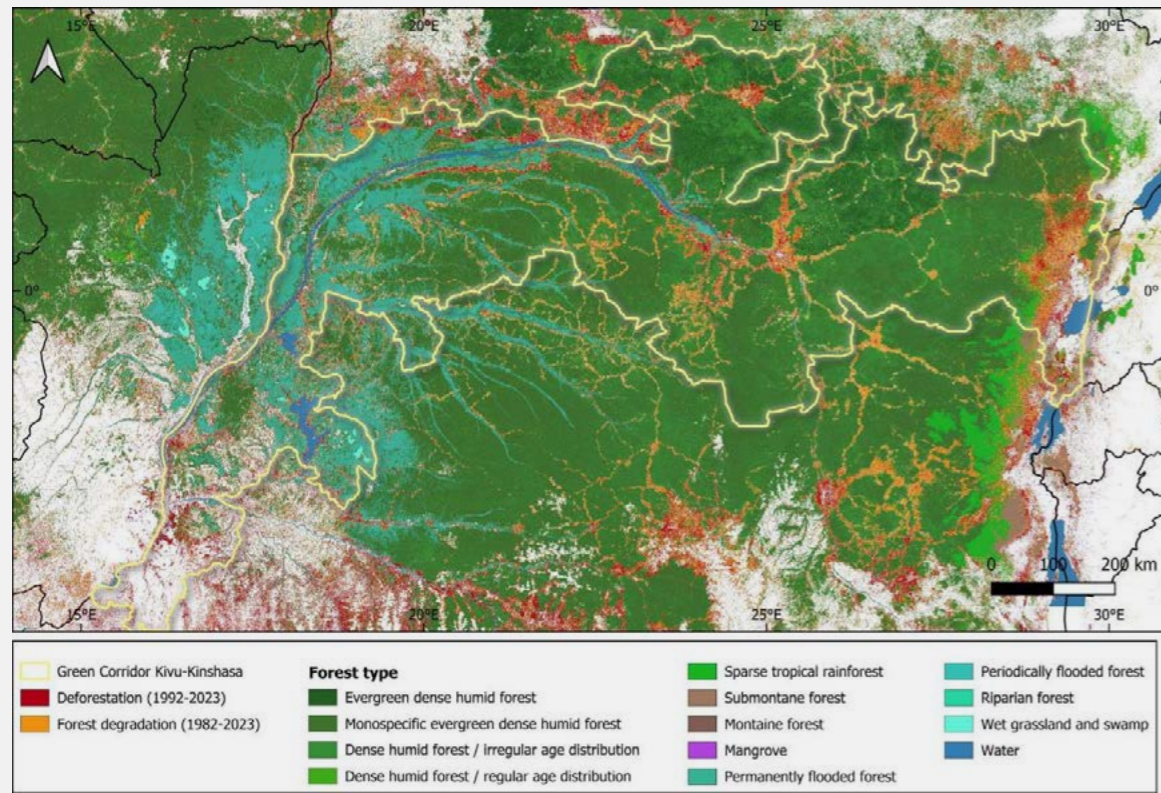


Fig 19 : Vue d'ensemble des types de forêts dans le Couloir Vert



Les émissions forestières sont dues à la déforestation, RDC.
© Brent Stirton/Getty Images

Déforestation et dégradation des forêts dans le Couloir Vert

Les émissions forestières dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa sont dues à la combinaison de la **déforestation (disparition complète du couvert forestier)** et de la **dégradation (perturbation partielle du couvert, souvent due à l'exploitation forestière sélective ou à la culture itinérante)**. Ces deux processus libèrent d'importantes quantités de gaz à effet de serre, la dégradation étant souvent sous-estimée malgré sa contribution croissante à la perte de carbone forestier en Afrique centrale.

Selon les données de télédétection compilées par VisioTerra dans le cadre de cette étude, la déforestation et la dégradation sont restées importantes au cours des deux dernières décennies, bien qu'elles aient fluctué d'une période à l'autre :

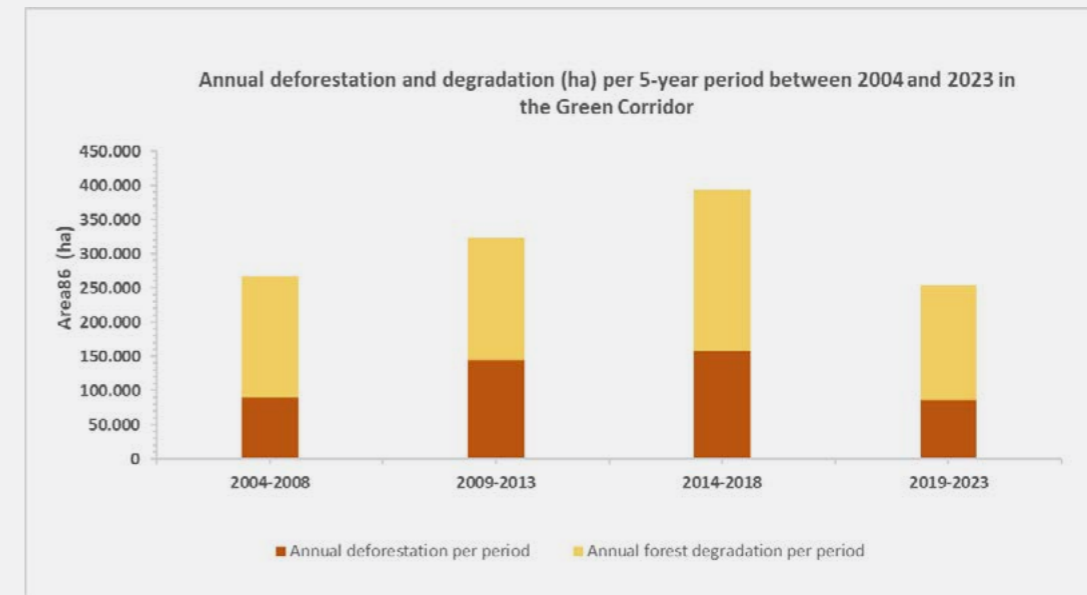


Fig 20 : déforestation et dégradation sur la période 2004 - 2023

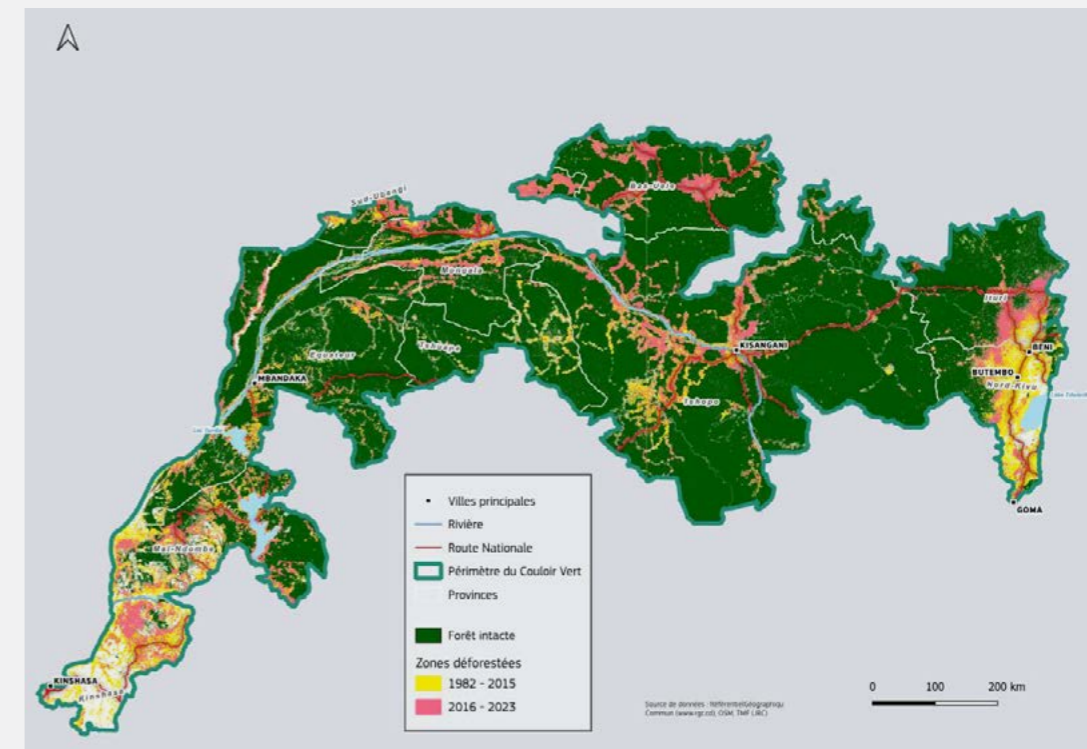



Fig 21 : déforestation sur la période 1982 - 2023



Les émissions forestières dans le Corridor vert Kivu-Kinshasa sont dues à une combinaison de déforestation et de dégradation (perturbation partielle de la canopée), souvent due à l'exploitation forestière sélective ou à la culture itinérante.

Si la déforestation a légèrement diminué au cours de la période la plus récente (2019-2023), la dégradation reste persistante et importante. Ces chiffres indiquent une transition dans la dynamique de l'utilisation des terres, avec des **perturbations plus subtiles mais généralisées devenant un facteur dominant d'émissions**.

Calculs des émissions

Au cours des deux dernières décennies, le Couloir Vert Kivu-Kinshasa a subi des perturbations forestières soutenues dues à la déforestation (conversion permanente des forêts) et à la dégradation (perte temporaire ou partielle de biomasse). Ces changements sont désormais bien quantifiés grâce aux derniers ensembles de données de télédétection multi-sources couvrant la période **2004-2023**, ventilés par province et par type de perturbation.

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre, les facteurs de conversion standard suivants ont été appliqués :

- **Déforestation** : 220 tCO₂/ha
(sur la base de la biomasse aérienne et des densités de carbone typiques des forêts humides du bassin du Congo)
- **Dégradation** : 65 tCO₂/ha
(moyenne établie à partir d'études régionales sur l'exploitation forestière sélective, la perturbation de la lumière et l'agriculture itinérante)

Nous estimons les émissions annuelles moyennes totales pour chaque période de 5 ans comme suit :

Période	Déforestation annuelle par période (ha)	Dégradation annuelle de la forêt par an (ha)	Émissions annuelles totales (tCO ₂ /an)
2004-2008	89.645	177.264	31.244.060
2009-2013	144.520	178.463	43.394.495
2014-2018	157.396	235.117	49.909.725
2019-2023	86.042	167.770	29.834.290

Le pic observé entre **2014 et 2018**, avec près de **50 millions de tCO₂/an émises en raison de la perte et de la dégradation des forêts**, souligne l'importance cruciale de l'intervention. La réduction qui s'ensuit entre 2019 et 2023 peut être liée à la saturation du couvert forestier dans les zones frontalières, aux améliorations de la gouvernance ou à la sous-détection de la dégradation - ce qui souligne l'importance des systèmes MRV à haute résolution pour l'octroi futur de crédits REDD+.

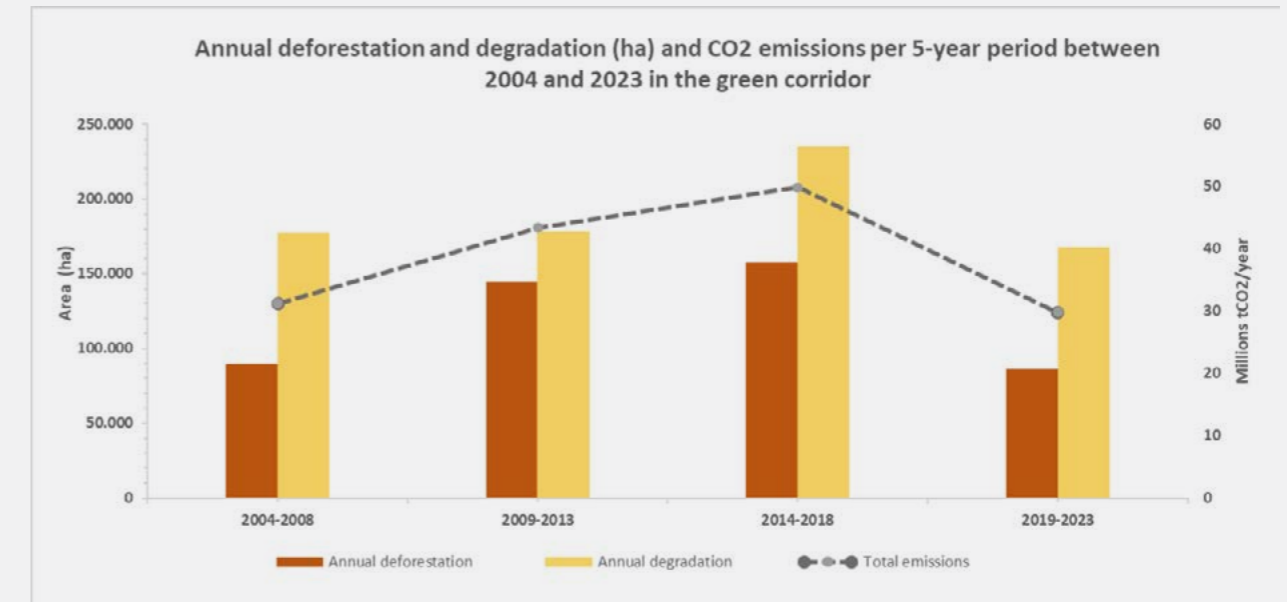


Fig 22 : émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts

Modèles provinciaux d'émissions¹²

Les volumes d'émissions varient considérablement d'une province à l'autre, reflétant l'hétérogénéité écologique et l'intensité de la pression (voir les figures ci-dessous). Toutes périodes confondues :

- **Mai-Ndombe, Tshopo, Mongala et Bas-Uele** se classent systématiquement parmi les principaux émetteurs en raison du taux plus élevé de changement d'affectation des terres.
- **Le Mai-Ndombe a représenté à lui seul plus de 11 millions de tCO₂/an au cours de la période 2009-2013**, ce qui le positionne comme une cible de choix pour le financement REDD+, comme le montre cette étude.

¹² Les cartes de la déforestation au niveau provincial sont disponibles à l'annexe 10.

- Des provinces comme **Kinshasa et Tshuapa** affichent des volumes d'émission plus faibles mais présentent encore des taux relatifs élevés en termes de perturbation par unité de surface forestière.

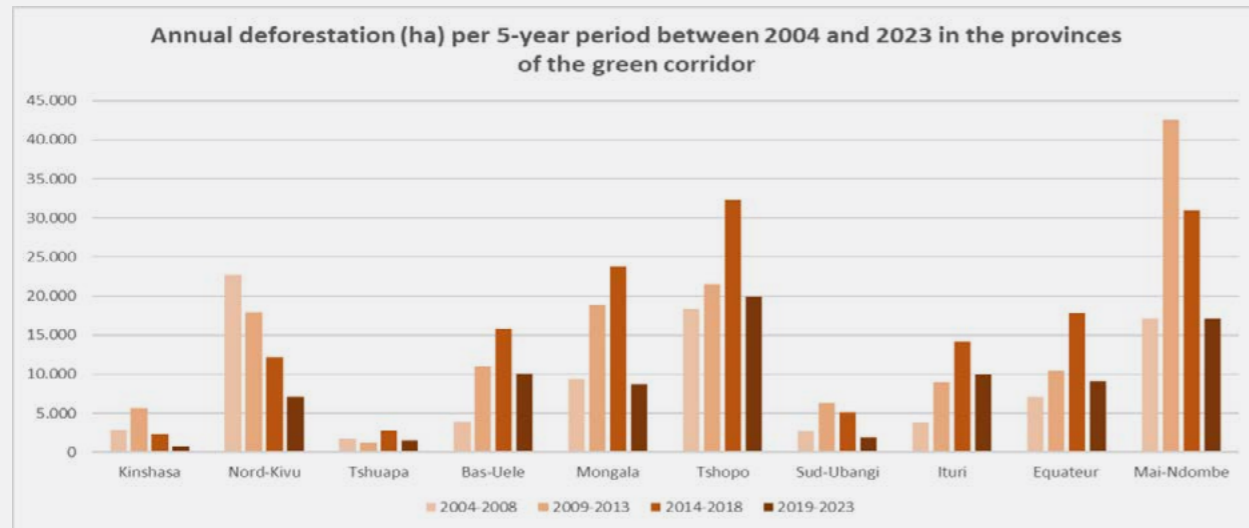


Fig 23 : déforestation par province

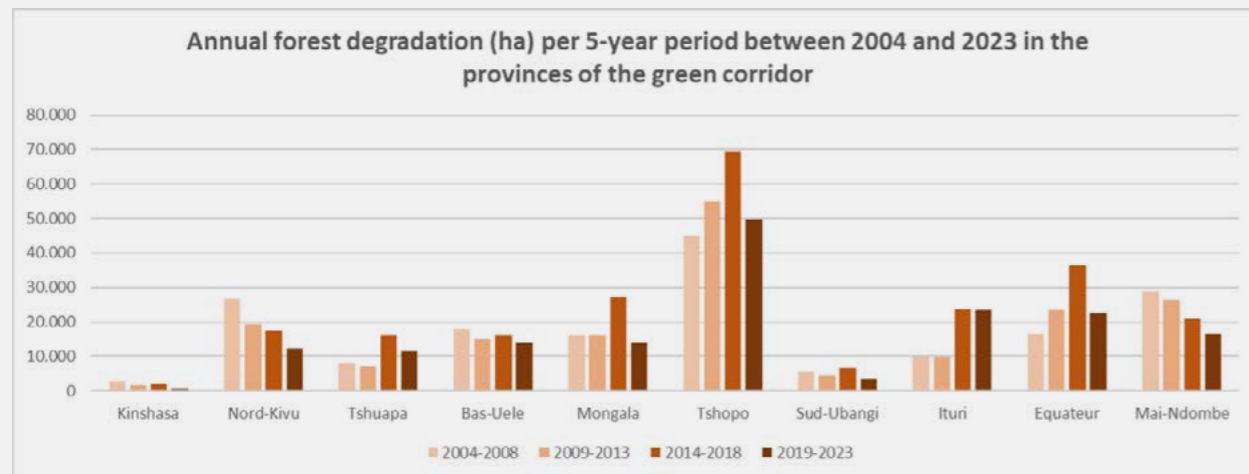


Fig 24 : dégradation des forêts par province

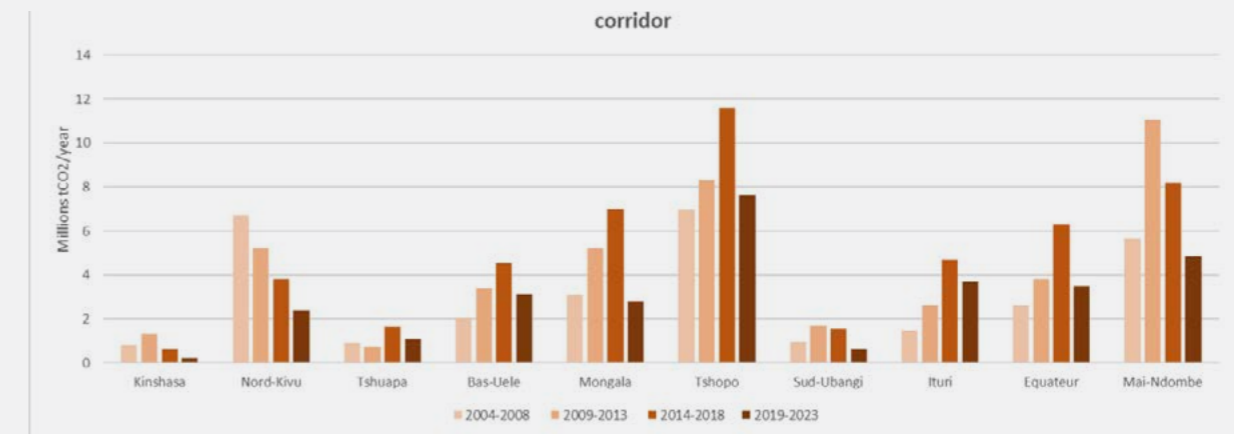


Fig 25 : émissions par province

L'opportunité de la finance carbone

Le niveau de référence révisé des émissions est très pertinent pour comprendre l'impact potentiel de la mise en œuvre d'un programme REDD+ dans le Couloir :

- Les émissions moyennes dues à la perte et à la dégradation des forêts étant de **30 à 50 millions de tCO₂/an**, en visant une réduction de 50 % de ces émissions, le Couloir Vert pourrait éviter de manière crédible **jusqu'à 25 millions de tCO₂/an**.
- Sur une période de cinq ans, cela équivaut à **125 millions de tonnes d'émissions de CO₂ évitées**, avec une émission potentielle de **80 à 100 millions de crédits juridictionnels** après prise en compte de l'incertitude, des fuites et des tampons de permanence.
- À un prix moyen du carbone de **10 à 15 dollars par tonne**, cela pourrait représenter un **revenu potentiel de 800 millions à 1,5 milliard de dollars**, si la mise en œuvre se fait dans le respect d'une grande intégrité environnementale et sociale, conformément à des normes comme ART-TREES.

L'OPPORTUNITÉ DE LA CARBON FINANCE

LE NIVEAU DE RÉFÉRENCE RÉVISÉ DES ÉMISSIONS EST TRÈS PERTINENT POUR COMPRENDRE L'IMPACT POTENTIEL DE LA MISE EN OEUVRE D'UN PROGRAMME REDD+ DANS LE COULOIR :



Les émissions moyennes dues à la perte et à la dégradation des forêts étant de 30 à 50 millions de tCO₂/an, en visant une réduction de 50 % de ces émissions, le Couloir Vert pourrait éviter de manière crédible jusqu'à 25 millions de tCO₂/an.



Sur une période de cinq ans, cela équivaut à 125 millions de tonnes d'émissions de CO₂ évitées, avec une émission potentielle de 80 à 100 millions de crédits juridiques après prise en compte de l'incertitude, des fuites et des tampons de permanence.



À un prix moyen du carbone de 10 à 15 dollars par tonne, cela pourrait représenter un revenu potentiel de 800 millions à 1,5 milliard de dollars, si la mise en oeuvre se fait dans le respect d'une grande intégrité environnementale et sociale, conformément à des normes comme ART-TREES.

Mise en œuvre d'un programme REDD+ juridictionnel dans le Couloir Vert

Pour mettre en œuvre un programme REDD+ juridictionnel dans le Couloir, plusieurs éléments doivent être réunis, à la fois en termes d'analyse et de conception de projet, mais aussi en termes de gouvernance et de mise en œuvre de systèmes et de processus :

Conception et objectifs du programme :

- **Établissement de la base des émissions** de la zone juridictionnelle (nous avons fourni une estimation à ce sujet dans la section précédente).
- **Projection des tendances "Business-As-Usual" (BAU)** pour 2024-2030 ; le niveau de référence des émissions devrait être spatialisé et projeté vers l'avant afin de soutenir la modélisation dynamique des scénarios.
- Développement d'un ensemble d'**actions et d'initiatives visant à réduire la perte de forêts dans le cadre du BAU** (couvrant les politiques et les initiatives sur le terrain), et estimation de la réduction attendue de la perte de forêts (et donc des émissions).

Opérationnaliser et mettre en œuvre le programme :

- Identification et mandatement des **fonctions juridiques et administratives** clés : identification de l'entité responsable de l'ensemble du programme, mise en place d'organes de gouvernance locale avec représentation de l'IPLC au niveau provincial et identification des agences de mise en œuvre.
- Le développement d'une **plateforme MRV** dynamique - essentielle pour l'éligibilité à ART-TREES et donc pour entrer dans des programmes d'achat tels que celui de la coalition LEAF ;
- Délimitation des **mécanismes de partage des bénéfices, d'imbrication et de réclamation**.

Ces trois derniers méritent plus particulièrement d'être étudiés de plus près.

Obstacles à l'éligibilité et conditions favorables à l'octroi de crédits carbone

Pour débloquer le financement carbone au niveau juridictionnel, le Couloir Vert doit satisfaire à un certain nombre de critères d'éligibilité et de conditions d'habilitation généralement exigés par les normes internationales et les initiatives de financement. Ces conditions agissent comme des **passerelles** - sans elles, le programme du Couloir pourrait avoir du mal à attirer des acheteurs crédibles ou à obtenir l'approbation de programmes tels que ART-TREES ou la Coalition LEAF. Nous décrivons ci-dessous les principaux obstacles et les mesures nécessaires pour les surmonter :

Cadre politique et réglementaire :

La République démocratique du Congo (RDC) a récemment renforcé ses fondements politiques pour la finance carbone juridictionnelle. En septembre 2023, le gouvernement a adopté un *arrêté interministériel* (*Arrêté interministériel* du 15 septembre 2023) sur le partage des revenus du carbone. Cet arrêté fournit, pour la première fois, une base juridique pour la répartition des revenus des crédits carbone entre l'État central, les autorités provinciales, les entités locales décentralisées et les communautés locales. Il stipule la répartition de **la part de l'État dans** le produit de la vente des crédits carbone : **50 %** au Trésor public national, **15 %** à la province où les réductions d'émissions ont lieu, **10 %** à l'entité territoriale décentralisée d'origine et **25 %** à des fonds environnementaux (dont 5 % au fonds national REDD+).

Grâce à ce mécanisme, les communautés sont assurées d'une participation indirecte aux bénéfices carbone par le biais des 10 % canalisés vers leurs entités locales. En définissant clairement le partage des bénéfices entre les différents niveaux de gouvernement, le décret de 2023 améliore considérablement l'environnement favorable aux programmes juridictionnels tels que le Couloir Vert Kivu-Kinshasa. Il aligne les incitations pour les provinces et les communautés à soutenir les activités REDD+ et fournit la clarté et la certitude nécessaires aux investisseurs et aux bailleurs de fonds, en remplaçant l'ancienne approche fiscale ad hoc de par un cadre transparent de partage des revenus. **Cette clarté devrait permettre de débloquer des financements innovants** et de renforcer l'adhésion des parties prenantes, comme le notent les partenaires qui observent que les nouvelles règles de partage des revenus aident à "mobiliser des ressources non domestiques" et à garantir qu'une partie des revenus du carbone parvienne aux communautés locales.

Malgré ces progrès, d'**importantes lacunes** subsistent dans le cadre politique de la RDC en matière de financement du carbone et doivent être comblées pour rendre les programmes juridictionnels pleinement opérationnels et attirer les investissements :

- **Règles d'imbrication** : Des règles détaillées pour l'**imbrication de** projets carbone privés ou locaux dans des programmes REDD+ juridictionnels plus importants doivent encore être développées. La RDC a adopté une approche hybride permettant l'attribution de crédits au niveau national et au niveau du projet, mais il manque encore des **lignes directrices sur la façon dont les projets s'alignent sur les bases de référence et la comptabilité provinciales/nationales** (pour éviter le double comptage des réductions d'émissions et assurer la cohérence avec les objectifs de la CDN du pays). Des protocoles d'imbrication clairs seront essentiels pour intégrer les projets autonomes dans le programme du Couloir Vert et dans les futurs systèmes juridictionnels.
- **Enregistrement et supervision des projets : Les modalités d'enregistrement et d'approbation des projets carbone** dans le nouveau cadre restent à clarifier. La RDC a créé une Autorité de régulation du marché du carbone (**ARMCA**) en juin 2023 pour superviser le marché du carbone, y compris la tenue d'un registre national des crédits carbone. Cependant, les **procédures spécifiques pour l'enregistrement, l'approbation et la coordination des projets/programmes** dans le cadre de l'ARMCA ne sont pas encore entièrement définies ou opérationnelles. Des processus d'enregistrement simplifiés et un registre national REDD+ fonctionnel seront nécessaires pour améliorer la transparence et la confiance des investisseurs.
- **Mise en œuvre du partage des bénéfices** : En vertu de la législation congolaise actuelle, en particulier l'**arrêté interministériel du 15 septembre 2023 sur la gestion des revenus du carbone** et le décret portant création de l'Autorité de régulation du marché du carbone (**ARMCA**, juin 2023), le carbone stocké dans les forêts (stocks de carbone) est explicitement reconnu comme un bien national sous l'autorité de l'État, géré par le ministère de l'Environnement. Cependant, une fois que les crédits carbone sont officiellement validés, émis et enregistrés par l'ARMCA, ces crédits sont légalement détenus par le porteur de projet officiellement enregistré ou l'entité de gestion juridictionnelle, qui peut être une entité publique, privée ou communautaire formellement désignée par des procédures réglementaires.

Le principal défi à relever n'est donc pas la définition de la propriété en soi, mais plutôt la négociation des accords détaillés de partage des bénéfices entre l'État, les provinces, les gouvernements locaux (ETD), les communautés et les développeurs de projets privés. Le décret de 2023 fournit un cadre général pour le partage des revenus (par exemple, des pourcentages fixes alloués aux provinces, aux gouvernements locaux et au fonds national REDD+, FONAREDD), mais les mécanismes exacts de mise en œuvre - en particulier pour les programmes REDD+ juridictionnels tels que le Couloir Vert - nécessiteront des négociations supplémentaires, une consultation des parties prenantes et des accords formels pour assurer la clarté, l'équité et l'efficacité de l'allocation des bénéfices.

En comblant ces lacunes - en établissant des règles d'emboîtement et d'enregistrement, et en détaillant les opérations de partage des bénéfices - la RDC peut renforcer son cadre politique. Les agences gouvernementales, les bailleurs de fonds et les investisseurs seront ainsi davantage convaincus que les initiatives juridictionnelles telles que le Couloir Vert Kivu-Kinshasa peuvent produire des réductions d'émissions vérifiées et partager équitablement les bénéfices, rendant ainsi le modèle commercial du carbone durable pour toutes les parties prenantes.

Répondre aux exigences des normes internationales :

Chaque norme ou programme de haute qualité a ses propres **conditions d'éligibilité**. Pour ART-TREES, la juridiction doit, entre autres, démontrer un **niveau d'émission de référence pour la forêt (FREL)** ou un niveau de référence pour les émissions de déforestation, un système de suivi des inversions (pour assurer la permanence des réductions d'émissions), et la mise en œuvre de garanties sociales et environnementales cohérentes avec les garanties REDD+ de Cancún.

Le Couloir Vert devra rédiger une note conceptuelle TREES montrant qu'il répond à ces exigences. Parmi les obstacles potentiels figurent la complexité technique de l'établissement d'un FREL pour une région aussi vaste et variée et la nécessité de prouver la capacité à réduire les émissions au-delà de ce que les politiques nationales seules permettraient d'atteindre. Les conditions favorables seraient d'utiliser le FREL national de la RDC déjà soumis (à la CCNUCC) et l'inventaire forestier national (IFN) soutenu par la FAO comme base, et de l'affiner pour la région du Couloir. De même, le Système d'information sur les sauvegardes (SIS) de la RDC et les lois existantes sur la consultation des communautés peuvent être cités comme preuve de la mise en œuvre des sauvegardes, mais ils peuvent nécessiter une mise à jour pour couvrir le contexte spécifique du Couloir (comme la prise en compte des risques liés aux conflits ou le consentement de la communauté dans les nouvelles zones protégées). En bref, il sera essentiel de **tirer parti des travaux nationaux existants en matière de préparation à la REDD+** pour répondre aux critères des standards sans partir de zéro.

Capacité institutionnelle et stabilité politique :

Un facteur d'éligibilité moins formel mais très réel consiste à démontrer que le programme peut être mis en œuvre de manière efficace. **Les premiers dialogues avec des initiatives telles que LEAF** ont montré que les promoteurs doivent convaincre les bailleurs de fonds de leur capacité à produire des résultats. Pour le Couloir, la **situation sécuritaire actuelle** dans certaines parties de l'est de la RDC pourrait être considérée comme un obstacle - si de vastes zones sont inaccessibles en raison du conflit ou de l'anarchie, cela pourrait entraver la mise en œuvre et le suivi, décourageant ainsi l'investissement. Pour y remédier, il faut mettre en évidence les facteurs favorables tels que l'engagement du gouvernement congolais (le fait qu'il s'agisse d'une priorité présidentielle est un signal fort), toute amélioration de la sécurité due au Couloir (par exemple, le plan prévoit des efforts de sécurité au niveau des communautés) et les partenariats avec des organisations expérimentées. En pratique, l'alignement sur des partenaires internationaux (UN-REDD, Banque mondiale, ONG de conservation) pendant la préparation peut renforcer la crédibilité du programme. Le soutien

politique de haut niveau doit se répercuter sur la **préparation administrative** - par exemple, avoir une équipe désignée ou un groupe de travail travaillant sur la composante carbone, un budget alloué pour les études préparatoires, et une approbation claire que les réductions d'émissions du Couloir ne seront pas comptabilisées dans la propre CDN (Contribution Déterminée au niveau National) de la RDC si elles sont vendues au niveau international (pour éviter la double réclamation).

Alignement des projets et des programmes (imbrication) :

Comme nous l'avons mentionné, une condition préalable pour de nombreux programmes juridictionnels est de résoudre les chevauchements avec les projets volontaires de carbone existants. Si des projets REDD+ sont déjà en cours dans les limites du Couloir (ou si de nouveaux projets sont proposés par des développeurs privés), le programme doit définir comment ils seront **imbriqués**.

Un obstacle peut survenir si les développeurs de projets craignent de perdre leurs investissements ou leurs crédits ; à l'inverse, si rien n'est fait, une juridiction pourrait être jugée inéligible en raison d'un double comptage des émissions. L'approche de la RDC, telle qu'elle a été apprise à Mai-Ndombe, consiste à intégrer les projets via un registre national (le **Registre national REDD+** suit toutes les initiatives en matière de carbone) et à déduire potentiellement les crédits émis par les projets des résultats de la juridiction.

La condition préalable est de disposer d'un registre fonctionnel et d'un mandat légal pour que tous les projets carbone dans le Couloir s'enregistrent et s'alignent sur la comptabilité du Couloir. Il est encourageant de constater que la RDC a approuvé plusieurs nouveaux projets REDD+ par le biais du FONAREDD en décembre 2023, ce qui indique l'existence d'un cadre pour la gestion des projets. Le programme du Couloir peut s'appuyer sur cela en formalisant des accords de collaboration avec tous les opérateurs de projet afin que chacun travaille à l'objectif global de réduction des émissions (les projets pouvant se poursuivre mais avec des ajustements des volumes de crédits ou du partage des revenus avec le gouvernement).

Le financement de la préparation :

La préparation d'un programme juridictionnel jusqu'au stade de la soumission et de la validation nécessite un investissement initial - pour les consultations des parties prenantes, les études techniques et le renforcement des institutions. Un obstacle potentiel est la sécurisation de ce **financement de préparation**. Cependant, plusieurs options sont disponibles : l'Initiative pour les forêts d'Afrique centrale (CAFI) a été un donateur clé pour la REDD+ en RDC (et pourrait être approchée pour soutenir le développement du Couloir), et la **Banque mondiale** a lancé un nouveau programme de 300 millions de dollars pour protéger les forêts et les savanes en RDC, qui pourrait fournir un financement ou une assistance technique. En outre, le **Fonds vert pour le climat ou des donateurs bilatéraux** (Norvège, Allemagne, etc.) pourraient être sollicités spécifiquement pour soutenir cette initiative très médiatisée du Couloir. La démonstration d'un engagement politique précoce (ce qui est le cas de la RDC) et d'un plan de travail clair (à décrire dans une feuille de route) aidera à débloquer ces fonds de préparation.

En résumé, les **obstacles** à l'éligibilité - clarté juridique, respect des critères standard, manque de capacités, chevauchements de projets et besoins de financement - peuvent être surmontés en **s'appuyant sur l'architecture REDD+ existante de la RDC et en engageant activement les partisans**. Le Couloir Vert bénéficie de conditions favorables : il bénéficie d'un soutien politique de haut niveau et d'un mandat de conservation clair, et il s'appuie sur une décennie d'expérience REDD+ au niveau national. En comblant les lacunes restantes (documentation technique, capacité sur le terrain et alignement sur les normes), le Couloir peut se positionner comme un candidat crédible pour des programmes comme ART-TREES et des initiatives comme LEAF. La sous-section suivante examine un exemple pertinent de la Colombie qui offre des perspectives supplémentaires sur le fonctionnement d'une approche juridictionnelle dans la pratique.

Étude de cas 1 : Leçons tirées de l'expérience REDD+ de Mai-Ndombe

La province de **Mai-Ndombe** en RDC offre un précédent précieux pour le REDD+ juridictionnel. Mai-Ndombe a été la province pilote du premier programme de réduction des émissions à grande échelle de la RDC, lancé au milieu des années 2010 dans le cadre du Fonds de partenariat pour le carbone forestier (FCPF) de la Banque mondiale. Au fil des ans, de nombreux projets REDD+ et efforts de préparation ont été mis en œuvre à Mai-Ndombe, y compris des projets de conservation privés et des programmes intégrés menés par le gouvernement. Par exemple, un projet REDD+ très médiatisé protège 300 000 hectares d'habitats essentiels pour les bonobos et les éléphants de forêt en convertissant d'anciennes concessions forestières en zones de conservation gérées par les communautés et financées par des crédits carbone. Ce projet, géré par une entreprise privée (ERA/Wildlife Works) en partenariat avec les communautés et le gouvernement, a démontré qu'il était possible de canaliser les revenus du carbone vers la protection des forêts et de fournir des avantages aux communautés locales (tels que des écoles et un soutien aux moyens de subsistance). Le projet Mai-Ndombe a également bénéficié d'un soutien important de la part des donateurs, notamment d'au moins 90 millions de dollars d'investissements liés à la REDD+ sur une décennie et d'un paiement de 50 millions de dollars basé sur les performances dans le cadre du Fonds carbone du FCPF pour la réduction de la déforestation par l'émission de crédits.


Malgré ces efforts, l'expérience de Mai-Ndombe met en lumière des défis critiques dont le Couloir Vert doit tirer les leçons :

Des évaluations indépendantes réalisées par Rainforest Foundations UK ont mis en évidence des problèmes potentiels concernant le niveau d'engagement des communautés et le flux des bénéfices pour les communautés locales. Après plus de dix ans d'interventions REDD+, il y a eu *"peu d'améliorations au niveau du régime foncier [et] peu de bénéfices [sont] parvenus aux communautés locales"*, tandis que la déforestation et la dégradation des forêts se poursuivaient. Dans certaines régions, les communautés locales ont perdu leurs illusions lorsque les avantages promis (comme de nouvelles écoles ou des puits) ont été retardés ou livrés à une échelle plus petite que prévu, ce qui a entraîné des conflits et une perte de confiance.

La gouvernance du programme s'est également avérée complexe : les revendications qui se chevauchent et les droits fonciers peu clairs n'ont pas été entièrement résolus, et le mécanisme de partage des revenus du carbone a été lent à se mettre en place. En outre, le programme provincial de Mai-Ndombe a dû faire face à la question de l'**"imbrication"**, c'est-à-dire la manière de comptabiliser et d'intégrer les projets carbone autonomes existants dans le cadre de la comptabilité provinciale plus large. Au début, le manque de clarté sur ce point a provoqué des tensions entre les développeurs de projets et le gouvernement, car tous deux devaient éviter de comptabiliser deux fois les mêmes réductions d'émissions.

Plusieurs **enseignements** se dégagent de l'expérience Mai-Ndombe et sont applicables au Couloir Vert :

- **Un engagement communautaire solide et documenté** : Mai-Ndombe a montré qu'en l'absence d'un véritable consentement préalable, libre et éclairé (CPLÉ) et d'une participation continue des communautés, le soutien local à un programme carbone peut s'éroder rapidement. Le Couloir Vert doit s'assurer que les communautés sont co-conceptrices des initiatives et qu'elles disposent de mécanismes de recours efficaces dès le départ. Les bénéfices doivent être tangibles, équitablement partagés et opportuns pour maintenir la confiance.
- **Des droits fonciers clairs** : Les questions foncières non résolues ont sapé les interventions de Mai-Ndombe. Dans le Couloir, le nouveau statut de réserve communautaire offre la possibilité de formaliser les droits et les responsabilités en matière d'utilisation des terres (par exemple, par le biais de forêts communautaires ou de zones de cogestion) de manière à ce que les communautés se sentent en sécurité et s'investissent dans la conservation.
- **Gouvernance solide et transparence** : L'expérience de Mai-Ndombe souligne l'importance d'une gouvernance transparente, notamment en ce qui concerne la manière dont les décisions sont prises et dont les fonds sont alloués. Un comité de pilotage multipartite pour le programme carbone du Couloir - comprenant des dirigeants locaux, des représentants de la société civile et des fonctionnaires provinciaux - pourrait améliorer la surveillance. En outre, la publication des accords de partage des bénéfices et des rapports financiers permettrait d'accroître la transparence.

An aerial photograph showing a large group of people in a forest clearing. They are carrying large, light-colored bags, likely filled with charcoal, on their heads and backs. The clearing is surrounded by dense green forest. A few trees are visible, some of which appear to be dead or stripped of leaves. The overall scene suggests illegal logging and charcoal production in a protected forest area.

La demande de charbon de bois entraîne une déforestation illégale dans les zones forestières protégées de l'est de la RDC.

Déforestation autour de l'est de la RDC.
© Brent Stirton/Getty Images

- **Des bases de référence et des objectifs réalistes** : Une leçon technique consiste à fixer des objectifs de réduction de la déforestation qui soient réalisables. Le niveau de référence de Mai-Ndombe et les réductions d'émissions supposées ont peut-être été trop optimistes, compte tenu de la pression croissante exercée par l'immigration et l'agriculture. Le Couloir Vert devrait utiliser les données et les connaissances scientifiques les plus récentes pour établir des niveaux de référence qui reflètent les réalités du terrain, en veillant à ce que les paiements basés sur les performances soient réalisables et ne reposent pas sur des scénarios trop optimistes.
- **Intégration des projets (imbrication)** : La RDC est en train de développer un cadre national d'imbrication afin que les activités au niveau du projet s'alignent sur la comptabilité provinciale/nationale. Pour le Couloir, cela signifie que tout projet REDD+ existant ou futur à l'intérieur de ses frontières devrait être coordonné sous l'égide du programme juridictionnel. Des règles claires doivent définir comment les crédits du projet sont ajustés ou déduits des résultats de la juridiction afin d'éviter une double émission. En s'inspirant de Mai-Ndombe, où cette clarté est apparue tardivement, le Couloir devrait établir des directives d'imbrication dès le début.

En résumé, le parcours REDD+ de Mai-Ndombe illustre à la fois les possibilités de la finance carbone en RDC et les pièges à éviter. Il renforce le fait qu'un programme juridictionnel doit être **centré sur les personnes, bien gouverné et techniquement rigoureux** pour réussir. Le Couloir Vert, bénéficiant d'un nouveau cadre juridique et d'une volonté politique de haut niveau, peut s'appuyer sur ces leçons pour tracer une voie plus inclusive et plus efficace.

Étude de cas n° 2 : leçons tirées de l'Orinoquía, Colombie : Un cas juridictionnel comparable

La région d'Orinoquía en Colombie, une vaste zone de savanes et de forêts dans l'est du pays, offre une comparaison utile pour le Couloir Vert. Comme le Couloir Kivu-Kinshasa, l'Orinoquía est un vaste paysage (couvrant environ 25 % de la superficie de la Colombie) avec un mélange d'écosystèmes, d'importants stocks de carbone et une frontière en développement pour l'agriculture et les activités extractives. Ces dernières années, la Colombie a sélectionné l'Orinoquía pour un programme juridictionnel de paysage durable visant à freiner la déforestation et à promouvoir un développement à faible émission de carbone.

La région de l'Orinoquía est incluse dans les soumissions nationales REDD+ de la Colombie. La Colombie a développé un niveau d'émission de référence pour la forêt (FREL) qui englobe tous ses biomes continentaux, y compris la région d'Orinoquía. Ce FREL national sert de référence pour évaluer les performances du pays en matière de réduction des émissions dues à la déforestation.

En outre, ce projet a été soutenu en partie par le Fonds BioCarbone de la Banque mondiale dans le cadre de son Initiative pour des paysages forestiers durables (ISFL), qui, comme ART/LEAF, soutient des programmes de réduction des émissions à l'échelle des juridictions. L'ISFL vise à promouvoir des pratiques durables d'utilisation des terres et à réduire la déforestation par le biais d'approches juridictionnelles, s'alignant sur la stratégie nationale REDD+ de la Colombie.

Bien que la région d'Orinoquía soit intégrée dans ces cadres nationaux et internationaux, la mise en œuvre de programmes REDD+ juridictionnels qui génèrent et vendent des crédits carbone est toujours en cours. L'accent reste mis sur le développement des politiques, des stratégies et des capacités nécessaires pour permettre des réductions d'émissions efficaces et l'émission éventuelle de crédits carbone dans la région.

Planification intégrée de l'utilisation des terres : L'une des leçons tirées de l'Orinoquía est l'importance d'intégrer le programme carbone dans un plan plus large d'utilisation des terres. L'initiative Orinoquía ne concernait pas seulement les crédits carbone, mais aussi l'orientation de l'expansion agricole vers des zones à plus faible émission de carbone, le renforcement des réseaux de zones protégées et la promotion de moyens de subsistance durables (comme l'élevage de bétail sur des pâturages améliorés, l'agroforesterie et les produits de la bioéconomie) afin de réduire la pression exercée sur les forêts. Le Couloir Vert partage cette philosophie - il est conçu comme un "Couloir de développement vert" équilibrant la conservation et la croissance économique durable. Il en ressort qu'un programme de carbone juridictionnel doit éviter d'être un silo autonome ; il doit au contraire s'aligner sur la planification régionale. Concrètement, la stratégie carbone du Couloir pourrait être intégrée dans les plans d'aménagement du territoire de la RDC pour les provinces concernées et dans les programmes sectoriels (par exemple, un plan de développement agricole qui met l'accent sur la productivité des terres défrichées existantes afin d'éviter de nouvelles déforestations). Cet alignement permet de s'assurer que les efforts de réduction des émissions ont des co-bénéfices locaux et bénéficient d'un soutien politique.

Coordination et capacité institutionnelles : Le programme d'Orinoquía a mis en évidence la nécessité d'accords institutionnels solides, d'autant plus que plusieurs départements (unités infranationales) étaient concernés. La Colombie a créé un organe de coordination spécial pour l'Orinoquía et s'est appuyée sur ses autorités environnementales régionales. Elle a également élaboré un **document de programme REDD+ juridictionnel** détaillé (**ERP**) qui définit les rôles au niveau national et au niveau régional. Lors d'une mission de pré-évaluation de la Banque mondiale pour le programme Orinoquía à la mi-2023, il a été noté que des orientations supplémentaires étaient nécessaires sur les modalités de mise en œuvre et les méthodologies techniques. En réponse, l'équipe colombienne a préparé des manuels techniques et clarifié les mécanismes de partage des bénéfices. Pour le Couloir de la RDC, un niveau similaire de préparation détaillée sera nécessaire. Il pourrait être utile de développer un **manuel opérationnel** pour le programme carbone du Couloir, spécifiant comment les activités seront mises en œuvre dans les différentes zones, comment les données seront collectées, et comment les bénéfices iront aux communautés locales. En outre, l'investissement dans des équipes techniques locales (éventuellement en partenariat avec des universités ou des ONG) peut refléter l'approche colombienne de renforcement des capacités régionales pour gérer le programme au jour le jour.

Calculs de base et de crédit : Le cas de l'Orinoquía offre également un aperçu de la définition des niveaux de référence et de la gestion des attentes en matière de volume de crédit. La Colombie a dû concilier sa base de référence forestière nationale avec les circonstances spécifiques de l'Orinoquía. L'analyse a montré qu'en raison de certains ajustements (comme l'exclusion des zones qui chevauchent des projets existants et l'application de réductions pour tenir compte de l'incertitude et du risque), le volume final de crédits qu'Orinoquía pourrait générer pourrait être nettement inférieur au maximum théorique. En fait, des études ont suggéré que diverses déductions (pour l'incertitude, les fuites, les tampons, etc.) pourraient réduire les réductions d'émissions créditées d'environ 25 % par rapport aux calculs bruts. Cela souligne une leçon : il faut **être prudent et transparent dans l'estimation des réductions d'émissions**. Pour le Couloir Vert, il faut s'attendre à ce que chaque tonne de CO₂ évitée ne se traduise pas par un crédit vendable - une partie sera mise de côté comme tampon ou pour tenir compte de l'alignement de la comptabilité nationale. Sachant cela, les projections financières pour le Couloir doivent reposer sur des hypothèses prudentes (par exemple, le prix et le volume des crédits) afin de garantir la viabilité du modèle commercial. Dans le domaine de la finance carbone, il est préférable de dépasser les attentes que de surpromettre.



20 % des écosystèmes du bassin du Congo sont désormais classés comme menacés, ce qui a un impact direct sur la biodiversité et la capacité de stockage du carbone.

L'okapi est un mammifère artiodactyle endémique du nord-est de la République démocratique du Congo, en Afrique centrale. Avec la perte d'habitat due à la déforestation, l'okapi reste menacé.
© Marc Benedetti

Garanties et inclusion sociale : La Colombie et la RDC accordent toutes deux une grande importance aux garanties sociales, compte tenu de la présence de populations autochtones et de communautés locales. Dans l'Orinoquia, l'engagement des parties prenantes (y compris les groupes indigènes et les organisations paysannes) a été mené et des plans de sauvegarde ont été préparés dans le cadre de la conception du programme. Un élément comparable est que l'Orinoquia, comme le Couloir Vert, n'est pas aussi fortement boisé qu'une région de forêt amazonienne - il comprend des savanes et des zones humides utilisées par les éleveurs et les agriculteurs. Le contexte social implique donc de travailler avec des secteurs productifs plutôt qu'avec des communautés essentiellement forestières. De même, le Couloir Vert devra impliquer les agriculteurs, les pêcheurs et éventuellement les mineurs artisanaux aux côtés des groupes indigènes. Une leçon tirée de l'Orinoquia est d'adapter les programmes de bénéfices communautaires à ces groupes - par exemple, offrir des techniques durables d'élevage de bétail en Colombie a fourni des incitations économiques aux éleveurs pour qu'ils évitent de défricher de nouvelles terres. Dans le Couloir de la RDC, les programmes d'**agriculture durable** (par exemple, l'intensification et l'agroforesterie pour les cultures de base) **ou les moyens de subsistance alternatifs** pour les personnes travaillant dans les mines pourraient faire partie de la stratégie carbone, garantissant que les efforts de réduction des émissions aillent de pair avec les priorités de développement local.

Accès aux marchés et au financement : Enfin, la participation d'Orinoquia à des initiatives internationales (ISFL de la Banque mondiale et participation aux soumissions nationales REDD+ de la Colombie) l'a placé en position de vendre potentiellement des crédits à des acheteurs tels que LEAF ou CORSIA à l'avenir. Cependant, les progrès peuvent être lents - il faut des années pour passer du concept à la signature d'un accord d'achat de réductions d'émissions (ERPA). Par exemple, en 2023, la Colombie était encore en train de négocier un prix ERPA pour les réductions d'émissions d'Orinoquia. **La leçon à tirer pour la RDC** est qu'il faut maintenir l'élan et le soutien politique tout au long d'un processus qui peut s'avérer long. La diversification des sources de financement potentielles peut être utile ; en attendant les transactions de crédits carbone, le Couloir peut rechercher un financement provisoire (subventions ou financement initial) pour commencer la mise en œuvre. Il est également utile de s'engager très tôt auprès de plateformes telles qu'Emergent (qui sert d'intermédiaire pour les transactions LEAF) afin de signaler l'offre potentielle de crédits du Couloir. Plus le profil du Couloir est rehaussé au niveau international en tant que programme crédible et de haute intégrité, plus il sera facile d'attirer des acheteurs une fois que les crédits seront émis.

En résumé, l'expérience de l'Orinoquia renforce de nombreux thèmes similaires - la nécessité d'une planification intégrée, d'institutions fortes, d'une comptabilité réaliste et d'une certaine patience pour obtenir des financements. Le Couloir Vert peut appliquer ces idées en s'assurant que son programme carbone est intégré dans une approche de développement holistique, en rédigeant une documentation détaillée sur le programme avec la participation des parties prenantes et en gérant de manière proactive les dimensions techniques et financières du programme. Ce faisant, il renforcera la confiance des parties prenantes nationales et des partenaires internationaux dans la réussite du Couloir.

Alignement sur ART-TREES, LEAF et d'autres normes

Pour maximiser la crédibilité et le rendement financier, le programme carbone du Couloir Vert doit s'aligner sur les **normes et initiatives mondialement reconnues**. Le **standard ART-TREES** et la **Coalition LEAF** - un acheteur clé de crédits juridictionnels, qui sont devenus les références de facto pour les programmes REDD+ juridictionnels à haute intégrité, sont les plus importants d'entre eux. L'alignement sur ces normes et l'éligibilité à LEAF indiqueront aux donateurs et aux investisseurs

L'alignement sur ces normes et l'éligibilité à LEAF indiqueront aux donateurs et aux investisseurs privés que les réductions d'émissions du Couloir sont réelles, supplémentaires et qu'elles respectent les garanties environnementales et sociales les plus strictes.

ART-TREES (Architecture for REDD+ Transactions - TREES) : ART-TREES est un standard de pointe spécialement conçu pour l'attribution de crédits REDD+ juridictionnels. Il fournit une méthodologie rigoureuse pour l'estimation et la mesure ultérieure des réductions d'émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts à l'échelle nationale ou infranationale, y compris des règles comptables pour éviter le double comptage et assurer la permanence. L'alignement du programme du Couloir Vert sur TREES se ferait en plusieurs étapes : préparation d'une note conceptuelle TREES, suivie d'une soumission complète du programme TREES. Le **concept TREES** est en fait une présélection ; comme on l'a vu dans d'autres pays (Colombie, Costa Rica et provinces brésiliennes), l'ART doit approuver ce concept avant qu'un programme puisse être enregistré. Le concept du Couloir devra décrire les limites proposées, la couverture forestière, la période de référence pour les émissions et les principales politiques visant à réduire la déforestation. Avec plus de 285 000 km² de forêt primaire, le Couloir répond aisément aux exigences minimales de l'ART en matière de couverture forestière et représente un puits de carbone important à l'échelle mondiale.

En s'alignant sur TREES, le Couloir doit également s'engager à respecter la cadence de suivi et de reporting d'ART (probablement sur un cycle de crédit de 5 ans) et ses contributions au pool tampon (un pourcentage des crédits est versé dans un pool partagé en guise d'assurance contre les inversions). En outre, ART-TREES exige la démonstration de l'adhésion aux sauvegardes de Cancun et la consultation des parties prenantes. La conception du Couloir axée sur la communauté et le mandat légal d'implication de la communauté lui seront très utiles ici, car il pourra montrer comment les communautés indigènes et locales font partie intégrante de la gouvernance du programme et en tirent profit. En respectant les exigences de TREES, le programme Couloir produira des **crédits TREES**, considérés comme étant de haute qualité et pouvant être achetés par la Coalition LEAF et potentiellement pour les marchés de conformité (avec l'autorisation du pays hôte) en vertu de l'article 6.2 de l'Accord de Paris.

Coalition LEAF : LEAF est une coalition de gouvernements et de grandes entreprises qui s'engagent à acheter des crédits REDD+ juridictionnels répondant à des standards élevés (en pratique, LEAF exige ART-TREES ou un standard équivalent). En s'alignant sur ART-TREES, le Couloir se positionnerait par extension sur le site pour attirer les financements de LEAF. La coalition LEAF a déjà signé des lettres d'intention avec plusieurs pays (par exemple le Ghana, l'Équateur, le Vietnam) pour acheter des réductions d'émissions à 10 dollars la tonne pour la période 2022-26, et a donné son feu vert à des propositions émanant de juridictions telles que l'État de Chocó en Colombie et la Bolivie. Pour rejoindre ces rangs, la RDC pourrait présenter le Couloir Vert comme candidat aux futurs appels à propositions du FAEJ. Un point essentiel est que le FAEJ - et l'ART - exigeront du gouvernement de la RDC qu'il s'engage à ce que tous les crédits vendus au FAEJ fassent l'objet d'un **"ajustement correspondant"**. Cela signifie que la RDC ajustera son inventaire des gaz à effet de serre/comptabilité NDC pour s'assurer que ces réductions d'émissions ne sont pas comptabilisées dans ses propres objectifs de l'Accord de Paris (afin que l'acheteur puisse les réclamer). La RDC a fait part de sa volonté de participer à de tels arrangements dans le cadre de son rôle de "pays de solution" au changement climatique. Un dialogue précoce avec LEAF/Emergent peut clarifier ce processus. L'alignement sur le LEAF pourrait apporter des financements importants : par exemple, les récents crédits ART-TREES de la Guyane (les premiers jamais émis à l'échelle nationale) ont conduit à un accord de **750 millions de dollars** avec une entreprise privée sur plusieurs années - une échelle de financement qui, si elle est atteinte pour le Couloir, pourrait être transformatrice pour le développement vert en RDC.

Un organe directeur du programme carbone, composé de représentants du gouvernement national (ICCN-AMRCA), des autorités provinciales du Corridor, des dirigeants des communautés locales et de la société civile (par exemple, des ONG environnementales et des représentants des peuples autochtones), devrait être habilité à prendre des décisions sur la conception du programme. La participation de ce comité garantira l'adéquation du programme aux priorités nationales et aux besoins locaux, évitant ainsi les décisions autoritaires susceptibles d'aliéner les communautés.



Réunion des dirigeants de la communauté locale.
© Virunga Foundation

Autres normes/initiatives crédibles : Bien qu'ART-TREES occupe une place prépondérante, le Couloir peut également rester ouvert à d'autres opportunités. Le programme **REDD+ Early Movers (REM)** (financé par l'Allemagne et la Norvège) est un exemple qui a fourni des paiements à des juridictions (il a soutenu des États au Brésil et des provinces en Équateur, par exemple). Si le REM ou des paiements bilatéraux similaires basés sur les résultats sont relancés, le Couloir pourrait être un candidat en démontrant des réductions d'émissions précoces avant même l'émission de crédits complets.

En outre, le **marché volontaire du carbone** via le cadre REDD+ juridictionnel et imbriqué (JNR) de Verra est une autre voie. Verra est en train de mettre à jour sa norme JNR pour s'aligner davantage sur les meilleures pratiques émergentes. La RDC pourrait envisager une double approche : poursuivre principalement ART/LEAF, mais aussi s'assurer que toutes les activités de projets à plus petite échelle dans le Couloir utilisent des méthodologies qui sont cohérentes avec un futur système national (de sorte que si les crédits Verra sont émis au niveau du projet, ils peuvent être réconciliés). Cependant, l'application de plusieurs normes peut nécessiter beaucoup de travail ; se concentrer sur ART-TREES (qui est largement accepté par les acheteurs) peut constituer la voie la plus rationnelle vers le marché.

Une autre initiative à noter est l'article 6 de l'Accord de Paris - en particulier, la **coopération bilatérale au titre de l'article 6.2**. Des pays comme la Suisse, la Suède et le Japon cherchent à acheter des "résultats d'atténuation transférés au niveau international" (ITMO) provenant de programmes de réduction des émissions avec des avantages en termes de développement durable. Si le programme du Couloir est enregistré dans le cadre de l'ART et bénéficie du soutien du gouvernement, il pourrait éventuellement négocier un accord en vertu duquel un pays acheteur paierait pour une tranche des réductions d'émissions du Couloir dans le cadre de ses obligations internationales. De tels accords requièrent généralement les mêmes normes élevées (intégrité environnementale, ajustements correspondants) que celles garanties par ART-TREES, de sorte que l'alignement sur ART laisse également cette option ouverte.

Dans tous les cas, **la crédibilité est primordiale**. Le Couloir Vert devrait s'engager explicitement à suivre les meilleures pratiques en matière de sauvegarde (par exemple, pas de réinstallation involontaire de populations, respect des droits des populations autochtones), de transparence (partage public des données et des documents) et d'intégrité environnementale (utilisation de bases de référence prudentes et vérification indépendante). Ce faisant, il répondra non seulement aux critères d'ART-TREES et de LEAF, mais gagnera également la confiance des parties prenantes du financement climatique. Ce positionnement sur fera la différence entre un projet carbone théorique et un programme bancable et impactant.

Les sections suivantes fournissent des recommandations concrètes sur la conception et l'exécution du programme carbone pour le Couloir, ainsi qu'une feuille de route étape par étape pour passer du concept actuel à une initiative carbone juridictionnelle pleinement opérationnelle et génératrice de revenus.

Recommandations opérationnelles pour la conception et l'exécution du programme

La conception d'un programme de carbone juridictionnel pour le Couloir Vert est une entreprise complexe, mais elle peut être résumée en un ensemble de recommandations opérationnelles claires. Ces recommandations se concentrent sur la gouvernance, la conception technique, l'engagement des parties prenantes et le financement - les éléments essentiels à prendre en compte dès le départ :

1. Mettre en place un comité de pilotage pluripartite et une structure de gouvernance solide et flexible

Former un organe directeur pour le programme carbone comprenant des représentants du gouvernement national (ICCN-AMRCA), des autorités provinciales dans le Couloir, des dirigeants des communautés locales et de la société civile (par exemple, des ONG environnementales, des représentants des populations autochtones). Ce comité devrait être habilité à prendre des décisions sur la conception du programme (comme l'approbation du plan de partage des bénéfices) et à en superviser la mise en œuvre. Le caractère inclusif de ce comité garantira que le programme reste aligné sur les priorités nationales et les besoins locaux, en évitant les décisions imposées d'en haut qui risqueraient d'aliéner les communautés. Un sous-comité technique peut également être formé sous son égide pour s'occuper du MRV et d'autres tâches spécialisées.

Le décret présidentiel établit une structure de gouvernance en partenariat public-privé (PPP) pour le Couloir Vert, chargée de gérer et de coordonner les projets de manière transparente, de garantir le respect du CLIP et de promouvoir l'acceptabilité sociale. Sur le plan institutionnel, le modèle de gouvernance impliquera plusieurs niveaux, notamment l'ARMCA en tant qu'autorité réglementaire, l'ICCN (avec un partenaire privé délégué) en tant que coordinateur opérationnel, et les entités provinciales/locales aux côtés des représentants des communautés pour assurer une mise en œuvre et un partage des bénéfices inclusifs au niveau du terrain. Compte tenu de la complexité de la gestion des initiatives carbone dans le vaste paysage multiprovincial du Kivu-Kinshasa, un système de gouvernance à deux niveaux pourrait être envisagé : une autorité centrale du Couloir ou un comité de pilotage (probablement au sein de l'ICCN), chargé de l'orientation stratégique et de la coordination externe, associé à des comités locaux décentralisés pour les activités spécifiques au contexte et le suivi. Une coordination horizontale et verticale efficace, éventuellement par le biais d'un groupe de travail interministériel, est essentielle pour intégrer les divers efforts sectoriels (par exemple, l'agriculture, l'énergie, la sécurité). En outre, une transparence solide, des mécanismes de responsabilité, des audits indépendants et la participation de la société civile seront essentiels pour se prémunir contre la corruption, renforcer la crédibilité extérieure et garantir la confiance au niveau local.

2. Élaborer rapidement un plan de partage des avantages

Un mécanisme transparent de partage des bénéfices est essentiel pour maintenir le soutien local et répondre aux attentes des donateurs. Nous recommandons d'élaborer ce plan de manière participative **dès le départ**, plutôt que d'attendre que les crédits soient sur le point d'être émis. Le plan doit définir comment les revenus des crédits carbone seront alloués - quel pourcentage aux communautés locales, aux gouvernements provinciaux, au réinvestissement dans la conservation, et pour couvrir les coûts administratifs. Par exemple, le programme de la Guyane attribue 15 % des revenus du carbone aux communautés indigènes ; la RDC pourrait envisager une part importante (par exemple, 30 à 50 %) pour les projets communautaires dans le Couloir, compte tenu de la forte population. Le plan devrait également mettre en place des canaux transparents (peut-être en utilisant les comités de développement locaux existants ou un fonds fiduciaire) pour distribuer les fonds et rendre compte de leur utilisation. La mise en place d'un accord de partage des bénéfices améliorera la confiance et répondra également aux exigences de normes telles que l'ART (qui demande des preuves de l'existence d'accords de partage des bénéfices).

Un mécanisme transparent de partage des bénéfices est essentiel pour maintenir le soutien local et répondre aux attentes des donateurs. Nous recommandons d'élaborer ce plan de manière participative **dès le départ**, plutôt que d'attendre que les crédits soient sur le point d'être émis. Le plan doit définir comment les revenus des crédits carbone seront alloués - quel pourcentage aux communautés locales, aux gouvernements provinciaux, au réinvestissement dans la conservation, et pour couvrir les coûts administratifs. Par exemple, le programme de la Guyane attribue 15 % des revenus du carbone aux communautés indigènes ; la RDC pourrait envisager une part importante (par exemple, 30 à 50 %) pour les projets communautaires dans le Couloir, compte tenu de la forte population. Le plan devrait également mettre en place des canaux transparents (peut-être en utilisant les comités de développement locaux existants ou un fonds fiduciaire) pour distribuer les fonds et rendre compte de leur utilisation. La mise en place d'un accord de partage des bénéfices améliorera la confiance et répondra également aux exigences de normes telles que l'ART (qui demande des preuves de l'existence d'accords de partage des bénéfices).

3. Mettre en œuvre le renforcement des capacités et recruter des experts clés

Lancer un programme de renforcement des capacités destiné aux équipes qui géreront l'initiative carbone du Couloir. Cela inclut la formation du personnel gouvernemental à Kinshasa et dans les provinces sur la comptabilité carbone, des techniciens SIG et télédétection pour le MRV, et des facilitateurs communautaires pour l'engagement. Il peut être judicieux de faire appel à un groupe de consultants spécialisés ou à une ONG ayant de l'expérience dans le domaine de la REDD+ pour agir en tant que **conseiller technique** pendant la phase de conception - par exemple, pour aider à la rédaction du concept TREES, à la conception du système MRV et à la formation des homologues locaux. Au fil du temps, les capacités devraient être transférées aux institutions nationales. En outre, il convient de désigner (et si nécessaire d'embaucher) un **coordinateur de programme** qui gère le développement quotidien du programme juridique et assure la liaison entre le gouvernement, les communautés et les partenaires internationaux. Ce rôle de "champion du carbone" est essentiel pour maintenir la dynamique et la communication.

4. Mener des consultations approfondies avec les parties prenantes

Utiliser un processus structuré pour informer et consulter les parties prenantes à travers le Couloir sur le programme carbone. Cela impliquerait des ateliers locaux dans différentes sous-régions du Couloir (du côté du Kivu au côté de Kinshasa) pour expliquer ce que le programme juridique signifie, comment il pourrait générer des revenus, et quelles obligations ou changements il implique (par exemple, toute nouvelle règle d'utilisation des terres dans le cadre du statut protégé du Couloir). Solliciter un retour d'information et obtenir un large soutien n'est pas seulement une exigence de sauvegarde, mais permettra également de détecter rapidement les conflits potentiels ou les problèmes de mise en œuvre. Il convient d'accorder une attention particulière à la participation des populations autochtones et des groupes marginalisés, éventuellement en travaillant avec ou par l'intermédiaire d'ONG locales qui ont leur confiance. Les résultats de ces consultations peuvent être utilisés pour affiner la conception du programme (par exemple en ajustant les activités à prioriser, comme une plus grande attention à la foresterie communautaire si les communautés montrent de l'intérêt) et pour documenter le processus de consentement libre, préalable et éclairé.

5. Concevoir un ensemble intégré d'activités de réduction des émissions

Le programme ne devrait pas s'appuyer sur une stratégie unique pour réduire la déforestation, mais plutôt déployer un **ensemble d'interventions** qui s'attaquent à plusieurs facteurs. Sur la base d'études sur les moteurs de la déforestation en RDC, les interventions probables comprennent : le soutien à l'**agriculture durable** et à l'agroforesterie pour réduire l'agriculture sur brûlis ; l'amélioration de l'**accès à l'énergie** (par exemple, des fourneaux efficaces, des énergies

renouvelables à petite échelle) pour réduire la perte de forêt due au charbon de bois ; le renforcement des **zones protégées et des forêts communautaires** (par des patrouilles, des gardes communautaires et la reconnaissance légale des droits fonciers) ; et la **planification des routes/infractions** pour minimiser la nouvelle déforestation due aux projets de transport. Chacune de ces activités doit être intégrée dans le plan de mise en œuvre global du Couloir, avec les parties responsables et les budgets. Par exemple, un partenariat avec une ONG spécialisée dans l'agroforesterie pourrait être établi pour travailler dans le Couloir oriental sur l'agroforesterie du cacao comme alternative au défrichage des forêts pour les cultures. En regroupant ces efforts, le programme augmente ses chances de parvenir à de réelles réductions d'émissions et offre également une certaine résilience - si une stratégie est moins performante, les autres peuvent compenser.

6. Développer un mécanisme d'emboîtement et éviter le double comptage

Le décret instituant le Couloir prévoit une approche intégrée de la gouvernance incluant toutes les parties prenantes existantes (opérateurs privés, communautés, titres coutumiers). Afin d'éviter les doubles comptes et de garantir l'intégrité environnementale du programme, les mécanismes suivants sont prévus ou en cours de structuration :

1. **Inventaire et cartographie des projets existants** : Un recensement exhaustif doit être mis en œuvre pour identifier tous les projets carbone volontaires existants ou en préparation dans le périmètre (VCS, Plan Vivo, Gold Standard, etc.). Ces projets seront géoréférencés et intégrés dans le registre spatial du Couloir.
2. **Accord de nidification / "Programme juridique de nidification"** : Le programme devra développer un cadre de nidification, conformément aux lignes directrices d'ART-TREES, y compris :
 - une répartition claire des droits d'émission entre le programme et les projets,
 - les règles permettant de compenser les fuites et d'éviter les doubles comptages,
 - un registre intégré (centralisé par l'ARMCA), harmonisé avec les normes VCM.
3. **Protocole d'autorisation et d'harmonisation ex ante** : Les opérateurs actifs ou intéressés devront signer un protocole d'harmonisation avec le programme juridique, définissant les périmètres, les méthodologies utilisées, les volumes à allouer et les méthodes de partage des résultats.
4. **Outil MRV intégré avec module de désagrégation spatiale** : le système MRV actuellement en cours de conception permettra une désagrégation fine des réductions d'émissions, projet par projet, afin de garantir :
 - l'affectation correcte des résultats,
 - l'absence de double comptage avec la couche supérieure (juridiction),
 - la transparence des crédits transférés ou demandés.

7. Assurer un suivi et une mise en œuvre solides sur le terrain

Le succès d'un programme carbone sera mesuré en tonnes de CO₂ non émises, ce qui revient en fin de compte à **ralentir ou à freiner la déforestation et la dégradation**. Le suivi et l'application sur le terrain sont donc des éléments opérationnels essentiels. Nous recommandons de créer des **"équipes de surveillance communautaires"** formées à la surveillance de base des forêts (éventuellement équipées de smartphones ou d'appareils GPS) afin d'alimenter le système MRV en informations et de jouer le rôle d'yeux et d'oreilles dans les zones reculées. Parallèlement, il convient de renforcer l'application de la législation en coordonnant les ministères provinciaux de l'environnement et les gardes forestiers afin de lutter contre les activités illégales. Compte tenu des problèmes de sécurité dans certaines parties du Couloir, il conviendrait d'étudier des initiatives de sécurité communautaires innovantes (comme le suggère la proposition relative au Couloir), par exemple en impliquant les communautés locales dans le signalement des activités des groupes armés qui conduisent à la déforestation, en association avec des réformes plus larges du secteur de la sécurité. Bien que la résolution des conflits régionaux dépasse la portée du projet carbone, la reconnaissance et la planification de ces conflits (peut-être en concentrant les efforts initiaux dans des zones plus sûres et en les élargissant progressivement) est une considération opérationnelle importante.

8. Développer une stratégie de communication et de transparence

Pour soutenir l'exécution, le programme doit maintenir une communication forte, tant au niveau local qu'international. Cela implique de créer des documents accessibles dans les langues locales pour expliquer les progrès aux communautés et de mettre en place un mécanisme de règlement des griefs (une ligne téléphonique d'urgence ou des points de contact communautaires où les plaintes peuvent être enregistrées, conformément aux meilleures pratiques qui veulent que les griefs soient traités à un stade précoce). Au niveau international, cela signifie documenter les étapes et rendre les documents clés (comme le plan de partage des bénéfices, les résultats MRV, les rapports de sauvegarde) accessibles au public. Cette transparence permettra de gérer la réputation du programme et de prévenir la désinformation ou l'opposition. Elle indique également aux acheteurs de carbone que le programme est géré de manière professionnelle.

9. Obtenir un financement relais et investir dans des actions précoces

Avant de recevoir tout paiement de crédit carbone (qui pourrait prendre des années), le Couloir aura besoin de fonds pour mettre en œuvre les activités susmentionnées. Il est conseillé d'obtenir un **financement relais** - éventuellement des subventions ou des engagements de marché anticipés - afin que les activités de réduction des émissions démarrent le plus tôt possible. Les actions à démarrage rapide, même modestes, comme le lancement de parcelles agroforestières ou de patrouilles communautaires, peuvent démontrer un succès rapide. Le fait de montrer une diminution d'année en année de la déforestation dans certaines parties du Couloir au cours de la phase de préparation renforcerait l'argumentaire lorsque le programme sera soumis à vérification. Les options pour un tel financement comprennent l'utilisation du financement CAFI existant pour la RDC, la recherche d'une subvention dédiée auprès des donateurs bilatéraux intéressés par le Couloir, ou l'exploration d'un prêt de politique de développement qui soutient les efforts climatiques de la RDC.

En outre, la **mise en œuvre progressive** peut être une approche : commencer par une zone pilote à l'intérieur du Couloir (peut-être une zone de déforestation particulièrement élevée ou une province comme la Tshopo en tant que cas test) pour affiner le modèle, puis l'étendre à l'ensemble du Couloir. Cela permet d'apprendre par la pratique, sans compromettre l'intégrité de l'ensemble du programme.

En suivant ces recommandations, l'initiative du Couloir Vert s'appuiera sur des pratiques opérationnelles solides. Ces étapes permettront de s'assurer que lorsque le programme sera officiellement lancé, il disposera d'un organe de direction légitime, d'un groupe d'intérêt engagé et d'un plan d'action clair. Avec la conception et le travail préparatoire bien en main, le programme peut passer en toute confiance à la phase suivante : le processus étape par étape de préparation, d'enregistrement et finalement de mise en œuvre du programme carbone juridictionnel. Cette étape est décrite dans la feuille de route ci-dessous.

Feuille de route pour la préparation et la mise en œuvre d'un programme gouvernemental sur le carbone dans le cadre d'ART-TREES

La réalisation d'un programme de carbone juridictionnel pleinement opérationnel pour le Couloir Vert Kivu-Kinshasa nécessitera une approche séquentielle. Ci-dessous se trouve une **feuille de route complète** qui décrit les principales phases et étapes du début à la mise en œuvre dans le cadre d'ART-TREES :

Phase 0 : Activation et mise en place des institutions (Mois 0-3)

1. **Formaliser le soutien du gouvernement** : Désigner l'**agence principale** (par exemple par le biais d'un partenariat public-privé entre l'ICCN et la Fondation Virunga) responsable de la coordination du programme carbone ; Constituer le **comité de pilotage multipartite** (comme prévu dans le décret) avec des rôles clairs pour le gouvernement, les autorités provinciales, les communautés locales et les acteurs privés ; Définir les termes de référence et les règles de prise de décision pour les fonctions liées au carbone (par exemple la surveillance MRV, le partage des bénéfices et la gouvernance par emboîtement).

Jalon : Le comité de pilotage du programme carbone est officiellement constitué par arrêté ministériel, avec un mandat, un président désigné et une première réunion.

2. **Obtenir un financement préliminaire** : Mobiliser les fonds initiaux pour la conception du programme. Cela pourrait signifier la réaffectation de certaines ressources FONAREDD, ou l'obtention d'une subvention préparatoire d'un donateur (par exemple, une subvention de démarrage rapide de CAFI ou un soutien technique de UN-REDD).

Jalon : Au moins X millions de dollars garantis pour les 12 prochains mois d'activités de préparation.

Phase 1 : Préparation et développement du concept (mois 3-12)

3. **Collecte et analyse des données de base** : Constituer une équipe technique chargée de rassembler les données historiques sur la déforestation dans le Couloir et d'élaborer un niveau d'émission de référence préliminaire pour les forêts. Utiliser 5 à 10 ans de données satellitaires pour calculer la perte annuelle de forêts et les émissions associées (CO₂). Évaluer également les facteurs de déforestation afin d'éclairer la définition des objectifs.

Jalon : Le projet de rapport de référence sur la déforestation est achevé, montrant la tendance historique des émissions dans le Couloir. Les résultats préliminaires sont présentés ici après dans le rapport.

- 4. Premier cycle de consultation des parties prenantes :** mener le premier cycle de consultations des communautés et des parties prenantes dans toutes les régions clés du Couloir. L'objectif est de présenter le projet, de recueillir des commentaires sur les moteurs et les interventions potentielles, et de s'assurer que les préoccupations locales sont entendues.

Jalon : Production d'un rapport de consultation résumant les contributions des communautés, des autorités locales et d'autres parties prenantes dans l'ensemble du Couloir.

- 5. Projet de note conceptuelle TREES :** En utilisant les résultats des étapes 3 et 4, préparer le document conceptuel TREES pour l'ART. Ce document de haut niveau comprendra : une description de la juridiction du Couloir (superficie, couvert forestier, population), la période de référence et l'estimation des émissions de base, les stratégies initiales de réduction des émissions, et la démonstration de l'engagement politique et de l'implication des parties prenantes.

Jalon : La note conceptuelle TREES est soumise au Secrétariat ART pour approbation.

- 6. Engagement provisoire avec les acheteurs/partenaires :** Pendant que le concept est en cours d'examen, entamer des dialogues avec des partenaires potentiels - par exemple, informer la coalition LEAF du programme à venir, s'engager dans des initiatives multilatérales. Si possible, signer un protocole d'accord avec un partenaire technique (tel qu'une ONG ou un institut de recherche) pour le soutien MRV.

Jalon : Au moins un partenariat formalisé (technique ou financier) pour soutenir le développement du programme.

Phase 2 : Conception du programme et documentation (mois 12 à 24)

- 7. Approbation du concept par l'ART et intégration du retour d'information :** Idéalement, dans ce délai, l'ART approuvera le concept TREES du Couloir (cela a été la première étape pour d'autres pays comme la Colombie). Une fois l'approbation obtenue, il convient d'examiner les commentaires de l'ART et de prévoir d'en tenir compte dans la conception complète du programme.

Étape importante : ART approuve le concept TREES, faisant du Couloir une juridiction officiellement répertoriée comme participant à ART.

- 8. Conception complète du programme (document d'enregistrement TREES) :** Élaborer le document complet du programme TREES. Il s'agit de détailler tous les aspects : les accords de gouvernance, la méthodologie MRV (y compris la stratification des forêts, les données sur la densité du carbone et le plan de suivi), le plan de mise en œuvre des mesures de sauvegarde (comment le programme répond aux exigences sociales/environnementales), le plan de partage des bénéfices (comment les recettes seront distribuées) et l'approche d'imbrication pour tous les projets. Ce document est essentiellement le plan d'affaires et le plan technique du programme. Il doit également inclure un calendrier de mise en œuvre pour la période de crédit (par exemple, 2025-2030) avec les activités et les résultats annuels prévus.

Jalon : La documentation complète du programme TREES est achevée sous forme de projet.

- 9. Deuxième cycle de consultation des parties prenantes :** présenter les éléments clés de la conception du programme (à partir de l'étape 8) aux parties prenantes pour validation. Ce deuxième cycle de consultation permet de s'assurer que les communautés et les dirigeants locaux voient comment leur contribution a été utilisée et qu'ils sont d'accord avec les plans finaux de partage des bénéfices et d'activités. Elle sert également à finaliser les processus de consentement libre, préalable et éclairé avec les communautés indigènes.

Jalon : Approbation des représentants des parties prenantes locales (par exemple, une résolution signée par les assemblées communautaires ou les conseils provinciaux soutenant la conception du programme).

- 10. Approbation nationale et alignement sur la CDN :** Avant la soumission, obtenir l'approbation formelle du document de programme par l'organe national de supervision REDD+ (par exemple, le Comité de pilotage FONAREDD et le ministre de l'Environnement). En outre, coordonner avec le point focal national sur le changement climatique pour s'assurer que les émissions du programme seront comptabilisées de manière appropriée par rapport à la CDN de la RDC. Le gouvernement doit publier une déclaration indiquant qu'il autorisera les ajustements correspondants pour tous les crédits vendus au niveau international, afin de s'aligner sur les exigences de l'article 6.

Jalon : Lettre d'approbation du gouvernement signée, confirmant que le programme fait partie de la stratégie climatique de la RDC et détaillant les conditions pour les ventes de crédits internationaux (évitant le double comptage).

- 11. Soumettre le programme pour validation :** Soumettre les documents d'enregistrement TREES finalisés au registre ART pour examen officiel et validation ultérieure par un organisme accrédité indépendant. Cela déclenche le **processus officiel de validation/vérification**, au cours duquel un auditeur évaluera la conception du programme par rapport à la norme TREES.

Jalon : Les documents d'enregistrement TREES sont acceptés par l'ART et le processus de validation est lancé (auditeur désigné).

Phase 3 : Début de la mise en œuvre (mois 24 à 36)

- 12. Lancer des activités pilotes :** Pendant que la validation est en cours (un processus qui peut prendre plusieurs mois), commencez à mettre en œuvre les activités sur le terrain qui sont prêtes. Il peut s'agir par exemple de lancer un projet de foresterie communautaire dans un territoire, de distribuer des fourneaux améliorés dans une communauté où le taux de déforestation est élevé ou d'intensifier les patrouilles forestières dans les zones critiques. Une mise en œuvre précoce permet non seulement de commencer à générer des réductions d'émissions (qui seront comptabilisées une fois que la période d'attribution des crédits commencera, si elle est comprise dans le calendrier de référence/de suivi), mais aussi de démontrer les progrès accomplis aux validateurs et aux investisseurs potentiels.

Jalon : Les interventions pilotes sont opérationnelles dans au moins 2 ou 3 zones, avec un contrôle en place pour suivre leur impact (par exemple, les taux de déforestation trimestriels).

13. **Augmentation de la capacité** : À ce stade, le système MRV devrait être finalisé et testé. Mettre en place les systèmes de gestion des données, éventuellement une plateforme en ligne où les analyses d'images satellites sont mises à jour périodiquement et où les résultats peuvent être consultés. Former les équipes provinciales à l'utilisation de ces outils. Il faut également rendre le mécanisme de partage des bénéfices opérationnel sur le plan institutionnel (même si aucun fonds n'est encore distribué, des comptes bancaires ou des comités locaux doivent être mis en place pour gérer les fonds).

Jalon : Système MRV opérationnel pour le Couloir (même en mode test) et mécanismes institutionnels (fonds, comités) établis au niveau local, prêts à recevoir des financements basés sur la performance.

Phase 4 : Vérification et délivrance du crédit (à partir du 36e mois environ)

14. **Validation complète et vérification initiale** : Travailler en étroite collaboration avec l'organisme de validation/vérification désigné afin de fournir toutes les preuves et clarifications nécessaires. Une fois le programme validé (la conception est approuvée), les données de la première période de suivi seront vérifiées. Supposons que la période d'octroi de crédits commence en janvier 2025 ; à la fin de 2025 ou 2026, le premier rapport de suivi peut être compilé et montrer les taux de déforestation par rapport à la base de référence. Le VVB vérifiera les réductions d'émissions réalisées.

Étape importante : Validation réussie de la conception du programme et achèvement du premier rapport de vérification confirmant la réduction de XX millions de tonnes d'émissions de CO₂ au cours de la première période de surveillance.

15. **Délivrance des crédits** : Après une vérification réussie, le comité ART peut approuver la délivrance de crédits TREES à l'administration. Ces crédits apparaîtront alors dans le registre ART, sérialisés et prêts pour la transaction. Par exemple, la RDC pourrait se voir attribuer des crédits après la deuxième ou la troisième année du programme, pour couvrir la réduction initiale obtenue.

Une étape importante : ART émet le premier lot de crédits TREES pour le programme Green Couloir de la RDC (chaque crédit représente une tonne de réduction d'émissions de CO₂).

16. **Monétisation (vente de crédits)** : Avec les crédits émis en main (ou même en prévision, via des contrats à terme), exécuter les accords avec les acheteurs. Si un accord a été conclu avec la coalition LEAF ou un acheteur privé (comme une société d'énergie ou une entreprise technologique dans le cadre d'un engagement climatique), les crédits peuvent maintenant être transférés et les paiements reçus. Par exemple, si LEAF ou un autre acheteur accepte d'acheter 10 millions de tonnes à 10 \$/tonne, cela signifie que 100 millions de dollars seront versés au programme, selon les modalités prévues (éventuellement par tranches). À ce stade, il convient de s'assurer que tous les ajustements et attestations correspondants sont effectués afin que l'acheteur puisse réclamer les crédits au niveau international.

Étape importante : Premier paiement pour les crédits carbone reçus sur le compte désigné de la RDC - marquant la transition du programme de la mise en place à la génération de revenus.

17. **Distribution et réinvestissement des bénéfices** : Une fois les recettes perçues, mettre en œuvre le plan de partage des bénéfices. Débourser les parts convenues aux projets communautaires, aux gouvernements locaux et aux autres parties prenantes. Il est essentiel de le faire rapidement et de manière transparente afin de démontrer l'existence de bénéfices tangibles. Simultanément, recycler une partie des fonds pour étendre les interventions réussies (par exemple, étendre l'agroforesterie à de nouveaux villages ou embaucher davantage de gardes forestiers communautaires) - cela crée une boucle de rétroaction positive qui augmente les réductions d'émissions au cours des années suivantes.

Jalon : Distribution documentée des revenus du carbone aux bénéficiaires (communautés, etc.) avec une transparence publique, et un plan de travail financé pour des activités élargies dans la phase suivante.

18. **Suivi continu et gestion adaptative** : Le programme entre dans un cycle de mise en œuvre continue, de suivi et de vérification périodique (probablement tous les 2 à 5 ans, conformément aux exigences de l'ART). Les données et les enseignements tirés des premières années permettent d'adapter la stratégie. Par exemple, si certaines zones continuent à perdre des forêts, il convient d'en rechercher les causes et d'intensifier les efforts dans ces zones. Maintenir l'engagement des parties prenantes par le biais de sessions de rapport régulières ou de forums dans le Couloir.

Jalon : Évaluation à mi-parcours du programme (vers l'année 5), montrant les tendances de la déforestation, évaluant les impacts sociaux et recommandant des corrections pour la prochaine période d'attribution de crédits.

Phase 5 : Durabilité à long terme (à partir de l'année 5)

19. **Planification de la prochaine période de crédit** : Lorsque la première période de crédit arrive à son terme (les périodes de crédit ART-TREES sont généralement de 5 ans), commencer à mettre à jour la base de référence pour la prochaine période conformément aux règles standard (ce qui peut nécessiter l'utilisation d'une période de référence plus tardive, etc.) Intégrer également le programme Couloir dans la prochaine soumission NDC de la RDC, en soulignant sa contribution aux objectifs climatiques (ou la partie vendue en tant qu'ITMO).

Jalon : Approbation de la poursuite ou de l'intensification du programme au cours des périodes suivantes, avec des objectifs ou des méthodes révisés, garantissant la continuité du financement.

20. **Mise à l'échelle et réplique** : Si le programme du Couloir Vert s'avère fructueux, il faut envisager d'étendre ou de reproduire le modèle dans d'autres parties de la RDC. Le Couloir lui-même pourrait être élargi ou de nouveaux Couloirs pourraient être désignés. Les capacités institutionnelles et techniques mises en place peuvent servir de base à une approche nationale couvrant toutes les grandes régions forestières de la RDC, créant ainsi un véritable cadre national de financement du carbone REDD+ intégré au développement - faisant de la RDC un leader parmi les nations forestières tropicales en matière de REDD+ juridique.

Jalon : Transfert de connaissances et éventuellement propositions de nouveaux programmes juridiques (par exemple, un programme pour la région de Cuvélai ou une expansion vers le nord), en capitalisant sur l'expérience du Couloir Vert.

Cette feuille de route est ambitieuse mais réalisable. Elle établit un calendrier dans lequel, en l'espace de trois ans environ, le Couloir Vert pourrait passer du concept à l'émission de crédits carbone vérifiés - un calendrier cohérent avec les expériences des pays qui ont progressé rapidement dans la mise en œuvre de la REDD+. Tout au long du processus, il sera essentiel de maintenir une certaine flexibilité : les délais peuvent changer en raison de défis imprévus (changements politiques, retards techniques, etc.), de sorte que le plan devrait être revu régulièrement par le comité de pilotage. Le plan devra donc être revu régulièrement par le comité de pilotage. Néanmoins, l'existence de cette feuille de route permet de donner une orientation et de rendre des comptes.



L'OPPORTUNITÉ DE LA CARBON FINANCE

En suivant les étapes ci-dessus, le Couloir Vert Kivu-Kinshasa peut passer d'une vision audacieuse à un programme de carbone juridictionnel à part entière. Cela permettra non seulement d'attirer des financements climatiques en RDC à une échelle sans précédent, mais aussi de faire en sorte que le Couloir Vert tienne ses promesses en tant que modèle de croissance verte - où la protection des forêts inestimables du bassin du Congo va de pair avec le bénéfice des millions de personnes qui considèrent ces forêts comme leur foyer.

RECOMMANDATIONS OPÉRATIONNELLES POUR LA CONCEPTION ET L'EXÉCUTION DU PROGRAMME

- 1 Mettre en place un comité de pilotage pluripartite et une structure de gouvernance solide et flexible
- 2 Élaborer rapidement un plan de partage des avantages
- 3 Mettre en oeuvre le renforcement des capacités et recruter des experts clés
- 4 Mener des consultations approfondies avec les parties prenantes
- 5 Concevoir un ensemble intégré d'activités de réduction des émissions
- 6 Développer un mécanisme d'emboîtement et éviter le double comptage
- 7 Assurer un suivi et une mise en oeuvre solides sur le terrain
- 8 Développer une stratégie de communication et de transparence
- 9 Obtenir un financement relais et investir dans des actions précoces



REMERCIEMENTS

Cette étude a été rendue possible grâce au soutien financier de l'Union européenne. Nous remercions chaleureusement **VisioTerra** pour sa contribution à la production des cartes et aux analyses cartographiques, réalisées sous la direction de Zhour Najoui. Nous remercions également **Quentin Jungers** (expert-clé pour la facilité B4Life 2.0) pour son apport essentiel à la structuration du cadre analytique, à la rédaction de sections clés et à la collecte de données stratégiques. Le travail a été piloté par la **Fondation Virunga**, avec **Jérôme Gabriel** en tant que coordinateur de l'étude. Nos remerciements vont également à **Gaia De Battista**, dont les contributions et le soutien éditorial ont été déterminants pour affiner le document final.



APPENDIX



Les ménages ruraux bénéficient de l'accès à l'électricité.
© Brent Stirton/Getty Images

Annexes

Annexe 1 - Rapports d'examen approfondi

Dans cette section, nous avons reproduit les rapports sectoriels qui ont été rédigés et développés en utilisant uniquement la recherche par intelligence artificielle. Les données, si utilisées, dans l'étude ont toujours été vérifiées avant d'être utilisées.

L'énergie

Consommation moyenne d'énergie des ménages dans les zones rurales

Les ménages ruraux d'Afrique subsaharienne ne consomment généralement que des quantités modestes d'électricité, de l'ordre de quelques centaines de kilowattheures par an. En fait, la plupart des ménages ruraux africains utilisent environ **50 à 500 kWh par ménage et par an** (), ce qui est bien inférieur aux niveaux de consommation des pays développés. Cette faible consommation reflète le nombre limité d'appareils dans les maisons hors réseau - souvent quelques lampes LED, le chargement d'un téléphone portable, une radio ou une petite télévision, et parfois un petit réfrigérateur. Les premières données fournies par les opérateurs privés de mini-réseaux montrent une **utilisation mensuelle très faible** - une moyenne d'environ **6,1 kWh par client et par mois** (≈73 kWh/an) dans la pratique ([Benchmarking Africa's Minigrids | Portail de l'énergie pour l'Afrique.](#)) Cela correspond à des besoins de base tels que l'éclairage et le chargement de téléphone.

Les ménages qui acquièrent d'autres appareils (tels qu'une télévision ou un mini-réfrigérateur efficace) peuvent augmenter leur consommation vers le haut de la fourchette. Par exemple, l'ajout d'un petit réfrigérateur fonctionnant plusieurs heures par jour, à côté d'un téléviseur et de lampes, peut augmenter la demande du ménage de **200 à 500 kWh sur une année** (). Une étude de cas a permis d'estimer à environ **465 kWh par ménage et par an** lorsque les niveaux de service comprenaient un réfrigérateur et un téléviseur (). En résumé, les foyers ruraux typiques qui ne sont pas raccordés au réseau électrique ne consomment que quelques kilowattheures par mois, tandis que ceux qui disposent d'un ensemble complet d'appareils de base peuvent consommer de l'ordre de **20 à 40 kWh par mois** (environ 240 à 480 kWh par an). Ces faibles niveaux de consommation ont des implications importantes pour la conception et les revenus des mini-réseaux, car chaque client produit relativement peu de ventes d'énergie.

Prix de l'énergie au seuil de rentabilité pour un mini-réseau viable (non subventionné)

En raison des coûts initiaux élevés et de l'échelle limitée, le **coût de l'électricité produite par les mini-réseaux solaires** en Afrique rurale est beaucoup plus élevé que les tarifs des services publics nationaux. **Les prix d'équilibre** (c'est-à-dire les tarifs reflétant les coûts) sans subventions sont souvent compris entre **0,50 et 0,80 dollar par kWh**, voire plus. Des études menées par le Rocky Mountain Institute montrent que le **coût de l'énergie nivelé (LCOE)** d'un mini-réseau solaire hybride bien géré est généralement d'**au moins 0,55 à 0,60 dollar par kWh** dans les conditions actuelles ([FS : les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici à 2030](#)). D'autres analyses indiquent que les tarifs reflétant totalement les coûts pour les mini-réseaux éloignés **dépassent souvent 0,60 \$/kWh et peuvent approcher 1,00 \$/kWh** ([What is the Cost of Reliable Electricity ? par REES Africa](#)

- [Medium](#)). Par exemple, le cadre réglementaire des mini-réseaux ruraux de la Sierra Leone a approuvé des tarifs de l'ordre de **0,80 à 0,90 \$ par kWh** pour les mini-réseaux privés, reflétant le coût réel du service en l'absence de subventions (). En comparaison, les tarifs typiques de l'électricité du réseau dans les villes africaines ne sont que d'environ 0,10-0,20 \$/kWh, ce qui met en évidence l'écart.

Ces prix d'équilibre élevés s'expliquent par l'intensité capitaliste des mini-réseaux et par la taille réduite de leur clientèle. Une modélisation financière montre que pour couvrir les coûts d'exploitation, la dépréciation des actifs et les coûts de financement (souvent un mélange de prêts de développement et de capitaux privés visant des rendements de l'ordre de 10 %), **les tarifs doivent être plusieurs fois plus élevés que ceux du réseau principal** ([FS : les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici à 2030](#)) (). Par exemple, un pays plafonne les retours sur investissement des mini-réseaux à environ 18 % de TRI (), ce qui nécessite un prix unitaire élevé pour y parvenir. Dans la pratique, la plupart des projets de mini-réseaux ne sont pas financièrement viables à des tarifs purement commerciaux de l'ordre de 0,60 \$ ou plus, car les clients ruraux ont du mal à se permettre de tels tarifs. C'est pourquoi **la viabilité dépend souvent d'aides ou de subventions** pour réduire les coûts ou de programmes de subventions croisées. En l'absence de subventions, le prix élevé de l'électricité des mini-réseaux, qui reflète les coûts, reste un obstacle majeur à la viabilité commerciale, et les développeurs recherchent souvent des financements concessionnels pour abaisser le tarif d'équilibre requis.

Taille typique d'un mini-réseau solaire (capacité PV et batterie)

Les mini-réseaux solaires hors réseau dans les communautés rurales sont généralement de **petits systèmes électriques**, dont la capacité de production est de l'ordre de quelques dizaines de kilowatts. **En Afrique, un mini-réseau solaire "typique" a une capacité d'environ 10 à 100 kW crête (PV solaire)** (), ce qui est suffisant pour électrifier un petit village ou un groupe de villages. De nombreux déploiements se situent dans cette fourchette - par exemple, un projet de mini-réseau au Burkina Faso utilise un **réseau solaire photovoltaïque de 50 kWp** (avec un système de secours au diesel) pour alimenter sa communauté ([présentation PowerPoint](#)). Les petits villages ou les projets pilotes peuvent installer des systèmes d'une **puissance de 10 à 20 kWp**, tandis que les villages plus importants et les centres commerciaux exigent des systèmes de plus grande puissance (50+ kW). Ces systèmes sont généralement accompagnés d'une batterie de stockage pour fournir de l'électricité la nuit et stabiliser la variabilité solaire. Les banques de batteries sont généralement dimensionnées pour quelques heures d'approvisionnement - par exemple, un **mini-réseau photovoltaïque de 15 kWp peut avoir ~60 kWh de stockage de batterie** pour couvrir les charges du soir et du début de matinée ([Présentation PowerPoint](#)). Une ferme solaire de 50 kW pourrait utiliser une batterie de l'ordre de 150 à 300 kWh, en fonction des heures d'autonomie souhaitées et du profil de charge de pointe.

Les déploiements dans le monde réel illustrent l'éventail des tailles des mini-réseaux. En Afrique de l'Est, des promoteurs privés ont construit des systèmes **photovoltaïques de 20 à 50 kW avec stockage par batterie** pour connecter des centaines de foyers (). Dans les régions reculées d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale, de nombreux mini-réseaux ont une puissance inférieure à

100 kW afin de rester dans le cadre de régimes d'autorisation plus faciles (les systèmes de moins de 100 kW sont souvent soumis à des exigences réglementaires plus simples) (). Cela dit, certains projets desservant des populations plus importantes ou des charges d'ancrage s'étendent à plus grande échelle : par exemple, le Zimbabwe a récemment mis en service un **mini-réseau solaire de 200 kW** alimentant des ménages, des entreprises, des écoles et une clinique dans un centre de district ([Solar mini-grids transforms lives of Zimbabweans in rural areas](#)). Au Nigeria et en Zambie, des mini-réseaux d'une puissance de 100 à 200 kW ont été construits pour desservir des villages plus importants et des utilisations productives telles que des moulins et des pompes à eau ([Africa Solar Industry Association - Facebook](#)). En général, cependant, la plupart des mini-réseaux solaires communautaires dans les zones rurales d'Afrique subsaharienne restent bien en deçà de 100 kW. Ils desservent généralement quelques **centaines de connexions** (ménages et petites entreprises), et le dimensionnement des composants (PV et batterie) est adapté à la demande prévue, à la pointe du soir et à la fiabilité souhaitée (certains incluent un générateur de secours en cas d'augmentation de la charge).

Ventilation des coûts CAPEX et des principaux composants

Les dépenses d'investissement (CAPEX) pour un mini-réseau solaire comprennent l'équipement de production (panneaux solaires, structures de montage, onduleurs), le système de stockage par batterie, le réseau de distribution (fils, poteaux, transformateurs, compteurs, etc.), ainsi que tous les coûts d'installation et de développement du projet. Le CAPEX total peut varier considérablement en fonction de la taille du projet et du contexte local, mais des données de référence récentes montrent que les coûts **diminuent** à mesure que le secteur mûrit. Selon un rapport sur le marché de 2024, les coûts d'investissement moyens sont tombés à environ **2 200 dollars par kW de capacité installée** (contre environ 3 000 dollars/kW quelques années auparavant) (). Un autre indicateur est le coût par connexion client : il est passé de plus de 1 200 dollars par connexion vers 2020 à environ **700 dollars par connexion en 2024** pour les programmes de mini-réseaux à grande échelle (). (Les mini-réseaux pilotes plus petits, avec moins de clients, affichent toujours des coûts par connexion plus élevés, souvent de 1 000 à 2 000 dollars ou plus ([Microsoft PowerPoint - 4.A.Chris Greacen.World Bank consultant.pptx](#))). Par exemple, un mini-réseau de 50 kW desservant 200 ménages peut entraîner un CAPEX total de l'ordre de **150 000 à 250 000 dollars** (ce qui correspond approximativement à 3 000 à 5 000 dollars par kW, ou 750 à 1 250 dollars par ménage). Le coût exact dépend de la distance à laquelle les clients sont répartis (ce qui influe sur la longueur des lignes de distribution), de l'utilisation de batteries lithium-ion ou plomb-acide, des droits d'importation et d'autres facteurs spécifiques au projet.

Les principaux éléments de coût d'un mini-réseau solaire se décomposent généralement comme suit :

- **Réseau solaire photovoltaïque (panneaux et montage) : Environ 10 à 15 % des dépenses totales en capital** ([PDF\] COÛTS ET INNOVATION DU MINI-GRID](#)). Les prix des modules photovoltaïques ont considérablement baissé, ce qui fait que les panneaux eux-mêmes représentent une part moins importante des coûts. Par exemple, si le coût total du système s'élève à 250 000 dollars, les panneaux solaires peuvent représenter de 25 à 30 000 dollars.

- **Stockage par batterie** : Environ **15 % des dépenses d'investissement** en moyenne ([PDF] [MINI GRID COSTING AND INNOVATION](#)), bien que ce chiffre varie en fonction du nombre d'heures de stockage et du type de batterie. Les batteries lithium-ion coûtent plus cher au départ mais peuvent avoir une durée de vie plus longue ; les batteries plomb-acide sont moins chères mais peuvent devoir être remplacées plus tôt. Les développeurs équilibrent souvent ces facteurs.
- **L'électronique de puissance (onduleurs, régulateurs de charge)** : Elle représente généralement 5 à 15 % des coûts (en fonction de la conception). Les onduleurs et les contrôleurs sont essentiels pour convertir et gérer l'énergie, et leurs coûts ont baissé (les prix des onduleurs sont passés de ~320 \$/kW en 2010 à ~90 \$/kW en 2017) ([Microsoft PowerPoint - 4.A.Chris Greacen.World Bank consultant.pptx](#)) ([Microsoft PowerPoint - 4.A.Chris Greacen.World Bank consultant.pptx](#)). Ces composants permettent au système de fournir un courant alternatif stable et de charger les batteries en toute sécurité.
- **Réseau de distribution et raccordements des clients** : Environ **14-15% du CAPEX** en moyenne ([PDF] [MINI GRID COSTING AND INNOVATION](#)) ([Network Cost Estimation for Mini-Grids in Large-Scale Rural Electrification Planning](#)). Cela comprend le câblage basse tension, les poteaux et les compteurs pour connecter chaque maison. Dans de nombreux projets, la **distribution du mini-réseau** représente une dépense importante, surtout si les maisons sont éloignées les unes des autres, ce qui nécessite un câblage important pour un nombre relativement faible de kilowatts (). (Une étude portant sur des dizaines de mini-réseaux a révélé que les réseaux de distribution représentaient en moyenne 14 % du coût total du projet ([Network Cost Estimation for Mini-Grids in Large-Scale Rural Electrification Planning](#))). Des efforts tels que l'optimisation de la configuration du réseau et le regroupement des clients peuvent réduire ces coûts.
- **Solde des coûts du système et des coûts indirects** : Le reste (souvent 40 % ou plus) est consacré aux autres coûts du matériel et du projet. Cela comprend les **travaux de génie civil et l'infrastructure du site** (boîtiers d'équipement, structures de montage, préparation du terrain), la **main-d'œuvre d'installation**, l'expédition et la logistique, ainsi que les dépenses de **développement du projet** (conception technique, autorisation, engagement de la communauté, etc.) Dans certains cas, la préparation du terrain ou du site est à elle seule importante - par exemple, dans les mini-réseaux d'un pays, les coûts du site et du terrain étaient du même ordre que ceux des panneaux solaires eux-mêmes ([présentation PowerPoint](#)). Les frais généraux du promoteur, les imprévus et les frais de financement entrent également dans cette catégorie. Ces coûts indirects peuvent être considérables, c'est pourquoi il est essentiel de les réduire (grâce à des conceptions de systèmes normalisées, à des achats groupés et à une rationalisation des autorisations) pour faire baisser le coût total de l'investissement.

Du point de vue de la modélisation financière, les dépenses d'investissement élevées sont le moteur fondamental du coût élevé de l'énergie évoqué plus haut. L'amortissement du coût du capital d'un

mini-réseau sur, disons, 15 à 20 ans, avec un financement typique, conduit à un coût élevé par kWh, à moins que l'utilisation n'augmente de manière significative. Par exemple, avec un CAPEX total de quelques milliers de dollars par kW, le seul coût d'investissement annualisé peut être de l'ordre de 0,30 à 0,50 dollar par kWh (en fonction des conditions de financement et de la production d'énergie) ([FS : Les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici à 2030](#)). C'est pourquoi chaque élément de coût est important : **il est essentiel de réduire les dépenses d'investissement grâce à l'innovation et à l'échelle pour rendre les tarifs abordables**. En effet, les analystes prévoient qu'avec la poursuite de la baisse des prix de l'énergie solaire photovoltaïque et des batteries, ainsi que des économies d'échelle et une meilleure efficacité opérationnelle, le LCOE des mini-réseaux pourrait potentiellement tomber à environ **0,22-0,25 \$/kWh d'ici à 2030** ([FS : Mini-grids costs can be reduced by 60% by 2030](#)) ([FS : Mini-grids costs can be reduced by 60% by 2030](#)). De telles réductions permettraient probablement de rendre de nombreux mini-réseaux commercialement viables sans subventions importantes, en réduisant l'écart entre les tarifs reflétant les coûts et ce que les clients ruraux peuvent payer. En attendant, l'économie des mini-réseaux solaires hors réseau en Afrique reste un défi, nécessitant une structuration financière minutieuse (subventions, prêts concessionnels ou financement basé sur les résultats) pour combler le fossé de la viabilité. Chaque projet doit équilibrer la taille du système en fonction des besoins de la communauté, fixer des tarifs qui permettent de recouper les coûts et obtenir un financement pour couvrir l'investissement initial, tout en visant à améliorer les moyens de subsistance grâce à un accès fiable à l'énergie.

Ventilation des OPEX pour les mini-réseaux solaires à petite échelle en Afrique subsaharienne

Les coûts d'exploitation des mini-réseaux solaires communautaires peuvent être considérables - environ **40 % du coût levé de l'électricité d'un mini-réseau** provient des OPEX en cours (avec ~60 % des CAPEX initiaux) ([FS : Les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici à 2030](#)). Les principales composantes des OPEX comprennent la maintenance, les salaires du personnel, le service à la clientèle, la sécurité et divers coûts administratifs. On trouvera ci-dessous une ventilation des catégories OPEX typiques, avec des répartitions en pourcentage et des exemples d'estimations de coûts, suivis de notes sur l'évolution des coûts pour des systèmes de ~20 kWp, 50 kWp et 100 kWp.

Entretien et réparations

Ce qu'il couvre : L'entretien courant des panneaux solaires, des onduleurs, l'entretien du parc de batteries, le remplacement des composants usés (par exemple, les batteries toutes les quelques années, l'électronique) et la gestion de l'usure. Il s'agit d'un coût permanent pour maintenir le système en bon état de fonctionnement.

Part typique des OPEX : La maintenance et les réparations représentent généralement **20 à 30 % des OPEX totales** pour les mini-réseaux solaires. Une analyse du secteur a révélé que les **"remplacements de composants" représentaient environ 26 % des coûts d'exploitation** (en tant que fraction des coûts d'exploitation et de maintenance) ([FS : Les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici à 2030](#)). Dans les systèmes purement solaires (sans coût de combustible), la maintenance peut être l'une des catégories de dépenses les plus importantes après la main

d'œuvre. Les développeurs prévoient souvent un budget de l'ordre de **2 à 5 % du coût d'investissement initial par an** pour les activités de maintenance (par exemple, en mettant de côté des fonds pour le remplacement des batteries et l'entretien de l'équipement).

Repères dans le monde réel : Pour un petit mini-réseau communautaire, les coûts de maintenance sont importants mais pas écrasants. *Par exemple, un mini-réseau solaire de 30 kW en Zambie consacre environ **4 215 euros par an** à la maintenance (soit 1,5 % du coût de l'équipement de production et 4 % du coût du réseau par an) (). Cela représente environ **37 % de l'OPEX totale du site** (). En termes absolus, un mini-réseau solaire de 20 kWp peut dépenser de l'ordre de **500 à 1 000 dollars par an pour la maintenance**, tandis qu'un système plus important de 100 kWp peut dépenser plusieurs milliers de dollars par an pour l'entretien (en raison d'un équipement et de batteries plus importants). Cependant, à mesure que la taille du système augmente, les économies d'échelle en matière de maintenance peuvent s'améliorer - par exemple, le remplacement d'un onduleur dans un système de 100 kW affecte plus de kW et de clients que dans un système de 20 kW.*

Coûts de main-d'œuvre (personnel)

Ce qu'il couvre : Les salaires du personnel du mini-réseau, qui comprend généralement un opérateur/technicien local pour les opérations quotidiennes, des techniciens pour la maintenance périodique, des agents du service clientèle et tout personnel administratif ou de gestion. Dans certains cas, un seul employé a plusieurs casquettes (opérateur, liaison avec les clients, maintenance de base), en particulier sur les très petits réseaux. Dans les installations plus importantes, il peut y avoir un technicien et du personnel de soutien ou des fonctions à temps partiel.

Part typique des OPEX : la main-d'œuvre est généralement **la composante la plus importante des OPEX, représentant souvent 30 à 50 % des coûts d'exploitation totaux**. Les enquêtes montrent systématiquement que les frais de personnel se situent au sommet ou près du sommet de la part des OPEX. Par exemple, dans un ensemble de données sur les mini-réseaux d'Afrique de l'Ouest, les **dépenses de personnel représentaient en moyenne 37 % des OPEX** ([présentation PowerPoint](#)). Une autre analyse a révélé que **la main d'œuvre représentait environ 44 % des dépenses O&M globales** pour les mini-réseaux solaires hybrides ([FS : Mini-grids costs can be reduced by 60% by 2030](#)). Dans les très petits systèmes, la part de la main-d'œuvre peut être encore plus élevée (puisque même un salaire représente un coût fixe important par rapport aux autres dépenses) - dans un mini-réseau zambien de 30 kW, le personnel (un directeur, un technicien et un agent de sécurité) représentait environ **6 850 €/an**, soit environ **60 % des dépenses d'exploitation et d'entretien de ce site** ([FS : Mini-grids costs can reduce 60% by 2030](#)). Au fur et à mesure que les mini-réseaux se développent, le pourcentage consacré à la main-d'œuvre tend à diminuer légèrement (un opérateur peut gérer plus de clients/kW), mais il reste un facteur de coût important pour toutes les tailles.

Repères dans le monde réel : En pratique, les salaires des opérateurs dans l'Afrique rurale peuvent aller de modestes allocations à quelques centaines de dollars par mois. *Pour un mini-réseau*

*d'environ 20 kW desservant un petit village, on pourrait allouer de l'ordre de **1 500 à 3 000 dollars par an** à la main-d'œuvre locale (par exemple, un opérateur ou un technicien à temps partiel). Un site de 50 kW pourrait employer un technicien à temps plein et peut-être un administrateur à temps partiel, pour un total de **3 000 à 5 000 dollars par an**. Un mini-réseau de 100 kW desservant une communauté plus importante pourrait coûter **entre 5 000 et 8 000 dollars par an** en frais de main-d'œuvre (comprenant éventuellement un gestionnaire sur site, des visites de l'équipe de maintenance et du personnel d'assistance central). Ces valeurs varient en fonction du pays (niveaux de salaire locaux) et du modèle opérationnel, mais dans tous les cas, **la main-d'œuvre représente une part importante des OPEX** ([Présentation PowerPoint](#)) ([FS : Les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici à 2030](#)).*

Gestion des clients et facturation

Ce qu'elle couvre : Cette catégorie comprend les coûts liés à la gestion des clients et à la collecte des recettes. Elle comprend la lecture des compteurs (ou la gestion des données pour les compteurs intelligents), la préparation des factures ou des rapports d'utilisation, la gestion des frais de paiement mobile, la maintenance des logiciels de facturation ou des plateformes de paiement à l'utilisation, et les activités de service à la clientèle (réponse aux demandes de renseignements, engagement de la communauté sur l'utilisation de l'énergie, etc.) Dans les mini-réseaux modernes, beaucoup utilisent l'argent mobile et la surveillance à distance, ce qui peut rationaliser la facturation mais entraîne toujours des frais de transaction et des abonnements à des logiciels.

Part typique des OPEX : la gestion des clients et la facturation représentent généralement une part moins importante des OPEX (par rapport à la maintenance ou à la main d'œuvre), mais elles sont tout de même importantes. Ces coûts sont souvent de l'ordre de **5 à 15 % des OPEX**. Dans certaines analyses, ces coûts sont regroupés dans les dépenses administratives ou "autres". Par exemple, une étude menée en Sierra Leone a révélé que les **"autres coûts d'exploitation" - y compris les frais de facturation des clients, les compteurs et le matériel d'exploitation technique - représentaient environ 20 % des OPEX** ([présentation PowerPoint](#)). Ces 20 % n'étaient pas tous liés à la facturation, mais cela donne une idée de l'importance du service à la clientèle et de l'administration. Lorsque des systèmes mobiles prépayés sont utilisés, les **frais liés aux transactions d'argent mobile et aux plateformes informatiques sont relativement faibles** - un développeur d'Afrique de l'Ouest a indiqué que les frais liés aux services de paiement mobile représentaient moins de **1 % des OPEX** (presque négligeables) ([présentation PowerPoint](#)). Ainsi, l'essentiel de cette catégorie correspond souvent au temps passé par le personnel à gérer les clients (qui peut déjà être comptabilisé dans les coûts de main-d'œuvre) et aux frais de logiciel/licence.

Repères dans le monde réel : Dans un petit mini-réseau solaire avec peut-être 100 clients (~20-30 kW), le **coût total de la gestion des clients pourrait être de quelques centaines de dollars par an** - par exemple, payer ~1-2% de frais sur les paiements mobiles collectés, plus peut-être 20-50 \$/mois pour un logiciel de comptage dans le nuage, etc. Cela pourrait représenter, disons, **300 à 500 dollars par an (environ 5 à 10 % des coûts d'exploitation d'un petit projet)**. Pour les mini-réseaux plus importants avec plus de clients, le coût absolu du logiciel de facturation et des frais de

transaction augmentera, mais **les économies d'échelle** améliorent souvent le pourcentage : un mini-réseau de 100 kW avec plus de 500 clients pourrait dépenser de l'ordre de **1 000 \$/an pour la facturation et le logiciel**, ce qui pourrait être bien inférieur à 5 % des OPEX de ce système plus important. En résumé, une technologie de prépaiement efficace a permis de maintenir ces coûts à un niveau relativement bas (souvent l'une des **plus petites catégories d'OPEX** dans les projets bien gérés) ([Présentation PowerPoint](#)) ([Présentation PowerPoint](#)) ([Présentation PowerPoint](#)).

Sécurité et prévention des vols

Ce qu'il couvre : Mesures visant à protéger les actifs du mini-réseau contre le vol ou le vandalisme. Il peut s'agir d'engager des agents de sécurité pour surveiller le parc solaire et le bâtiment des batteries, d'installer des clôtures, des dispositifs antivols sur les panneaux solaires, des systèmes d'alarme ou des caméras, et d'impliquer la communauté pour empêcher les manipulations. Dans les zones à haut risque, un garde de nuit est une solution courante. Dans les zones à moindre risque, les promoteurs peuvent s'appuyer sur la participation de la communauté au projet ou sur le fait qu'un membre du personnel peut faire office de gardien.

Part typique de l'OPEX : les dépenses de sécurité peuvent varier considérablement. Certains mini-réseaux allouent **environ 5 à 10 % des OPEX** à la sécurité, en particulier si un garde est engagé à temps plein. Pour un seul petit site, le salaire d'un gardien peut être similaire à celui de l'opérateur, ce qui double effectivement la main-d'œuvre dans le pire des cas. Cependant, de nombreux développeurs tentent de minimiser ce coût en utilisant un seul employé pour les opérations et la sécurité du site la nuit, ou en investissant dans des clôtures robustes (un CAPEX unique). Ainsi, le coût de la sécurité peut être **minime (0-5%) pour les sites bien sécurisés ou soutenus par la communauté**, ou atteindre un taux supérieur à 10 % si du personnel spécialisé est employé pour le gardiennage.

Repères dans le monde réel : À titre d'exemple, le mini-réseau zambien de 30 kW mentionné plus haut comprend **un agent de sécurité** qui fait partie du personnel et contribue au coût annuel du personnel de 6 850 € (). Si la part du gardien est d'environ 1 200 € (à titre d'illustration), cela représente environ **10 % du total des OPEX pour la sécurité de** ce petit site. Dans un mini-réseau villageois de 20 kW, un gardien payé, disons, 100 \$/mois coûterait 1 200 \$/an - ce qui pourrait représenter ~15-25 % du minuscule budget OPEX (c'est pourquoi de nombreux projets de ce type évitent d'embaucher un gardien séparé). Pour un mini-réseau plus important de 100 kW desservant des centaines de clients, un garde (1,2 k\$/an) représenterait une fraction plus petite - peut-être **3 à 5 % de l'OPEX** - de sorte que les systèmes plus importants peuvent absorber les coûts de sécurité plus facilement. En résumé, **les coûts de sécurité dans les mini-réseaux africains sont généralement maintenus bas**, soit par conception, soit par nécessité ; lorsqu'il est utilisé, le salaire d'un garde est souvent de l'ordre de **1 à 2 000 dollars par an**, et de nombreux systèmes gèrent avec une police communautaire périodique et des enceintes sécurisées pour éviter les dépenses de sécurité permanentes.

Coûts d'assurance et de réglementation

Ce qu'il couvre : Cela comprend les **primes d'assurance** pour couvrir les actifs du mini-réseau (et éventuellement l'assurance responsabilité civile), ainsi que les **frais de licence ou de mise en conformité avec la réglementation**. L'assurance peut protéger contre les dommages causés par des événements tels que le feu, la foudre ou le vol. Les coûts réglementaires peuvent concerner l'obtention/le renouvellement des permis des mini-réseaux, la conformité environnementale et les frais généraux de déclaration. Dans certains pays, ces frais sont minimes ou supprimés pour encourager l'électrification rurale, mais les développeurs peuvent encore encourir des coûts pour maintenir la conformité et les certifications.

Part typique des OPEX : ces coûts sont généralement **faibles - souvent quelques pour cent seulement des OPEX**. L'assurance est généralement de l'ordre de **1 à 3 % de la valeur de l'actif par an**, ce qui se traduit par une fraction similaire des dépenses annuelles. Les données rapportées montrent que l'assurance représente fréquemment **~2% de l'OPEX** dans les mini-réseaux africains ([Présentation PowerPoint](#)). Les frais de réglementation (s'il y en a) ont également tendance à être mineurs (certains pays font payer une licence annuelle symbolique ou un petit pourcentage des revenus). Dans l'ensemble, cette catégorie représente généralement **moins de 5 % du total des OPEX**.

Repères dans le monde réel : Dans les données des mini-réseaux de la Sierra Leone, l'assurance ne représentait qu'environ **2 % des coûts d'exploitation (environ 0,04 \$ sur 2,53 \$ par connexion et par mois)** ([présentation PowerPoint](#)). Le mini-réseau solaire zambien de 30 kW a souscrit **une assurance de 250 €/an**, ce qui représente environ 2,2 % de son OPEX de 11,3 k€ (présentation PowerPoint). De nombreux projets plus modestes se contentent d'assurer les équipements majeurs ; pour une valeur de remplacement de 100 000 \$ et une prime d'environ 1 %, cela représente une **assurance de 1 000 \$ par an**. Les coûts réglementaires varient : certains développeurs paient de l'ordre de **100 à 500 dollars par an** pour les licences et les inspections, tandis que d'autres, opérant dans le cadre de programmes pilotes, ne paient rien de formel. Par exemple, dans le cas de la Zambie, il n'y avait pas de frais de licence pour les mini-réseaux à l'époque (le projet n'avait pas été soumis au processus d'autorisation complet) (). En résumé, les **frais d'assurance et de réglementation combinés pourraient n'être que de l'ordre de quelques centaines à quelques milliers de dollars par an**, même pour des systèmes d'une puissance maximale de 100 kW - une petite partie du budget.

Autres catégories d'OPEX (logistique, communications, etc.)

Outre les principales catégories ci-dessus, les opérateurs de mini-réseaux doivent faire face à d'autres coûts de fonctionnement : **logistique et transport** (déplacements vers des sites éloignés pour la maintenance, carburant pour les véhicules, livraison de pièces détachées), **communications et technologies de l'information** (Internet ou télécommunications pour les systèmes de surveillance à distance, communications avec le personnel, publicité ou activités d'engagement communautaire), et divers frais de bureau/administration. Il s'agit généralement de contributions moyennes aux OPEX, souvent regroupées sous l'appellation "frais généraux".

- **Logistique et déplacements** : Les mini-réseaux isolés exigent souvent que les techniciens se déplacent pour effectuer des opérations de maintenance ou de dépannage périodiques. Cela comprend le carburant pour le transport, l'entretien des véhicules ou l'embauche de sous-traitants pour les visites sur site. Ces coûts peuvent être de l'ordre de **10 à 20 % des OPEX**. Par exemple, la "logistique" représentait en moyenne **17 % des OPEX dans les mini-réseaux de Sierra Leone** ([présentation PowerPoint](#)), et une ventilation par secteur montrait qu'**environ 30 % des coûts d'O&M étaient attribués à la logistique (visites de sites, transport, etc.)** ([FS : Mini-grids costs can be reduced by 60% by 2030](#)). Un petit site de 20 à 50 kW peut dépenser quelques centaines de dollars par an en carburant pour un camion de maintenance ou en transport par bateau sur des terrains difficiles, alors qu'une entreprise exploitant de nombreux sites aura des coûts logistiques absolus plus élevés, mais pourra optimiser l'acheminement pour réduire les dépenses par site.
- **Communications et technologies de l'information** : ce poste comprend les coûts des systèmes de télésurveillance, de la connectivité des données (cartes SIM/modems dans les compteurs intelligents) et de la communication avec les clients ou du marketing ("promotions"). Il s'agit généralement de pourcentages à un chiffre des OPEX. Les données de la Sierra Leone montrent que la "**communication et les promotions**" représentent **environ 17 % des OPEX** ([présentation PowerPoint](#)) (ce pourcentage est peut-être plus élevé que la normale, car il peut inclure des programmes d'engagement communautaire). Dans de nombreux cas, la connectivité satellite ou GSM pour un mini-réseau peut coûter ~20-\$50 par mois. Ainsi, un site de 50 kW pourrait dépenser ~600 \$/an en communications (environ 5 % des OPEX), et un site de 100 kW peut-être 1 000 \$+ (toujours <5 %).
- **Bureau/Admin Divers** : Fournitures de bureau, petits outils, uniformes, formation ou allocation de frais généraux pour le soutien du siège. Il s'agit généralement d'éléments mineurs. Dans une ventilation, le "matériel de bureau" représentait moins de 1 % des OPEX ([présentation PowerPoint](#)) ([présentation PowerPoint](#)). Les divers tampons et imprévus peuvent également ajouter quelques pour cent.

Impact de la taille du système (20 kW vs 50 kW vs 100 kW) sur l'OPEX

Économies d'échelle : Les mini-réseaux communautaires de grande taille permettent généralement de **réduire les coûts d'exploitation par kWh et par client** par rapport aux mini-réseaux de petite taille. De nombreux coûts fixes (salaire d'un technicien, matériel de maintenance de base, abonnements à des logiciels) sont répartis sur un plus grand nombre de kilowatts et de clients au fur et à mesure que la taille du système augmente. En pratique, cela signifie qu'un mini-réseau solaire de 20 kWc aura des coûts d'exploitation relatifs plus élevés (et probablement un tarif requis plus élevé) qu'un mini-réseau de 100 kWc, même si les coûts absolus sont inférieurs. Les données d'analyse comparative du secteur illustrent cette tendance : en 2019, les coûts d'exploitation des mini-réseaux africains étaient compris entre **2,5 et 6,0 dollars par client et par**

mois, alors qu'en 2020 (avec un plus grand nombre de sites et une meilleure échelle), ils étaient compris entre **1 et 4 dollars par client et par mois** ([\[PDF\] BENCHMARKING AFRICA'S MINIGRIDS REPORT ©2022](#)). Les petits systèmes tendent vers le haut de cette fourchette (environ quelques dollars par utilisateur par mois), tandis que les grands projets de 50-100 kW tendent vers le bas (~1-\$2 par utilisateur).

- **Mini-réseau de 20 kWp** : Un système de cette taille pourrait desservir entre 50 et 150 foyers. **L'OPEX annuel pourrait être de l'ordre de ~5 000 \$** (par exemple, 4k-\$8k en fonction du contexte). Par exemple, si 100 clients sont raccordés, un coût d'exploitation d'environ 4 \$/client/mois s'élèverait à 4 800 \$/an. La répartition peut être la suivante : **main-d'œuvre ~40-50%** (au moins le salaire d'un opérateur), **maintenance ~20-25%**, **service clientèle/facturation ~10%**, **sécurité ~0-15%** (selon qu'un garde est engagé ou non), **assurance/administration ~5%**, et **autres aspects logistiques ~10%**. Les données du monde réel confirment cet ordre de grandeur : une enquête menée auprès de développeurs a montré que certains mini-réseaux plus petits dépensaient environ **3 à 4 dollars par connexion et par mois en OPEX** ([\[PDF\] BENCHMARKING AFRICA'S MINIGRIDS REPORT ©2022](#)) - ce qui, en effet, pour ~100 connexions, représente ~4.000 à 4.800 dollars par an.
- **Mini-réseau de 50 kWp** : Ce mini-réseau de taille moyenne pourrait desservir entre 200 et 300 ménages (ou moins si l'on inclut quelques petites entreprises). **Les coûts d'exploitation prévus pourraient être de l'ordre de 8 000 à 12 000 dollars par an**. La structure des coûts commence à s'améliorer : un technicien peut s'occuper des opérations, éventuellement avec un assistant ou des visites hebdomadaires d'une équipe itinérante. Les coûts de maintenance augmentent en termes absolus (plus de panneaux et de batteries à entretenir), mais pas de façon radicale. La main d'œuvre peut maintenant représenter, disons, **30 à 40 % des OPEX** (toujours un ou deux salaires), la maintenance peut-être **25 à 30 %**, la clientèle/facturation **~10 %**, la sécurité **~5 %**, l'assurance/la réglementation quelques pour cent, et le reste en logistique et en administration. En pratique, les développeurs signalent que le passage de sites de dizaines de kW à des sites de ~50 kW entraîne une **réduction significative des coûts par client** - par exemple, si un mini-réseau de 50 kW compte 250 clients, même un OPEX annuel de 10 000 dollars représente environ 3,33 dollars par mois-client, soit moins que les 4 dollars et plus de l'exemple de 20 kW. (En effet, la moyenne des OPEX par client dans l'industrie a été , tombant dans la fourchette de 1 à 3 dollars à mesure que les portefeuilles comprennent plus de sites de 50+ kW ([\[PDF\] BENCHMARKING AFRICA'S MINIGRIDS REPORT ©2022](#)).
- **Mini-réseau de 100 kWp** : Un système de cette taille peut électrifier une partie importante d'un village ou d'une ville - souvent **plus de 500 connexions** comprenant des ménages, des entreprises et des institutions. **L'OPEX annuel peut être de l'ordre de 15 000 \$ ou plus**, en fonction du personnel et du remplacement des batteries. Les économies d'échelle sont les plus évidentes ici : de nombreux mini-réseaux de 100 kW n'ont encore qu'un ou deux opérateurs sur place (avec une assistance occasionnelle), ce qui fait que la main-d'œuvre ne **représente que 25 à 35 % des OPEX**. L'entretien et les réparations représenteront un

budget absolu plus important (plus de matériel à entretenir et des fonds de réserve pour les batteries potentiellement plus importants), mais en pourcentage, ils pourraient rester **autour de 20-30 %**. Les frais généraux liés à la gestion des clients n'augmentent pas nécessairement de manière proportionnelle - les systèmes PAYG efficaces peuvent gérer des centaines de clients à un coût différentiel relativement faible - et peuvent donc rester proches de **5 à 10 %** des OPEX. La sécurité reste souvent assurée par un seul garde ou par les mêmes clôtures que sur les sites plus petits (donc peut-être <5% des OPEX). Les coûts d'assurance augmentent en fonction de la valeur des actifs, mais ne représentent toujours que quelques pour cent. **Au total, les OPEX par connexion pour un mini-réseau de 100 kW peuvent être assez faibles** - potentiellement de l'ordre de **1 à 2 dollars par client et par mois** ([PDF] [BENCHMARKING AFRICA'S MINIGRIDS REPORT ©2022](#)). Par exemple, 500 clients à 2 \$ chacun représentent 1 000 \$/mois (~12 000 \$/an). De nombreux projets efficaces de 100 kW visent un OPEX bien inférieur à 0,20 \$ par kWh livré ([FS : Les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici 2030](#)), ce qui contribue à rendre les tarifs plus abordables.

Résumé des points de référence : Dans l'ensemble du secteur africain des mini-réseaux, les coûts d'exploitation diminuent progressivement à mesure que les systèmes s'agrandissent et deviennent plus efficaces. Un récent rapport sectoriel a noté que d'ici 2020, les coûts d'exploitation typiques en Afrique **étaient tombés à environ 1-4 dollars par client et par mois**, soit une baisse de 30-60% par rapport à l'année précédente ([PDF] [BENCHMARKING AFRICA'S MINIGRIDS REPORT ©2022](#)). Cette amélioration est attribuée à l'augmentation de la taille des systèmes, à l'amélioration des technologies (comme la surveillance à distance pour réduire les coûts de déplacement et de panne) et à l'affinement des modèles d'entreprise. Cependant, la répartition des OPEX reste cohérente en termes d'ordre de grandeur : la **main-d'œuvre et les opérations courantes d'exploitation et de maintenance constituent les coûts les plus élevés**, le reste (facturation, sécurité, assurance, etc.) représentant environ la moitié des dépenses totales ([Présentation PowerPoint](#)) ([FS : Les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici à 2030](#)). En planifiant ces coûts - environ **30 à 50 % de main-d'œuvre, 20 à 30 % de maintenance, ~ 10 % de clients/facturation, ~ 5 % de sécurité, ~ 2 % d'assurance, et le reste en transport et administration** - les développeurs d'Afrique subsaharienne ont été en mesure de structurer les tarifs et les subventions pour que les mini-réseaux fonctionnent durablement. Chaque kW et client supplémentaire tend à améliorer légèrement les ratios, c'est pourquoi l'atteinte de l'échelle (passer de projets pilotes de 20 kW à des réseaux villageois de 100 kW) est considérée comme la clé pour rendre les mini-réseaux solaires communautaires financièrement viables à long terme ([PDF] [BENCHMARKING AFRICA'S MINIGRIDS REPORT ©2022](#)) ([FS : Les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici 2030](#)).

Sources d'information

1. Efficiency for Access Coalition - *State of the Off-Grid Appliance Market* (2019) - consommation d'énergie des ménages ruraux et possession d'appareils électroménagers ().

2. African Minigrid Developers Association (AMDA) - *Benchmarking Africa's Minigrids* (2020) - consommation per customer and cost per connection trends ([Benchmarking Africa's Minigrids | Africa Energy Portal](#)) ([Benchmarking Africa's Minigrids | Africa Energy Portal](#)) ([Benchmarking Africa's Minigrids | Africa Energy Portal](#)) ().
3. NARUC - *Exploring Africa's Mini-Grid Tariff Methodologies* (2020) - scénario de consommation domestique avec réfrigérateur (465 kWh/an) ().
4. Rocky Mountain Institute - *Minigrids in the Money* (2018) via PowerForAll - LCOE actuel des mini-réseaux ~0,55-\$0,60/kWh ([FS : les coûts des mini-réseaux peuvent être réduits de 60 % d'ici 2030](#)).
5. GET.transform - *Sierra Leone Mini-Grid Tariff Case Study* (2021) - tarifs approuvés 0,80-0,90 \$/kWh pour un recouvrement reflétant les coûts ().
6. SESA Africa - *Solar Mini-Grids Factsheet* (2022) - taille typique d'un mini-réseau de 10 à 100 kW en Afrique ().
7. SEforAll - *Mini-Grid CAPEX/OPEX Benchmarking* (2023) - exemples de configurations de mini-réseaux (15 kWp & 60 kWh de stockage) et ventilation des coûts par poste ([Présentation PowerPoint](#)) ([Présentation PowerPoint](#)).
8. Ciller et al. (2021) - *Network Cost Estimation for Mini-Grids* - réseau de distribution ~14% du coût total du projet ([Network Cost Estimation for Mini-Grids in Large-Scale Rural Electrification Planning](#)).
9. Banque mondiale ESMAP - *Mini Grids for Half a Billion People* (2019) et Greacen et al. - coût par client et répartition des coûts des composants ([Microsoft PowerPoint - 4.A.Chris Greacen.World Bank consultant.pptx](#)) ([PDF] [MINI GRID COSTING AND INNOVATION](#)).
10. Fiche d'information PowerForAll (2019) - réduction potentielle des coûts à 0,22 \$/kWh d'ici 2030 grâce à l'échelle et à l'innovation ([FS : Mini-grids costs can be reduced by 60% by 2030](#)) ([FS : Mini-grids costs can be reduced by 60% by 2030](#)).
11. OPEX : Les données sur les coûts opérationnels des mini-réseaux dans le monde réel et les rapports de l'industrie ont été utilisés pour compiler ces chiffres. Par exemple, l'étude comparative sur les OPEX en Afrique de l'Ouest réalisée par Sustainable Energy for All a fourni une ventilation des OPEX par catégorie (montrant les parts du personnel, de la maintenance, etc.) ([présentation PowerPoint](#)). Une analyse du Rocky Mountain Institute sur l'économie des mini-réseaux a également quantifié la composition des coûts O&M (~44% de main-d'œuvre, 30% de logistique, 26% de remplacement de pièces) ([FS : Mini-grids costs can be reduced by 60% by 2030](#)). Des études de cas spécifiques, telles qu'un mini-réseau solaire zambien de 30 kWp, illustrent les niveaux de coûts absolus pour un système plus petit (). Ces données de référence sont conformes aux conclusions de l'Africa Mini-Grid Developers Association (AMDA), selon lesquelles les coûts d'exploitation par client ont

tendance à diminuer à mesure que les systèmes s'étendent ([\[PDF\] BENCHMARKING AFRICA'S MINIGRIDS REPORT ©2022](#)). Tous les points de données proviennent de déploiements de mini-réseaux africains ou d'études axées sur l'Afrique subsaharienne. Les pourcentages et les valeurs ci-dessus fournissent un guide représentatif de l'allocation OPEX et des coûts prévus pour les mini-réseaux solaires communautaires de 20 kW, 50 kW et 100 kW dans la région.

Agriculture

Potentiel agricole du Couloir Vert de la RDC et de l'Afrique subsaharienne

Vue d'ensemble : L'initiative "Couloir Vert" en République démocratique du Congo (RDC) vise à stimuler l'agriculture des petits exploitants et à connecter les producteurs aux marchés de l'est de la RDC (Kivu) à Kinshasa ([Global Gateway : Un Couloir Vert qui préserve les derniers poumons de la terre grâce à une croissance économique verte - Commission européenne](#)) ([Global Gateway : Un Couloir Vert qui préserve les derniers poumons de la terre grâce à une croissance économique verte - Commission européenne](#)). Les petites exploitations agricoles dominent à la fois la région du Couloir Vert et une grande partie de l'Afrique subsaharienne, mais les rendements des cultures de base sont souvent faibles en raison des pratiques et des contraintes traditionnelles. Nous examinons ci-dessous les principales cultures - maïs, riz, patates douces, haricots, pommes de terre, arachides, bananes, manioc et plantain - en nous concentrant sur les rendements typiques, les cycles de récolte, la rentabilité et les défis auxquels sont confrontés les petits exploitants.

Rendements et cycles de récolte des principales cultures

- **Le maïs :** Les rendements de maïs des petits exploitants en RDC sont très faibles - environ *0,8 tonne par hectare* en moyenne dans les provinces orientales ([Typologie des petits exploitants de maïs dans le Sud-Kivu, Est de la R.D. Congo : implications dans l'amélioration des pratiques agricoles et des marchés | Découvrir l'agriculture](#)), contre un potentiel de 3-5 t/ha avec des semences et des pratiques améliorées (en comparaison, certains pays voisins atteignent 4-5 t/ha dans des exploitations mieux gérées). (En comparaison, certains pays voisins atteignent 4 à 5 t/ha dans des exploitations mieux gérées). Le maïs est généralement cultivé en pluvial avec *une récolte principale par an* dans la plupart des régions ; cependant, dans les régions où les précipitations sont bimodales, les agriculteurs peuvent planter une culture de deuxième saison, donnant *deux récoltes par an* si les conditions le permettent ([FAO GIEWS Country Brief on Democratic Republic of the Congo -](#)).
- **Le riz :** Le riz de plateau cultivé par les petits exploitants d'Afrique subsaharienne a généralement un rendement de *1 à 2 t/ha* dans des conditions pluviales ([Status quo and challenges of rice production in sub-Saharan Africa](#)). Dans les basses terres irriguées, les rendements sont plus élevés (souvent *~4 t/ha*), mais l'irrigation est limitée en RDC (seuls quelques milliers d'hectares sont irrigués à l'échelle nationale) ([République démocratique du Congo](#)). La plupart des petits agriculteurs cultivent le riz une fois par an pendant la saison des pluies, bien que dans les zones bien arrosées, une variété à cycle court puisse permettre *une deuxième culture annuelle*. Dans l'ensemble, les rendements du riz en RDC sont bien

inférieurs à la moyenne mondiale (*~4,8 t/ha*) ([Status quo and challenges of rice production in sub-Saharan Africa](#)), ce qui reflète les méthodes à faible niveau d'intrants.

- **Patates douces :** Les petits exploitants africains produisent en moyenne *5 à 6 t/ha* de patates douces ([production totale et par habitant de patates douces, estimation... | Télécharger le diagramme scientifique](#)). C'est peu par rapport au potentiel de la culture - les variétés améliorées dans les stations de recherche produisent 20-30 t/ha ([Exploring the yield gap of orange-fleshed sweet potato varieties on ...](#)). La patate douce est un tubercule à croissance rapide ; les agriculteurs peuvent souvent planter et récolter *deux cycles par an* (chaque cycle dure environ 4-5 mois) dans les climats tropicaux si l'humidité est suffisante. Elle est généralement multipliée à partir de boutures de vigne, et la récolte peut être quelque peu échelonnée pour creuser les racines selon les besoins une fois qu'elles sont mûres.
- **Haricots :** Les rendements des haricots communs sont généralement *inférieurs à 1 t/ha* pour les petits exploitants. Dans le Sud-Kivu (RDC), par exemple, le rendement des haricots était inférieur à 1 t/ha avec les méthodes traditionnelles ([DR Congo : Boosting agricultural productivity and livelihoods in South Kivu through AID-I GLR's innovative approaches and practices - IITA Blogs](#)). Avec une meilleure gestion, des rendements de l'ordre de 1,5 à 2 t/ha sont possibles (et les parcelles expérimentales peuvent atteindre 3 t/ha) ([Intensification of common bean and maize production through ...](#)). Les haricots ont une saison de croissance courte (*~3 mois*) et sont souvent cultivés deux fois par an (saison principale et saison secondaire) si les précipitations le permettent. De nombreux agriculteurs pratiquent la culture intercalaire des haricots avec le maïs ou le manioc. En général, *une à deux récoltes par an* sont possibles, en fonction des saisons des pluies de la région.
- **Pommes de terre :** Les rendements des pommes de terre "irlandaises" des petits exploitants en Afrique subsaharienne se situent en moyenne entre *6 et 10 t/ha*, ce qui est bien inférieur aux rendements réalisables de 25 à 35 t/ha avec de bonnes semences et de bons intrants ([Production de pommes de terre \(en tonnes\) en Afrique subsaharienne \(moyenne 2014\)](#)) Dans les régions montagneuses d'Afrique centrale et orientale (y compris l'est de la RDC), les agriculteurs peuvent souvent planter des pommes de terre *deux saisons par an* (par exemple, pendant les deux saisons des pluies). Cependant, le rendement par culture est limité par des facteurs tels que les tubercules de semence dégénérés et les maladies. Avec une gestion appropriée (semences propres, engrais, lutte contre les parasites), les agriculteurs progressistes de la région ont atteint plus de 20 t/ha en une saison ([\[PDF\] S'attaquer aux faibles rendements des pommes de terre en Afrique de l'Est - CGSpace](#)), ce qui montre l'écart de rendement.
- **Arachides :** Les rendements de l'arachide dans les systèmes des petits exploitants africains sont généralement de l'ordre de *0,7 à 1,0 t/ha*. La moyenne régionale n'est que de **0,96 t/ha** ([amélioration de l'arachide \(Arachis hypogaea L.\) en Afrique subsaharienne](#)), ce qui est bien inférieur au potentiel de la culture, qui est de 3 à 4 t/ha dans des conditions idéales. Les arachides sont généralement cultivées une fois par an pendant la principale saison des pluies (il faut environ 3 à 4 mois pour qu'elles arrivent à maturité). Dans certaines zones bimodales, une variété à courte durée de vie peut être plantée à nouveau, mais en général,

une récolte par an est la norme. Le rendement est souvent limité par la pauvreté des sols et la sécheresse intermittente pendant la période de croissance.

- **Bananes** : Dans l'est de la RDC, les rendements des bananes **ont baissé à ~4,6 t/ha** en moyenne pour les petits exploitants ([Banana \(Musa spp\)](#)), en grande partie à cause des maladies et des vieux vergers. En Afrique de l'Est, les rendements des petites exploitations varient considérablement (5-30 t/ha) en fonction de la variété et de la gestion ([Microsoft Word - IITA_MT_EDIT_A_G_MT.docx](#)), mais même les rendements les plus élevés sont bien inférieurs aux 50 t/ha que les plantations commerciales peuvent produire avec une gestion intensive ([Banana facts and figures](#)). Les bananes (y compris les bananes plantains) sont pérennes : une fois établies, elles produisent des fruits de manière continue plutôt qu'en récoltes saisonnières. Chaque bananier met environ 9 à 12 mois pour fructifier, de sorte que les agriculteurs entretiennent des tapis de plantes en quinconce pour produire des régimes tout au long de l'année. Dans la pratique, *il n'y a pas de "périodes de récolte" fixes* : les familles récoltent les régimes de bananes tout au long de l'année, au fur et à mesure qu'ils mûrissent.
- **Plantains** : La banane plantain (banane à cuire) est un aliment de base important en Afrique occidentale et centrale (et dans certaines parties de la RDC). Les rendements dans les petites exploitations se situent en moyenne autour de 5-7 t/ha ([Microsoft Word - IITA_MT_EDIT_A_G_MT.docx](#)), également déprimés par les ravageurs et les faibles intrants. Les plantains hybrides améliorés peuvent produire jusqu'à 20 t/ha ([Microsoft Word - IITA_MT_EDIT_A_G_MT.docx](#)), mais ces variétés ne sont pas encore très répandues. Comme les bananes dessert, les plantains sont une culture pérenne avec une production continue une fois que le bosquet est établi. Un tapis de plantain donné peut produire un ou deux régimes par an (en fonction de la manière dont la croissance des drageons est gérée), mais dans l'ensemble, les agriculteurs peuvent récolter des régimes de manière intermittente *tout au long de l'année* plutôt qu'une seule récolte annuelle.
- **Manioc (Cassava)** : Le manioc est une plante-racine rustique et la première denrée de base de la RDC. Les rendements moyens en racines fraîches en RDC sont d'environ 8-10 t/ha ([Document de la Banque Mondiale](#)) ([Projet Cassava Source-Sink : Home](#)) dans les conditions des petits exploitants, ce qui correspond à la moyenne africaine d'environ 8-12 t/ha ([Projet Cassava Source-Sink : Home](#)). (Pour situer le contexte, les stations de recherche peuvent produire 20 à 30 t/ha avec des clones améliorés et de la fertilisation). Le manioc est généralement cultivé sur un **cycle de 12 mois** - les agriculteurs plantent des boutures de tiges et récoltent les racines tubéreuses environ un an plus tard (parfois un peu plus tôt ou beaucoup plus tard, car le manioc est flexible en ce qui concerne le calendrier de récolte). Dans la pratique, cela signifie *une récolte par plantation*, bien que les agriculteurs puissent échelonner les plantations sur les parcelles pour assurer un approvisionnement régulier. Dans la région du Couloir Vert, le manioc pousse bien dans le climat, mais des épidémies ont réduit les rendements dans certaines zones (voir Défis ci-dessous).

Rentabilité et revenus potentiels

Prix du marché : La rentabilité de chaque culture dépend des prix du marché et des coûts de production. Les prix des produits de base en RDC et en Afrique subsaharienne fluctuent en fonction de l'offre et de la demande locales, mais plusieurs tendances se dégagent :

- **Le maïs** : Le maïs est largement consommé et les prix varient selon les saisons. Les prix à la production varient souvent entre **200 et 400 dollars par tonne** (soit 0,20 à 0,40 dollar par kg) dans de nombreuses régions d'Afrique. En RDC, les déficits ont fait grimper les prix - par exemple, en 2023, un prix d'environ 450 \$/tonne a été utilisé pour évaluer un projet de maïs dans le Sud-Kivu (). À ce prix, le rendement typique d'un petit exploitant (~1 t/ha) générerait des revenus de l'ordre de **200 à 450 dollars par hectare**. C'est modeste, mais avec de meilleurs rendements, la situation s'améliore : les agriculteurs qui ont adopté des semences hybrides et des engrais dans le Sud-Kivu ont augmenté leurs rendements de maïs à ~2,7 t/ha et ont gagné environ 1 210 \$/ha (avec un bénéfice net d'environ 900 \$/ha après les coûts d'intrants) (). Les principaux facteurs de coût du maïs sont les **semences** (surtout si l'on achète des semences hybrides), les **engrais** (le maïs est exigeant en nutriments) et la **main-d'œuvre** pour la préparation du terrain, le désherbage et la récolte. Le séchage et le stockage après la récolte sont également importants - sans un stockage adéquat, les ravageurs (comme les charançons) peuvent causer des pertes, ce qui réduit effectivement les bénéfices.
- **Le riz** : Le riz se vend généralement plus cher au poids que les céréales secondaires. Sur de nombreux marchés africains, le riz usiné peut se vendre entre **400 et 600 dollars la tonne** ou plus (environ 0,40 à 0,60 dollar le kg), en particulier dans les centres urbains, car une grande partie du riz est importée à un coût élevé ([FAO GIEWS Country Brief on Democratic Republic of the Congo -](#)). Si un petit exploitant produit 2 t/ha de riz paddy, et en supposant un prix à la ferme d'environ 300 \$/t pour le paddy (non usiné) ou plus, le **revenu brut peut être de l'ordre de 600 \$/ha** (et beaucoup plus s'il est vendu sous forme de riz usiné sur les marchés de détail). Cependant, les coûts de production du riz peuvent également être élevés : la main-d'œuvre pour le repiquage et le désherbage est intensive, et si l'irrigation est utilisée, les agriculteurs peuvent avoir des frais de service d'irrigation ou des coûts de pompage. **La main-d'œuvre** est le principal intrant dans les systèmes traditionnels (pour des tâches telles que le nivellement des terres, l'effarouchement des oiseaux, la récolte et le battage). Lorsque des engrais ou des semences améliorées sont utilisés, ils augmentent les coûts mais peuvent accroître les rendements. La rentabilité du riz est très sensible aux rendements - avec de faibles rendements (1 t/ha), de nombreux agriculteurs produisent à peine de quoi manger ou commercer, alors qu'un rendement de 3 à 4 t/ha peut augmenter considérablement les revenus.
- **Patates douces** : La patate douce est souvent cultivée comme culture de sécurité alimentaire et comme légume pour le marché local. Les prix à la tonne sont relativement bas car le produit est volumineux et périssable - les prix à la ferme peuvent être d'environ **100 à 300 dollars par tonne** dans de nombreuses régions (ce qui équivaut à seulement 0,10 à 0,30 dollar par kg à la sortie de l'exploitation). Pour un rendement moyen d'environ 6 t/ha, cela donne un revenu brut de **600 à 1 800 dollars par hectare**. Dans la pratique, de nombreux

petits exploitants cultivent la patate douce à petite échelle pour leur subsistance et vendent le surplus sur les marchés locaux par sac ou par tas. **La main-d'œuvre** est un coût important (pour les buttes, la plantation des boutures, le désherbage et l'arrachage des racines). Les coûts des intrants sont minimes - les agriculteurs utilisent généralement des vignes conservées pour la plantation et appliquent rarement des engrais ou des produits chimiques. Cela signifie que les dépenses en espèces sont faibles et que, même si le revenu par hectare n'est pas très élevé, la patate douce peut être rentable du point de vue de la rentabilité du travail. Le principal obstacle à la rentabilité est le traitement post-récolte : en l'absence d'un stockage ou d'une transformation appropriés, les patates douces doivent être vendues rapidement après la récolte, ce qui peut inonder les marchés et faire baisser les prix au moment où la récolte est la plus importante.

- **Les haricots** : Les haricots communs sont une denrée de base de grande valeur - leur prix à la tonne est plus élevé que celui des céréales. En Afrique de l'Est, les prix de détail des haricots ont récemment été de **0,8 à 1,5 dollar par kg** (par exemple, 174-197 KSh/kg au Kenya, soit environ 1,30 dollar par kg) ([Beans Price in Kenya - March 2025 Market Prices \(Updated Daily\)](#)). Les prix à la ferme sont inférieurs aux prix de détail urbains, mais les agriculteurs peuvent encore obtenir de l'ordre de 500 à 800 dollars par tonne pour les haricots secs dans de nombreux cas. Cependant, comme les rendements sont faibles, le revenu total par hectare est modeste. Avec un rendement de 0,5 à 0,8 t/ha, un petit agriculteur ne peut gagner que **300 à 600 dollars par hectare**. S'il peut atteindre 1,2 t/ha (comme l'ont fait certaines pratiques améliorées en RDC ([DR Congo : Boosting agricultural productivity and livelihoods in South Kivu through AID-I GLR's innovative approaches and practices - IITA Blogs](#))), et vendre à ~600 \$/t, cela représenterait ~720 \$/ha. **Les coûts** des haricots sont relativement faibles en termes de liquidités - les semences sont souvent conservées à la ferme ou obtenues par le biais d'échanges locaux (il existe des variétés améliorées, mais de nombreux agriculteurs replantent une partie de leur récolte). Les haricots bénéficient d'engrais (en particulier de phosphore), mais de nombreux petits exploitants n'en appliquent pas, comptant sur la fertilité résiduelle du sol. Le coût le plus important est celui de la **main-d'œuvre**, en particulier si les haricots doivent être tuteurés (certaines variétés grimpantes) ou désherbés plusieurs fois. La récolte et l'écossage des haricots sont également laborieux. Malgré ces difficultés, les haricots peuvent être rentables en raison de leur forte demande sur le marché et de leur prix unitaire élevé, à condition que les agriculteurs puissent protéger la culture contre les maladies et éviter des pertes importantes.
- **Les pommes de terre** : Les pommes de terre peuvent être une culture de rente pour les agriculteurs des hautes terres. Les prix à la ferme se situent généralement entre **200 et 400 dollars par tonne** pour les pommes de terre de consommation (par exemple, au Rwanda, les prix à la ferme ont été d'environ 300-600 RWF/kg, soit ~0,30-\$0,60/kg ([Prix des pommes de terre au Rwanda - Selina Wamucii](#))), soit environ 300-600 dollars par tonne). En supposant un rendement de ~8 t/ha, le revenu brut pourrait être de l'ordre de **2 000 à 3 000 dollars par hectare**, ce qui rend les pommes de terre assez lucratives par rapport aux céréales. Dans la pratique, cependant, les **coûts de production des pommes de terre sont élevés**. La plus grosse dépense est généralement - les agriculteurs doivent souvent mettre de côté ou

acheter une grande quantité de pommes de terre de semence (jusqu'à 2 tonnes de tubercules de semence par hectare). Les semences améliorées (exemptes de maladies) étant coûteuses, beaucoup utilisent des semences conservées qui peuvent être porteuses de maladies et réduire le rendement. Les autres coûts importants comprennent les **engrais** (les pommes de terre réagissent bien au fumier ou aux engrais chimiques), et éventuellement les fongicides si le mildiou est un problème. La main-d'œuvre pour le labourage, le désherbage et la récolte est également importante. Les coûts de transport peuvent également réduire les bénéfices, car les pommes de terre sont lourdes à transporter jusqu'au marché sur des routes en mauvais état. Malgré ces coûts, une culture de pommes de terre bien gérée peut fournir un bon revenu - mais si une maladie frappe (par exemple, une épidémie de mildiou), les agriculteurs peuvent également subir des pertes. La rentabilité est donc étroitement liée à l'accès aux intrants et à la capacité à lutter contre les parasites et les maladies.

- **Arachides** : Les cacahuètes (arachides) ont une valeur marchande décente, en particulier les noix décortiquées destinées à la consommation ou aux semences. En fonction de la variété et de la transformation, les prix peuvent être de l'ordre de **500 à 800 dollars par tonne** non décortiquée à la sortie de l'exploitation, et plus élevés pour les arachides décortiquées ou transformées (les transformateurs d'huile ou les acheteurs de snacks peuvent payer une prime pour la qualité). Un rendement de 1 t/ha pourrait donc rapporter environ **500 à 800 dollars/ha**. Dans certaines régions, la demande est forte et peut faire grimper les prix - par exemple, les négociants en cacahuètes dans certaines parties de l'Afrique paieront des prix élevés pour les noix destinées à l'exportation ou à la trituration pour l'huile, mais dans d'autres régions, les marchés sont très locaux. **Les coûts** : La production d'arachides est très exigeante en main-d'œuvre ; la préparation du terrain et la plantation (souvent effectuées à la main) et la récolte (arrachage des plantes et cueillette des gousses) demandent beaucoup de travail. La main-d'œuvre nécessaire pour décortiquer les noix après le séchage est également un facteur à prendre en compte si les agriculteurs vendent des noix décortiquées. Les coûts des intrants sont généralement faibles - certains agriculteurs appliquent du gypse ou de la chaux pour améliorer le rendement et la qualité des gousses (le calcium est important pour les arachides), et des semences améliorées peuvent augmenter les rendements, mais ne sont pas toujours disponibles. La lutte contre les maladies (par exemple, les fongicides contre les taches foliaires) et la lutte contre les parasites (contre les pucerons qui propagent le virus de la rosette) sont rarement utilisées par les petits exploitants en raison de leur coût. Après la récolte, les agriculteurs doivent sécher correctement les gousses pour éviter la contamination par l'aflatoxine, qui peut réduire la valeur marchande. Dans l'ensemble, la culture de l'arachide peut être rentable lorsque les rendements sont au moins modérés et que les coûts de main-d'œuvre (souvent la main-d'œuvre familiale) ne sont pas comptabilisés en termes monétaires, mais de faibles rendements ou une mauvaise année pluvieuse peuvent rendre les rendements à l'hectare très faibles.
- **Bananes** : Les bananes et les bananes plantains sont principalement vendues sur les marchés locaux et sont souvent consommées à la ferme, mais les régimes excédentaires constituent une source régulière de revenus pour de nombreux ménages. Les bananes sont

études identifient la **mauvaise gestion de la fertilité des sols** comme une contrainte majeure pour les cultures telles que le maïs ([Typologie des petits exploitants de maïs dans le Sud-Kivu, à l'est de la R.D. Congo : implications dans l'amélioration des pratiques agricoles et des marchés | Découvrir l'agriculture](#)). L'utilisation d'engrais en RDC est l'une des plus faibles au monde (historiquement quelques kilogrammes par hectare en moyenne) ([République démocratique du Congo](#)). Les agriculteurs n'ont souvent pas les moyens d'acheter des engrais chimiques, ou ceux-ci ne sont tout simplement pas disponibles dans les régions reculées. De même, les semences améliorées (variétés à haut rendement ou résistantes aux maladies) ne sont pas largement adoptées - l'accès aux semences de qualité est limité ([Typology of smallholder maize farmers in South-Kivu, Eastern D.R. Congo : implications in improving farming practices and markets | Discover Agriculture](#)). Par exemple, le taux d'adoption des variétés améliorées de maïs et de manioc dans certaines parties du Sud-Kivu a été très faible, malgré les efforts de vulgarisation du gouvernement et des ONG ([Typology of smallholder maize farmers in South-Kivu, Eastern D.R. Congo : implications in improving farming practices and markets | Discover Agriculture](#)). Cela signifie que les agriculteurs continuent à recycler des semences et du matériel de plantation qui peuvent être de mauvaise qualité. Il en résulte un **écart de rendement** important : par exemple, le maïs local a un rendement inférieur à 1 t/ha alors qu'il pourrait donner 3 à 4 t avec les bons intrants, ou le manioc reste bloqué autour de 8 t/ha alors que des variétés améliorées pourraient donner le double ([document de la Banque mondiale](#)). Même lorsque les intrants sont disponibles, leur coût peut être prohibitif. L'inflation des prix des engrais et des carburants a fait grimper le coût des intrants ces dernières années ([document de la Banque mondiale](#)), et de nombreux petits exploitants manquent de crédit ou de capital pour les acheter au moment de la plantation. Les programmes du Couloir Vert cherchent à améliorer l'accès aux intrants (par exemple, par le biais de subventions et de réseaux de négociants agricoles), mais il est difficile d'atteindre les villages éloignés. Tant que la fertilité des sols ne sera pas rétablie et que les agriculteurs ne pourront pas utiliser efficacement les intrants, les faibles rendements persisteront.

- **Ravageurs et maladies** : Les ravageurs et les maladies des cultures représentent des risques majeurs pour toutes ces denrées de base, entraînant souvent des pertes de rendement importantes pour les petits exploitants. En RDC et dans une grande partie de l'Afrique, les agriculteurs n'ont généralement pas les moyens d'appliquer des pesticides ou d'autres mesures de contrôle, de sorte que les épidémies peuvent être dévastatrices. Quelques exemples notables :

- *Le maïs* : L'arrivée de la chenille légionnaire d'automne en Afrique ces dernières années constitue une menace sérieuse. Cette chenille peut infester les champs de maïs et a causé des pertes en RDC ; des dizaines de milliers d'hectares ont été touchés dans le sud-est, ce qui a entraîné une flambée des prix du maïs au niveau local. Les petits exploitants sont également confrontés aux foreurs des tiges et aux ravageurs du stockage du maïs.
- *Le manioc* : Le manioc souffre de deux maladies virales : la **maladie de la mosaïque du manioc** (CMD) et la **maladie des taches brunes du manioc** (CBSD). Ces maladies sévissent dans certaines parties de la RDC. Dans la région de Kisangani, le

nouveau virus des stries brunes a fait chuter les rendements de manioc de plus de 80 % (d'un potentiel de 45 t/ha à seulement 7 t/ha selon les estimations d'un chercheur) ([DRC's Key Food Source Is Under Threat - From a Virus](#)). Le manioc se propageant par boutures, les maladies se propagent rapidement par le biais du matériel de plantation partagé. Si elles ne sont pas traitées, les maladies du manioc peuvent entraîner la perte totale de la récolte (la striure brune pourrit les racines, les rendant non comestibles ([La principale source alimentaire de la RDC est menacée - par un virus](#))). Des efforts sont en cours pour distribuer des variétés de manioc résistantes aux virus, mais la couverture est encore limitée.

- *Bananes/Plantains* : Les régimes de bananes du Couloir Vert sont attaqués par une série de ravageurs et d'agents pathogènes. **Le sigatoka noir** (une tache fongique des feuilles) réduit la photosynthèse et les rendements, le **flétrissement fusarien** (maladie de Panama) peut anéantir des tapis entiers de bananiers, le **flétrissement xanthomonas** (BXW) est une maladie bactérienne particulièrement mortelle en Afrique orientale et centrale, et le **virus Banana Bunchy Top** rabougrit gravement les plantes ([Banana \(Musa spp\)](#)). En outre, les charançons du bananier percent les cormes et des nématodes microscopiques attaquent les racines ([Banana \(Musa spp\)](#)). Ces problèmes ont déjà provoqué la baisse des rendements constatée (jusqu'à ~4,6 t/ha dans certaines parties de la RDC) ([Banana \(Musa spp\)](#)). Les agriculteurs ont souvent peu de connaissances ou d'outils pour gérer ces problèmes - par exemple, le contrôle du BXW nécessite un assainissement strict (couper et enterrer les tapis infectés) qui est laborieux et n'est pas toujours respecté.
- *Haricots et arachides* : Ces légumineuses sont confrontées à leurs propres défis. Les haricots communs sont sujets à des maladies fongiques telles que la pourriture des racines et l'anthracnose, ainsi qu'à des insectes nuisibles (pucerons, coléoptères des haricots). En Afrique, les arachides souffrent souvent du **virus de la rosette de l'arachide** (propagé par les pucerons) qui peut anéantir les rendements, ainsi que des taches foliaires précoces et tardives. En l'absence de fongicides ou de variétés résistantes, les pertes de rendement peuvent être importantes. Après la récolte, les haricots et les arachides sont vulnérables aux parasites de stockage et à la contamination fongique s'ils ne sont pas séchés correctement.
- *Pommes de terre* : Les maladies de la pomme de terre, en particulier le **mildiou** (*Phytophthora infestans*), constituent une contrainte majeure dans les climats plus humides des hautes terres. Si les agriculteurs n'ont pas accès à des fongicides ou à des variétés de pommes de terre résistantes, le mildiou peut détruire le feuillage et les tubercules, ce qui réduit considérablement les rendements. Le flétrissement bactérien et les maladies virales de la pomme de terre s'accumulent également lorsque les agriculteurs recyclent les tubercules de semence, contribuant ainsi aux faibles rendements (7-8 t/ha contre un potentiel de 20+) ([Production de pommes de terre \(en tonnes\) en Afrique subsaharienne \(moyenne 2014 ...\)](#)). De nombreux petits exploitants sont pris dans un cycle où ils plantent des semences infectées par des maladies et obtiennent de mauvaises récoltes.

D'une manière générale, la lutte contre les ravageurs et les maladies est un problème crucial. La recherche confirme que "les maladies et les ravageurs des cultures répandus" sont l'une des principales causes des faibles rendements des petits exploitants en RDC ([Typology of smallholder maize farmers in South-Kivu, Eastern D.R. Congo : implications in improving farming practices and markets | Discover Agriculture](#)). Contrairement aux exploitations commerciales, la plupart des petits exploitants n'ont pas facilement accès aux produits chimiques de protection des cultures ou aux variétés résistantes, ce qui les rend largement dépourvus de moyens de défense contre les épidémies. Cela souligne la nécessité pour les services de vulgarisation agricole du Couloir Vert d'enseigner la lutte intégrée contre les parasites et de multiplier les variétés de cultures résistantes (par exemple, boutures de manioc exemptes de maladies, plantules de bananes issues de la culture de tissus, etc.)

- **Infrastructure et accès au marché** : Les limitations de l'infrastructure physique et du marché limitent fortement la rentabilité des petits agriculteurs. **Le mauvais état des routes rurales** et des liaisons de transport signifie que de nombreux agriculteurs du Couloir Vert ont des difficultés à acheminer leurs produits vers les principaux marchés. Par exemple, le transport de marchandises de l'est de la RDC à Kinshasa est extrêmement difficile - l'un des objectifs mêmes du projet du Couloir Vert est d'améliorer les infrastructures de transport ([Global Gateway : Un Couloir Vert qui préserve les derniers poumons de la terre grâce à une croissance économique verte - Commission européenne](#)). Actuellement, les coûts de transport élevés et l'insécurité sur certains itinéraires signifient que les agriculteurs acceptent souvent des prix bas de la part des négociants locaux. Selon certains rapports, le coût du carburant et les mauvaises routes font grimper les prix des denrées alimentaires dans les centres urbains, mais le bénéfice n'atteint pas les agriculteurs - il est absorbé par le coût du transport et de la manutention ([Bulletin des prix de la République démocratique du Congo, octobre 2024](#)). Ainsi, les agriculteurs isolés sont confrontés à des **obstacles à l'accès au marché** : ils sont loin des acheteurs, ne disposent pas d'informations opportunes sur le marché et doivent souvent vendre à la ferme, quel que soit le prix offert. Une étude réalisée dans le Sud-Kivu a montré que le faible accès au marché était une contrainte majeure pour les petits exploitants, au même titre que les problèmes de production ([Typology of smallholder maize farmers in South-Kivu, Eastern D.R. Congo : implications in improving farming practices and markets | Discover Agriculture](#)). En outre, l'absence de groupes d'agriculteurs organisés ou de coopératives signifie que les petits exploitants individuels ont peu de pouvoir de négociation dans la chaîne de valeur.

Le manque d'**installations de stockage et de transformation** constitue un autre problème d'infrastructure. Comme les agriculteurs ne peuvent pas stocker leurs récoltes longtemps, ils ont tendance à les vendre juste après la récolte, lorsque les prix sont les plus bas. En RDC, il y a une pénurie d'entrepôts et de techniques de séchage/stockage des récoltes, ce qui entraîne "d'importantes pertes post-récolte" pour les cultures ([document de la Banque mondiale](#)). Par exemple, en l'absence de cribs ou de silos appropriés, un cultivateur de maïs peut perdre une bonne partie de sa récolte à cause de la pourriture ou des parasites dans les semaines qui suivent la récolte. De même, l'absence de moulins ou de procédés de transformation locaux signifie que les cultures comme le manioc et les arachides sont vendues à l'état brut plutôt que sous forme de produits transformés de plus grande valeur. Cela limite les revenus des agriculteurs.

En outre, l'**infrastructure financière** est faible - le crédit rural est rare, de sorte que les agriculteurs ne peuvent pas facilement emprunter pour investir dans des intrants ou de l'équipement. Les services de vulgarisation ont toujours manqué de ressources en RDC, ce qui signifie que les agriculteurs n'obtiennent souvent pas d'informations sur les meilleures pratiques agricoles ou les opportunités de marché ([Typology of smallholder maize farmers in South-Kivu, Eastern D.R. Congo : implications in improving farming practices and markets | Discover Agriculture](#)). Toutefois, l'initiative du Couloir Vert vise à améliorer ces systèmes de soutien (par exemple en développant des centres agro-industriels, des routes de la ferme au marché et des systèmes d'information sur les marchés) afin de mieux intégrer les petits exploitants dans les chaînes de valeur ([Global Gateway : A Green Couloir preserving the last lungs of the earth through green economic growth - Commission européenne](#)).

- **Main-d'œuvre et autres contraintes** : La plupart des petites exploitations agricoles dépendent de la main-d'œuvre familiale. La disponibilité de la main-d'œuvre peut constituer un goulot d'étranglement, en particulier pendant les périodes de pointe de plantation et de désherbage. Dans certaines régions, la **pénurie de main-d'œuvre** (due à l'exode rural ou aux conflits) a affecté les opérations agricoles ([Typology of smallholder maize farmers in South-Kivu, Eastern D.R. Congo : implications in improving farming practices and markets | Discover Agriculture](#)). Par exemple, les ménages ayant beaucoup de personnes à charge et peu d'adultes actifs peuvent avoir du mal à cultiver toutes leurs terres ou à récolter les cultures en temps voulu. En RDC, des décennies de conflit, en particulier dans l'Est, ont déplacé les communautés agricoles et souvent laissé les champs en jachère. Même dans les zones stables, l'agriculture est un travail manuel difficile - sans mécanisation (très peu de petits exploitants disposent de tracteurs ou même de traction animale), la quantité de terre qui peut être préparée et désherbée est limitée. C'est l'une des raisons pour lesquelles la taille des exploitations reste réduite et les rendements par heure de travail sont faibles.

Parmi les autres défis, citons l'insécurité foncière (certains agriculteurs, en particulier les femmes, n'ont pas de droits clairs sur les terres qu'ils cultivent, ce qui décourage les améliorations à long terme) et des problèmes tels que le vol des récoltes ou les dégâts causés par les animaux sauvages dans certaines régions. Les **infrastructures d'éducation et de vulgarisation** jouent également un rôle : les agriculteurs qui n'ont pas accès à l'éducation ou à la formation peuvent être plus lents à adopter de nouvelles techniques susceptibles d'améliorer leur productivité.

En résumé, le potentiel agricole du Couloir Vert de la RDC est important - la région bénéficie d'une bonne pluviométrie, de vastes terres arables et d'une forte demande alimentaire régionale. Les cultures comme le maïs, le manioc et le plantain sont très importantes pour la sécurité alimentaire et ont un potentiel de rendement inexploité. Si les petits exploitants peuvent surmonter les contraintes actuelles (grâce à de meilleures semences, des intrants, des formations et des investissements dans les infrastructures), les rendements à l'hectare pourraient augmenter de manière substantielle, ce qui permettrait d'accroître les revenus. Par exemple, des projets de démonstration ont montré que les rendements du maïs triplaient et que les rendements du manioc doubaient grâce à des méthodes améliorées ([Document de la Banque mondiale](#)). De même, en comblant l'écart de rendement des pommes de terre, des bananes et d'autres cultures, on pourrait les transformer en activités excédentaires et génératrices de revenus pour les familles d'agriculteurs. Pour réaliser ce potentiel, il faudra relever les défis : améliorer les routes rurales et

l'accès aux marchés, veiller à ce que les agriculteurs puissent obtenir des intrants et du savoir-faire, lutter contre les ravageurs et les maladies par des interventions fondées sur la science et aider les agriculteurs à s'adapter à la variabilité du climat. L'initiative du Couloir Vert cible explicitement un grand nombre de ces besoins ([Global Gateway : Un Couloir Vert qui préserve les derniers poumons de la terre grâce à une croissance économique verte - Commission européenne](#)), visant à renforcer les chaînes de valeur agricoles tout en préservant l'environnement. Au fil du temps, ces efforts pourraient permettre aux petits exploitants de la RDC et de toute l'Afrique subsaharienne d'obtenir des rendements plus élevés, plus de récoltes par an lorsque c'est possible, et une meilleure rentabilité pour ces cultures vitales, améliorant ainsi les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire dans la région.

Sources d'information

- Vue d'ensemble et objectifs du Couloir Vert de la RDC ([Global Gateway : Un Couloir Vert qui préserve les derniers poumons de la terre grâce à une croissance économique verte - Commission européenne](#)) ([Global Gateway : Un Couloir Vert qui préserve les derniers poumons de la terre grâce à une croissance économique verte - Commission européenne](#))
- Rendements et potentiel des cultures des petits exploitants (maïs, manioc, etc.) ([Typologie des petits exploitants de maïs dans le Sud-Kivu, Est de la R.D. Congo : implications dans l'amélioration des pratiques agricoles et des marchés | Découvrir l'agriculture](#)) () ([La principale source alimentaire de la RDC est menacée - par un virus](#)) (Projet Cassava Source-Sink : Accueil)
- Nombre de saisons culturales par an en RDC/SSA ([FAO GIEWS Country Brief on Democratic Republic of the Congo](#)) ([Status quo and challenges of rice production in sub-Saharan Africa](#))
- Prix et revenus des cultures (maïs, haricots, farine de manioc, etc.) () ([Prix des haricots au Kenya - Prix du marché de mars 2025 \(mis à jour quotidiennement\)](#)) ([Prix de la farine de manioc en RDC Congo - Selina Wamucii](#))
- Facteurs de coût clés et questions relatives à la chaîne de valeur () ([Document de la Banque mondiale](#))
- Contraintes : fertilité des sols, accès aux intrants, ravageurs/maladies, infrastructure, accès au marché ([Typologie des petits exploitants de maïs dans le Sud-Kivu, Est de la R.D. Congo : implications dans l'amélioration des pratiques agricoles et des marchés | Découvrir l'agriculture](#)) ([Banane \(Musa spp\)](#)) ([La principale source alimentaire de la RDC est menacée - par un virus](#)) ([Bulletin des prix de la République Démocratique du Congo, octobre 2024](#)).

Transport

Coûts de réhabilitation par km par type de route

- **Routes pavées** : La réhabilitation des routes pavées (asphalte ou béton) en RDC est coûteuse en raison de leur grave détérioration et des défis logistiques. Les coûts typiques s'élèvent à des centaines de milliers de dollars par kilomètre. Pour l'Afrique subsaharienne, la **réhabilitation des routes revêtues** a été estimée à environ **230 000 \$ par km** en moyenne

([Microsoft Word - SSATPWP10 - Commercializing Africa's Roads Transforming th-](#)), bien que les projets complexes ou les zones reculées puissent coûter plus cher (parfois 500 000 \$ ou plus par km). Il s'agit de renforcer la chaussée, de réparer le drainage et souvent de reconstruire des tronçons pour rétablir la durabilité par tous les temps ([Coût des routes en Afrique](#)) ([Coût des routes en Afrique](#)).

- **Routes en gravier : La réhabilitation des routes en gravier** (non revêtues mais avec une surface en agrégats) coûte généralement un ordre de grandeur inférieur à celui des routes revêtues. Les estimations en Afrique centrale sont de l'ordre de **quelques dizaines de milliers de dollars par km**. Une analyse de la Banque mondiale a noté une moyenne d'environ **36 000 \$ par km** pour réhabiliter les routes en gravier en mauvais état ([Microsoft Word - SSATPWP10 - Commercializing Africa's Roads Transforming th-](#)). Ces travaux comprennent généralement le nivellement de la route, la réapplication de gravier et la réparation des ponceaux et des ponts. Des améliorations ponctuelles plus simples sur des routes rurales en gravier peuvent parfois être réalisées pour un montant aussi bas que 10 000-15 000 dollars par km (à l'exclusion des structures principales) sur un terrain plus facile ([Coût des routes en Afrique](#)).
- **Routes en terre** : Les **routes en terre** sont des pistes sans revêtement technique, dont la remise en état consiste principalement à niveler, à compacter et à améliorer le drainage. Ces routes sont les moins chères à remettre en état au kilomètre. Selon des estimations approximatives, la remise en état d'une route en terre de base s'élève à environ **8 000-10 000 dollars par kilomètre** ([Coût des routes en Afrique](#)) dans des conditions normales - il s'agit essentiellement de restaurer la forme et les structures mineures pour que la route soit praticable. Cependant, si des travaux lourds sont nécessaires (par exemple l'ajout de ponceaux, de petits ponts), les coûts peuvent atteindre ceux des routes en gravier. Néanmoins, la réhabilitation des routes en terre est généralement le moyen le plus rentable de reconnecter les communautés isolées de l'intérieur de la RDC.

Coûts d'entretien par km (routines et périodiques)

Le maintien des routes en bon état nécessite un **entretien** régulier, qui varie selon le type de route :

- **Routes pavées** : Les routes pavées ont besoin d'un entretien de routine (réparation des nids-de-poule, dégagement des drains, etc.) et d'un entretien périodique (resurfacement tous les 5 à 10 ans). Les dépenses annuelles d'entretien des routes pavées africaines sont généralement de l'ordre de **3 000 dollars par kilomètre et par an** (ce qui couvre les travaux de routine et permet d'économiser pour les revêtements périodiques) ([Microsoft Word - SSATPWP10 - Commercializing Africa's Roads Transforming th-](#)). Par exemple, des revêtements en asphalte fin ou des scellements tous les quelques années peuvent coûter des dizaines de milliers par km (par exemple, plus de 20 000 dollars par km pour un nouveau revêtement tous les 5 à 7 ans), mais si l'entretien de routine est constant (à quelques centaines de dollars par km chaque trimestre), les coûts globaux du cycle de vie restent proches de cette fourchette ([Document de la Banque mondiale](#)). Sans entretien en temps voulu, les routes revêtues peuvent se détériorer rapidement, entraînant des coûts de remise en état beaucoup plus élevés à terme ([Cost of Roads in Africa](#)).

- **Routes en gravier :** Les routes en gravier/non pavées nécessitent un entretien continu, en particulier avec les fortes pluies de la RDC. L'**entretien de routine** (nivellement de la surface, nettoyage des fossés) peut coûter de l'ordre de **1 000 dollars par kilomètre et par an** ([Microsoft Word - SSATPWP10 - Commercializing Africa's Roads Transforming th-](#)). En outre, un **regravillonnage** périodique est nécessaire toutes les quelques années à mesure que la couche supérieure s'érode - ce renouvellement périodique peut coûter de **2 000 à 4 000 dollars par kilomètre** à chaque cycle ([Coût des routes en Afrique](#)). Si l'entretien est négligé, les routes de gravier deviennent rapidement impraticables ; c'est pourquoi les donateurs insistent sur le financement d'un nivellement régulier et de réparations ponctuelles pour qu'elles restent praticables en toute saison.
- **Routes en terre :** Les routes en terre (chemins de terre) sont souvent entretenues de façon très sommaire. Les mesures de routine telles que le comblement des ornières et le lissage de la surface ne coûtent que quelques centaines de dollars par kilomètre et par an si elles sont effectuées avec des méthodes basées sur la main d'œuvre. Cependant, le maintien du drainage est essentiel pour éviter les effondrements. Le **nivellement périodique** (peut-être une fois par an après la saison des pluies) pourrait coûter quelques milliers de dollars par kilomètre. Une estimation suggère de combiner l'entretien de routine et l'entretien périodique pour les routes rurales non revêtues en Afrique à environ **1 000 dollars par km par an** en moyenne ([Coût des routes en Afrique](#)). En pratique, de nombreuses routes en terre en RDC ne reçoivent que peu ou pas d'entretien, ce qui explique pourquoi les besoins de réhabilitation (bien que peu coûteux par km) sont si fréquents après les dommages saisonniers.

Études et stratégies recommandées pour la réhabilitation des routes en RDC

Des institutions internationales réputées ont étudié les besoins de la RDC en matière de transport et élaboré des stratégies pour améliorer la connectivité routière. Les principales conclusions et recommandations sont les suivantes :

- **Donner la priorité au financement de l'entretien :** Un thème récurrent dans les rapports de la Banque mondiale et de la Banque africaine de développement (BAD) est que le **financement de l'entretien durable** est aussi important que la réhabilitation initiale. La RDC a créé un Fonds d'entretien routier (FONER) financé par les taxes sur les carburants pour financer les réparations. Bien que le financement annuel soit passé d'environ **60 millions de dollars en 2009 à 164 millions de dollars d'ici 2021** ([document de la Banque mondiale](#)), il reste **insuffisant pour le vaste réseau**. La Banque mondiale et la BAD recommandent toutes deux de renforcer la gouvernance et la base de revenus du FONER () afin que les routes réhabilitées ne retombent pas dans le délabrement ([Document de la Banque mondiale](#)) ([Document de la Banque mondiale](#)). Il s'agit notamment d'améliorer la transparence (la mauvaise gestion passée a donné lieu à des poursuites pour mauvaise utilisation des fonds) et de veiller à ce que les fonds soient alloués aux liaisons routières les plus critiques sur une base rationnelle ([document de la Banque mondiale](#)).

- **"Revêtir les Couloirs prioritaires :** Compte tenu de la taille et du climat de la RDC, des études suggèrent de **ne plus dépendre des routes en gravier** pour les principaux Couloirs. Les routes en gravier s'effondrent souvent sous l'effet des fortes pluies et du trafic, ce qui nécessite des réparations constantes. La Banque mondiale souligne que l'adaptation au climat du secteur routier de la RDC passe par l'**amélioration des routes principales pour les rendre conformes aux normes d'asphaltage et par l'installation d'un système de drainage robuste** dans les zones inondables et vallonnées ([document de la Banque mondiale](#)). Les routes pavées, bien que plus coûteuses au départ, sont plus durables et plus économiques à long terme pour les Couloirs à forte circulation (si elles sont entretenues). Par exemple, le concept du **Couloir Vert** lui-même envisage une route fiable et praticable par tous les temps entre les Kivus et Kinshasa. Cela correspond aux recommandations de la Banque africaine de développement d'investir dans le pavage des routes nationales telles que les RN1 et RN2 qui relient les grandes villes, plutôt que de les réhabiliter continuellement sous forme de gravier ([document de la Banque mondiale](#)).
- **Focus sur l'impact de la connectivité :** Des études de la Banque mondiale notent que **seules 4 des 25 capitales provinciales** de la RDC sont actuellement accessibles depuis Kinshasa par des routes fiables ([document de la Banque mondiale](#)). La BAD et les agences des Nations Unies (par exemple la CEA) ont appelé à une **approche de "connectivité d'abord"**, en ciblant les segments de route qui reconnectent les centres de population et les marchés isolés. Des projets tels que le programme **ProRoutes** (Banque mondiale) et les **projets de réhabilitation des transports** (BAD) ont permis de rouvrir des milliers de kilomètres de routes, reliant des villes comme Kisangani, Bukavu, Goma et Lubumbashi au réseau. Ces projets démontrent que même une réhabilitation de base des routes (souvent en terre ou en gravier au départ) produit d'énormes avantages socio-économiques en réduisant les temps de trajet de quelques jours à quelques heures, en diminuant les coûts de transport et en facilitant le commerce ([Document la Banque mondiale](#)). La leçon à tirer est qu'il faut concentrer les ressources sur les Couloirs stratégiques (souvent appelés **"Couloirs hautement prioritaires"**) qui maximisent l'impact sur le commerce et la réduction de la pauvreté.
- **Réformes institutionnelles et capacités locales :** Les rapports des donateurs soulignent que les travaux physiques doivent être accompagnés d'un renforcement institutionnel. La **BAD** souligne la nécessité de clarifier les rôles des agences (autorités routières nationales et rurales) et de renforcer les capacités provinciales pour l'entretien des routes ([RDC - Projet de réhabilitation des routes Nsele-Lufimi et Kwango-Kenge - Rapport d'évaluation](#)) ([RDC - Projet de réhabilitation des routes Nsele-Lufimi et Kwango-Kenge - Rapport d'évaluation](#)). La **Banque mondiale** a également plaidé en faveur d'une réforme de la gouvernance du secteur routier - par exemple, en donnant à l'**Office des Routes** et aux bureaux provinciaux des travaux publics les moyens de financer l'entretien des routes réhabilitées et d'en assumer la responsabilité (). La formation des entrepreneurs locaux et des équipes d'entretien communautaires est une stratégie recommandée pour assurer l'entretien de routine. Dans un projet financé par la BAD sur la RN1, le plan prévoyait la **formation des comités locaux d'entretien routier (CLER)** et l'intégration de ces routes dans le programme national d'entretien (). Cette approche de participation communautaire, également expérimentée

dans d'autres pays africains, crée des emplois locaux et contribue à inculquer une culture de l'entretien afin que l'investissement dans la réhabilitation soit préservé.

- **Estimation des coûts et meilleures pratiques :** Les institutions financières internationales ont publié des données de référence sur les coûts pour guider les investissements routiers de la RDC. L'Africa Infrastructure Country Diagnostic (AICD) a noté que les coûts unitaires de la RDC ont tendance à être plus élevés que la moyenne africaine en raison de son environnement difficile (forêts épaisses, faible base d'entrepreneurs, insécurité). Les meilleures pratiques pour contrôler les coûts comprennent les **appels d'offres concurrentiels**, le regroupement des travaux dans des contrats plus importants pour obtenir des économies d'échelle, et une supervision rigoureuse pour éviter les dépassements de coûts ([Étude sur les coûts des infrastructures routières - Analyse des coûts unitaires et des dépassements de coûts des projets d'infrastructures routières en Afrique](#)) ([Étude sur les coûts des infrastructures routières - Analyse des coûts unitaires et des dépassements de coûts des projets d'infrastructures routières en Afrique](#)). L'analyse par la BAD des projets routiers en Afrique a révélé que les petits projets dans les régions éloignées ont souvent des coûts unitaires par kilomètre plus élevés, de sorte qu'il est conseillé de regrouper les travaux lorsque cela est possible ([Study on Road Infrastructure Costs- Analysis of Unit Costs and Cost Overruns of Road Infrastructure Projects in Africa](#)) ([Study on Road Infrastructure Costs- Analysis of Unit Costs and Cost Overruns of Road Infrastructure Projects in Africa](#)). En outre, l'adoption d'une technologie appropriée (par exemple, les méthodes basées sur la main d'œuvre pour les travaux légers, qui peuvent être ~25% moins chères) et l'utilisation de matériaux locaux peuvent réduire les coûts ([Coût des routes en Afrique](#)). Des organisations telles que l'**UNOPS** et la **Banque africaine de développement** fournissent souvent une assistance technique sur ces meilleures pratiques en RDC, garantissant que les fonds (qu'ils proviennent du gouvernement, de la Banque mondiale, de la BAD ou de donateurs tels que l'UE) sont utilisés efficacement dans le cadre de l'initiative du Couloir Vert.

Coûts de développement

La réhabilitation des ports fluviaux du Congo nécessiterait des investissements substantiels mais relativement modestes par rapport à d'autres infrastructures. Comme indiqué, la modernisation de Kisangani a été budgétisée à environ 5 millions de dollars pour les réparations critiques ([Voies navigables - The Northern Couloir Transit and Transport Co-ordination Authority \(NCTTCA\)](#)). L'extension d'améliorations similaires à Mbandaka et d'équipements supplémentaires pour Kinshasa pourrait être de l'ordre de 10 à 20 millions de dollars supplémentaires. Des bailleurs de fonds comme la Banque mondiale ont inclus des composantes portuaires dans des projets de transport plus importants (par exemple, l'achat de grues, la construction d'ouvrages de formation fluviale), et des organismes régionaux ont appelé à l'amélioration des **aides à la navigation et des installations portuaires** dans le cadre du développement du Couloir ([voies navigables intérieures, Autorité de coordination du transport et du transit du Couloir nord \(NCTTCA\)](#)). Des ports modernisés permettraient de réduire les temps de rotation des barges, de diminuer les pertes de cargaison (grâce à un meilleur stockage) et, en fin de compte, d'améliorer le **seuil de rentabilité** du transport fluvial.

Mesures d'atténuation environnementale pour la préservation des forêts

([Quand une route mène à la déforestation](#)) *Figure : Expansion du réseau routier (2003-2018) dans le bassin du Congo (vert = routes existantes avant 2003, violet = nouvelles routes d'ici 2018). La croissance rapide des réseaux routiers dans des forêts auparavant intactes a accéléré les taux de déforestation ([Quand une route mène à la déforestation](#)). Des études montrent que **95 % de la déforestation** dans les régions de forêts tropicales humides se produit à quelques kilomètres d'une route ([Infrastructure projects in Congo Basin need greater oversight, report says](#)), ce qui souligne la nécessité de mettre en place de solides mesures de protection de l'environnement lors de l'amélioration de la connectivité.*

L'expansion et la réhabilitation des routes dans le "**Couloir Vert**" de la RDC - une région riche en forêts tropicales humides (les "poumons de la Terre") - doivent être réalisées en prenant des mesures strictes pour **éviter la dégradation des forêts**. Des sources fiables et des études de cas provenant de contextes africains similaires recommandent plusieurs pratiques d'infrastructure respectueuses des forêts :

- **Une évaluation et une planification environnementales rigoureuses :** Avant tous travaux routiers, il convient de réaliser des études d'impact environnemental (EIE) approfondies et d'appliquer la **hiérarchie des mesures d'atténuation (éviter, minimiser, atténuer, compenser)** ([Forest-friendly Infrastructure | WWF Forest Solutions](#)). Cela signifie que **les routes doivent être détournées pour éviter les habitats forestiers essentiels et les zones protégées** dans la mesure du possible, et qu'il faut choisir des tracés qui suivent les Couloirs perturbés existants (anciennes routes ou pistes d'exploitation forestière) au lieu de tracer de nouveaux chemins à travers la forêt vierge. L'ONU et le WWF conseillent une planification stratégique au niveau du paysage (souvent appelée **évaluation environnementale stratégique**) afin d'évaluer les impacts cumulés de plusieurs tronçons routiers et de concevoir des réseaux qui minimisent les perturbations écologiques ([Forest-friendly Infrastructure | WWF Forest Solutions](#)).
- **Minimiser le défrichage et restaurer la végétation :** Lors de la construction ou de la réhabilitation, il faut limiter l'empreinte de la route. Les entrepreneurs doivent être tenus d'**éviter tout défrichage inutile** de la végétation au-delà de la route. Par exemple, le plan environnemental de la BAD pour les projets routiers en RDC prévoit de "*prendre les mesures nécessaires pour éviter de détruire la végétation le long des routes*" et de protéger spécialement la flore unique (comme les peuplements de bambous) près du tracé ([RDC - Projet de réhabilitation des routes Nsele-Lufimi et Kwango-Kenge - Rapport d'évaluation](#)). Toutes les zones perturbées (camps de travail, bancs d'emprunt pour les matériaux) doivent être **replantées et restaurées** après la construction ([RDC - Projet de réhabilitation des routes Nsele-Lufimi et Kwango-Kenge - Rapport d'évaluation](#)). L'utilisation d'espèces d'arbres indigènes pour reboiser les sols dénudés et la réhabilitation rapide des carrières et des remblais aident la forêt à se reconstituer et préviennent l'érosion. Essentiellement, la route ne doit pas devenir une bande de déforestation - la végétation doit rester jusqu'au bord de la route, et le couvert végétal au-dessus de la route peut souvent être préservé sur les pistes en terre et en gravier.

- **Mesures de lutte contre le braconnage et l'exploitation forestière** : Une préoccupation majeure est que l'amélioration des routes permet l'extraction illégale des ressources (braconnage de la faune, commerce de la viande de brousse et exploitation forestière). Dans d'autres régions forestières, les mesures d'atténuation ont été prises en combinant **l'application de la loi et l'engagement des communautés**. Par exemple, une étude sur le transport en RDC a noté que l'ouverture de routes augmente la rentabilité de la chasse et a recommandé de contrer ce phénomène "en renforçant les capacités des services de contrôle, du personnel [des parcs]... et l'application des réglementations en vigueur", tout en éduquant les fonctionnaires locaux et les communautés (). En pratique, cela peut signifier l'établissement de **points de contrôle** le long de la route pour vérifier la présence de bois ou d'animaux sauvages illégaux, le déploiement d'un plus grand nombre de **gardes forestiers** dans les réserves voisines et la collaboration avec la police pour patrouiller le long du Couloir. Les campagnes de sensibilisation du public sont également importantes : il s'agit d'informer les villageois et les travailleurs de la route sur les lois relatives aux espèces sauvages et sur la valeur à long terme de la conservation des espèces. De telles mesures ont été prévues dans le cadre du projet ProRoutes de la Banque mondiale (par exemple, financement de l'ICCN - l'autorité responsable des parcs nationaux - pour augmenter les patrouilles dans la réserve de faune à okapis lorsqu'une route la traversant a été réhabilitée) (). Il est essentiel de veiller à ce que ces mesures de sauvegarde soient effectivement mises en œuvre et financées ; un suivi indépendant par des ONG ou des groupes d'experts peut aider à contrôler le respect de ces mesures () ().
- **Gestion communautaire des forêts et compensations** : Une stratégie innovante de l'initiative du **Couloir Vert** consiste à impliquer les communautés locales dans la préservation des forêts. Le gouvernement de la RDC, avec le soutien de partenaires tels que l'UE, prévoit d'établir une **réserve gérée par la communauté** le long du Couloir, donnant ainsi aux populations locales le pouvoir de gérer la forêt et de bénéficier de sa protection ([Global Gateway : Un Couloir Vert qui préserve les derniers poumons de la terre grâce à une croissance économique verte - Commission européenne](#)). Le consentement libre, préalable et éclairé (CLPI) des communautés indigènes est obtenu afin que les nouvelles opportunités économiques liées à la route aillent de pair avec la mise en réserve de terres en tant que zones de conservation. Cette approche a des parallèles dans d'autres pays - par exemple, les zones de foresterie communautaire ou les réserves d'extraction en Amazonie ont réussi à freiner la déforestation en donnant aux populations locales un intérêt dans l'utilisation durable plutôt que dans le défrichage à grande échelle. Le long du Couloir Vert, la cartographie des principaux écosystèmes est en cours afin d'identifier les zones critiques en matière de biodiversité ([Global Gateway : Un Couloir Vert qui préserve les derniers poumons de la terre grâce à une croissance économique verte - Commission européenne](#)). Ces zones peuvent ensuite faire l'objet de **mesures compensatoires ou de protections supplémentaires** - par exemple, si une forêt doit être déboisée dans une partie, une autre zone peut être officiellement protégée ou reboisée pour compenser la perte. De tels mécanismes d'équilibrage sont recommandés par les agences environnementales des Nations unies afin de garantir l'absence de perte nette de couverture forestière.

- **Mesures de conception physique** : Les ingénieurs routiers peuvent également intégrer des caractéristiques qui atténuent les dommages causés à l'environnement. Dans les zones de forêts denses, des **points de passage pour la faune** (ponceaux élargis ou passages supérieurs pour le déplacement des animaux) peuvent être installés si les voies de migration des grands mammifères sont connues. **Des systèmes de drainage** appropriés sont essentiels non seulement pour la résilience climatique mais aussi pour protéger l'hydrologie de la forêt - les ponceaux et les ponts doivent permettre l'écoulement naturel de l'eau afin que la route ne crée pas de zones marécageuses de dépérissement en amont ou de zones sèches en aval ([document de la Banque mondiale](#)). En outre, la mise en place et le respect d'une **zone tampon de droit de passage** peuvent empêcher les colons d'empiéter immédiatement au-delà de la route. Certains projets délimitent un Couloir où l'agriculture est interdite (par exemple, une zone tampon de 50 m à l'intérieur d'une forêt classée au patrimoine mondial), ce qui permet de gagner du temps pour organiser la planification de l'utilisation des terres ([Réserve de faune à okapis - Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO](#)). Lorsque les routes traversent des parcs ou des réserves, des ralentisseurs et des panneaux de signalisation peuvent réduire le nombre d'animaux sauvages tués sur les routes.
- **Gestion des routes après le projet** : Une leçon tirée de l'Afrique centrale est que les **routes temporaires** (comme les routes forestières) doivent être fermées ou réaffectées après utilisation afin d'éviter la perte permanente de la forêt. Dans les concessions forestières du bassin du Congo, les entreprises ont réussi à **bloquer physiquement les routes abandonnées** pour permettre la repousse ([Quand une route mène à la déforestation](#)). Pour les routes réhabilitées du Couloir Vert, qui seront permanentes, ce concept se traduit par le contrôle des effets secondaires : par exemple, les routes secondaires créées pour la construction devraient être fermées si elles mènent à des zones forestières intactes. La surveillance permanente du Couloir par satellite permet de détecter les nouveaux embranchements illégaux ou le déboisement, ce qui incite les autorités à prendre des mesures. L'utilisation de la télédétection et des observateurs forestiers de la communauté (qui patrouillent et signalent tout défrichage illégal) est une bonne pratique moderne qui permet de s'assurer que la route ne devient pas un conduit pour une déforestation incontrôlée.

En résumé, **l'amélioration des routes du Couloir Vert doit concilier le développement et la conservation**. L'expérience internationale dans les forêts tropicales d'Afrique montre qu'avec une planification adéquate, une application rigoureuse et l'inclusion des communautés, il est possible d'améliorer la connectivité entre les villes **sans sacrifier les forêts**. Le gouvernement de la RDC et ses partenaires, tels que la Banque mondiale, la BAD, l'UE et les Nations unies, sont tous conscients que ce Couloir créera un précédent, souvent cité comme un modèle d'"infrastructure verte". En suivant les meilleures pratiques en matière de réhabilitation rentable, en engageant des fonds pour l'entretien et en mettant en œuvre de solides mesures de protection de l'environnement, le Couloir Vert peut en effet stimuler la connectivité économique tout en préservant les inestimables forêts du bassin du Congo pour les générations futures ([Global Gateway : A Green Couloir preserving the last lungs of the earth through green economic growth - European Commission](#)) ([La République](#)

démocratique du Congo va créer la plus grande réserve de forêt tropicale protégée de la planète - [World Economic Forum](#)).

Rentabilité du transport maritime de conteneurs (Couloir Kisangani-Kinshasa)

Coûts d'exploitation : L'exploitation d'une barge ou d'un bateau fluvial entre Kisangani et Kinshasa implique des frais d'exploitation importants. Les principaux éléments de coût sont les suivants :

- **Carburant :** le carburant diesel est une dépense importante en raison de la longue distance (~1 724 km par voie fluviale) () et des vitesses lentes. Un aller-retour complet Kinshasa-Kisangani peut prendre environ 80 jours (un mois dans chaque sens) (), ce qui consomme de grandes quantités de carburant.
- **Équipage et entretien :** Les navires ont besoin d'un équipage qualifié (pilotes, ingénieurs, matelots) et d'un entretien régulier. Une grande partie de la flotte fluviale est âgée et se trouve dans un état "d'infrastructure obsolète et insuffisante" (), ce qui augmente les coûts d'entretien et réduit l'efficacité du carburant.
- **Frais portuaires et taxes informelles :** Les barges doivent s'acquitter de frais de manutention portuaire à Kinshasa, Kisangani et dans les escales intermédiaires. En outre, les opérateurs sont confrontés à une "pléthore de taxes et de contrôles par région dans les ports entre l'origine et la destination", c'est-à-dire que les autorités provinciales imposent souvent des frais non officiels (). Ces éléments augmentent les coûts globaux et les retards.

Tarifs et revenus du fret : En raison de la capacité limitée et de la forte demande, les tarifs de fret sur le fleuve sont relativement élevés. Les estimations suggèrent que les opérateurs de barges facturent de l'ordre de **50 à 80 dollars par tonne** pour le trajet complet Kisangani-Kinshasa ([transport du Grand Kivu et de Kinshasa](#)). Cela représente environ **1 500 à 2 000 dollars par conteneur de 20 pieds**, soit un coût comparable à celui du transport maritime du même conteneur de l'Asie vers l'Afrique de l'Ouest. En fait, le transport d'un conteneur de Kinshasa à Kisangani coûte à peu près autant que le transport d'un conteneur de **Shanghai à Pointe-Noire** (République du Congo) (). Ces taux de fret élevés reflètent la difficulté de la logistique et ne sont viables que parce que les alternatives routières sont pratiquement inexistantes dans la majeure partie de l'intérieur de la RDC.

Point mort et rentabilité : Malgré des tarifs élevés, la rentabilité n'est pas garantie. L'avantage relatif du coût du transport fluvial - environ **0,05 \$ par tonne-km par péniche contre 0,15 \$ par tonne-km par la route** en Afrique centrale () - est souvent érodé par des inefficacités. Les temps de transit longs (plusieurs semaines ou plus) impliquent une faible rotation des actifs, et les bateaux doivent transporter des charges complètes dans les deux sens pour atteindre le seuil de rentabilité. Tout temps d'arrêt pour des réparations ou l'attente d'une cargaison peut rapidement grignoter les marges. Les opérateurs officiels comme la SCTP (anciennement ONATRA), gérée par l'État, ont connu des difficultés ; beaucoup ont "quitté le marché" en raison des coûts élevés et de la concurrence des opérateurs informels (). Dans la pratique, les quelques entreprises qui exploitent des barges à conteneurs doivent gérer soigneusement les coûts et maintenir les navires pleins pour atteindre la rentabilité. Les économies d'échelle sont importantes - les grands convois de barges (parfois 5 à 10 barges attachées ensemble) contribuent à diluer les coûts de carburant et d'équipage par tonne, mais nécessitent des remorqueurs en état de marche et l'entretien des chenaux fluviaux.

Impacts socio-économiques et environnementaux de l'amélioration du transport fluvial

Avantages pour les communautés et le commerce : La revitalisation du transport fluvial sur le Congo peut avoir de profonds avantages socio-économiques pour les communautés riveraines et le pays dans son ensemble. Le fleuve est effectivement "la route 1 de la RDC" - de nombreuses villes ne sont accessibles que par bateau ([On The Congo, A Floating Marketplace For A Nation : NPR](#)). L'amélioration de la connectivité permettrait :

- **Créer des emplois :** La réhabilitation des ports et l'augmentation du trafic des barges génèrent des emplois pour les équipages, les dockers, les mécaniciens et les commerçants. Un responsable congolais des transports a noté que "des milliers d'emplois pourraient être générés si le trafic fluvial fonctionnait à pleine capacité", soulignant le potentiel d'emploi inexploité ([On The Congo, A Floating Marketplace For A Nation : NPR](#)). Ces emplois iraient des postes formels au sein des compagnies maritimes au travail informel (manutentionnaires, vendeurs servant les passagers des bateaux, etc).
- **Baisser les prix à la consommation et stimuler le commerce :** Un fret fluvial moins cher et plus fiable signifie que les biens essentiels (nourriture, carburant, médicaments, matériaux de construction) peuvent être acheminés à moindre coût vers les villes et villages de l'intérieur. Cela améliore le niveau de vie et la sécurité alimentaire des populations isolées. De même, les agriculteurs et les producteurs de l'intérieur du pays ont **accès aux marchés**. Par exemple, une initiative de l'African Wildlife Foundation en 2005 a lancé une barge de 700 tonnes pour collecter du maïs, du riz, du manioc et d'autres cultures dans des ports isolés et les livrer à Kinshasa ([Congo River Cargo Boat Brings Promise to Endangered Great Apes | African Wildlife Foundation](#)) ([Congo River Cargo Boat Brise Promise to Endangered Great Apes | African Wildlife Foundation](#).) La réouverture de cette ligne d'approvisionnement a permis à des centaines de familles d'agriculteurs de vendre leurs produits, réactivant ainsi l'économie régionale et offrant des alternatives aux activités liées à la pauvreté telles que la chasse à la viande de brousse ([Congo River Cargo Boat Brings Promise to Endangered Great Apes | African Wildlife Foundation](#)) ([Congo River Cargo Boat Brings Promise to Endangered Great Apes | African Wildlife Foundation](#)). Ce cas illustre la manière dont le commerce fluvial peut stimuler le **développement du commerce régional** en reliant le secteur agricole rural à la demande urbaine. Globalement, un système de transport fluvial dynamique soude le pays, encourageant le commerce interprovincial et même le commerce transfrontalier (par exemple, des barges vers Bangui en RCA ou vers Brazzaville) d'une manière que le transport routier ne peut pas actuellement. Un diagnostic de la Banque mondiale a conclu que "la prospérité du Congo viendra du fleuve Congo" s'il est correctement géré ([On The Congo, A Floating Marketplace For A Nation : NPR](#)).
- **Intégration régionale :** Historiquement, le fleuve Congo et ses affluents facilitent également le commerce avec les pays voisins. Le renforcement des ports fluviaux pourrait stimuler les **Couloirs commerciaux régionaux** - par exemple, les routes de barges de Kisangani sont reliées au fleuve Ubangui en direction de la République centrafricaine, et via la connexion ferroviaire de Kisangani, les marchandises peuvent venir d'Afrique de l'Est. L'amélioration de la navigation fluviale peut donc compléter les efforts d'intégration régionale de la CEEAC et

d'autres, en aidant les régions enclavées à accéder aux ports maritimes grâce à des liaisons multimodales.

Avantages pour l'environnement : Le transfert d'une plus grande partie du fret vers le fleuve Congo a des répercussions positives sur l'environnement :

- **Réduction des émissions et de la pression routière :** le transport fluvial est économe en carburant par tonne. Si la navigation fonctionne bien, le fleuve peut transporter des marchandises en vrac pour une fraction de la consommation de carburant (et des émissions de CO₂) des camions. Comme nous l'avons vu, les coûts par tonne-km sont d'environ un tiers pour la barge par rapport à la route (), ce qui correspond à une consommation de carburant plus faible. Chaque convoi de barges (transportant souvent plus de 800 tonnes) peut remplacer des dizaines de camions lourds, réduisant ainsi le trafic routier, les risques d'accident et les gaz d'échappement des moteurs diesel. Dans le contexte de la RDC, où les réseaux routiers sont rares, l'un des avantages environnementaux du transport fluvial est qu'il permet d'éviter de creuser de nouvelles routes dans la forêt tropicale vierge. Une étude sur le bassin du Congo a montré que les nouvelles routes ont tendance à catalyser la déforestation, alors que le **transport fluvial a un impact minimal sur les forêts** (). Ainsi, investir dans l'infrastructure fluviale peut soutenir la croissance économique **sans le défrichage intensif des terres** qu'impliquent les routes.
- **Co-bénéfices pour la conservation :** En améliorant les moyens de subsistance et l'accès au marché pour les communautés isolées, le transport fluvial peut indirectement contribuer à la conservation. Le projet de conservation des bonobos de l'AWF l'a démontré : lorsque les agriculteurs peuvent expédier facilement leurs récoltes, ils sont moins enclins à se tourner vers la chasse aux animaux sauvages pour se procurer des revenus ou de la nourriture ([Congo River Cargo Boat Brings Promise to Endangered Great Apes | African Wildlife Foundation](#)) ([Congo River Cargo Boat Brings Promise to Endangered Great Apes | African Wildlife Foundation](#)). En substance, le **fleuve agit comme un "Couloir Vert" durable** : il permet le développement humain (par le biais du commerce et de la mobilité) d'une manière efficace sur le plan énergétique et peut réduire la pression sur les écosystèmes par rapport à d'autres modes de transport. En outre, les bateaux produisent beaucoup moins de bruit et de perturbations que la construction d'autoroutes, ce qui préserve la tranquillité des habitats de la faune et de la flore le long des berges.

En résumé, un meilleur système de voies navigables sur le Congo permettrait non seulement de relier les communautés et de réduire les coûts de transport, mais aussi de produire des dividendes environnementaux en réduisant les émissions de carbone et en sauvegardant les forêts du bassin du Congo. Ces avantages socio-économiques et environnementaux renforcent les arguments en faveur de la revitalisation du Couloir fluvial en tant qu'élément clé de la stratégie de développement de la RDC.

Taille du marché et flux commerciaux formels et informels

Volume de marchandises transportées : Le fleuve Congo est déjà une artère de fret importante, bien que les statistiques officielles soient fragmentées. Selon les estimations de la Banque mondiale, les routes les plus fréquentées transportent de l'ordre de **200 000 à 340 000 tonnes par**

an. Par exemple, la traversée Kinshasa-Brazzaville (à travers le Pool Malebo) voit passer environ **340 000 tonnes de fret** par an, tandis que le long Couloir fluvial Kinshasa-Kisangani transporte environ **203 000 tonnes** par an (). D'autres volumes importants circulent sur la rivière Kasai (reliant Kinshasa à Ilebo) et sur les affluents en amont pour le commerce local. Ces chiffres donnent une idée de la **taille du marché formel** du transport fluvial. En comparaison, les chemins de fer de la RDC transportent beaucoup moins (le chemin de fer occidental de la SCTP ne transportait plus que 50 000 tonnes/an au milieu des années 2010) (), faisant des barges fluviales le principal mode de transport de marchandises lourdes à l'intérieur du pays.

Flux formels et informels : Une grande partie du commerce fluvial en RDC est **informelle et n'est pas déclarée**. L'opérateur public (SCTP/ONATRA) ne gère qu'une fraction du trafic - la plupart des services sont fournis par de **"petits opérateurs privés informels"** avec leurs propres barges ou pirogues (). Souvent, ces opérateurs ne déclarent pas les cargaisons dans les registres officiels, en particulier pour le commerce intérieur de produits agricoles ou de produits du marché local. Par conséquent, le volume réel de marchandises circulant sur le réseau fluvial est probablement beaucoup plus élevé que les statistiques officielles. Dans de nombreux cas, des commerçants individuels louent un espace sur une barge (ou une barge entière) et transportent des marchandises en dehors de toute structure d'entreprise officielle.

Les flux commerciaux informels sont notoirement importants en RDC. Dans le commerce transfrontalier, des études ont montré que le commerce informel peut **dépasser le commerce formel** ; par exemple, à la frontière orientale, *"le commerce informel entre l'Ouganda et la RDC représentait près de deux fois le montant du commerce formel"* en valeur (). Il en va de même pour les itinéraires intérieurs : les denrées de base comme le manioc, le poisson, l'huile de palme ou le charbon de bois sont souvent expédiées dans le cadre d'un "arrangement privé", sans documents. Par conséquent, le **tonnage total sur le fleuve Congo** (formel + informel) pourrait être nettement supérieur aux 200 000 tonnes citées formellement - peut-être plusieurs centaines de milliers de tonnes de plus si l'on inclut tout le bois, les produits et les marchandises non enregistrés transportés sur d'innombrables petites embarcations.

Par exemple, un convoi fluvial (appelé **baleinière** dans le jargon local) peut être un marché flottant transportant toutes sortes de produits, des fruits et légumes au bétail. Ces convois fonctionnent sur la base de l'argent liquide, en dehors de tout contrôle des entreprises. Si ce système informel est vital pour les moyens de subsistance, il signifie également que la planification des infrastructures repose sur des données incomplètes. Néanmoins, même les volumes documentés confirment que le fleuve Congo est un **Couloir de transport majeur** pour l'économie de la RDC. Si la navigabilité et les ports s'améliorent, les entreprises logistiques du secteur formel et les commerçants informels augmenteront leurs activités, ce qui pourrait transformer une partie du commerce informel actuel en chaînes d'approvisionnement formelles de plus grande valeur.

En résumé, le marché du transport fluvial sur le Congo comprend un **segment formel** (des centaines de milliers de tonnes par an traitées par des chargeurs reconnus ou des entités étatiques) et un **segment informel** qui est au moins aussi important. Le renforcement de l'infrastructure et de la gouvernance du transport fluvial pourrait aider à formaliser une plus grande partie de ce commerce, en augmentant les revenus du gouvernement et en améliorant la sécurité, tout en préservant le rôle vital que joue le fleuve dans le soutien des moyens de subsistance dans toute la région ().

Couloirs fluviaux similaires - Note comparative : L'importance du fleuve Congo trouve des parallèles dans d'autres Couloirs fluviaux africains. Par exemple, le Nigeria a dragué le fleuve Niger pour permettre aux barges d'acheminer les marchandises vers les villes de l'intérieur, afin de réduire la congestion routière. En Afrique de l'Ouest, le fleuve Sénégal (géré par l'OMVS) a été aménagé pour la navigation afin de relier le Mali à l'Atlantique, illustrant ainsi la manière dont la coopération régionale sur les fleuves peut stimuler le commerce. De même, les ferries du lac Victoria en Afrique de l'Est (entre la Tanzanie, l'Ouganda et le Kenya) transportent des centaines de milliers de tonnes par an ([Inland Waterways | The Northern Couloir Transit and Transport Co-ordination Authority \(NCTTCA\)](#)), permettant ainsi aux régions enclavées d'accéder aux ports internationaux. Ces cas montrent que lorsque l'infrastructure et la gestion sont mises en place, les **voies navigables peuvent être des canaux de transport viables et rentables**. Le fleuve Congo, qui est le plus grand d'Afrique par son débit et qui traverse le cœur du continent, a peut-être le plus grand potentiel de tous, si son utilisation économique peut être optimisée. Comme l'a déclaré un responsable congolais, "Prenons soin du fleuve Congo, car notre avenir est lié à ce réseau" ([On The Congo, A Floating Marketplace For A Nation : NPR](#)).

Sources d'information

- Rapports de la Banque mondiale et de la SFI sur les infrastructures et le transport en RDC () ()
- Couloir Nord et publications NCTTCA ([Inland Waterways | The Northern Couloir Transit and Transport Co-ordination Authority \(NCTTCA\)](#)) ([Inland Waterways | The Northern Couloir Transit and Transport Co-ordination Authority \(NCTTCA\)](#))
- Reportage de la NPR sur le transport sur le fleuve Congo ([Sur le Congo, un marché flottant pour une nation : NPR](#)) ([Sur le Congo, un marché flottant pour une nation : NPR](#), [Sur le Congo, un marché flottant pour une nation : NPR](#)) ()
- Initiatives africaines de développement et données logistiques humanitaires () () ([transport Grand Kivu et Kinshasa](#))
- Études universitaires et d'ONG (AWF, UN/ECA) sur le commerce et les impacts environnementaux () ([Congo River Cargo Boat Brings Promise to Endangered Great Apes | African Wildlife Foundation](#)) ([Congo River Cargo Boat Brings Promise to Endangered Great Apes | African Wildlife Foundation.](#))
- Transport routier : documents de projet de la Banque mondiale et de la BAD, rapports de diagnostic des infrastructures africaines, annonces du Forum économique mondial/Global Gateway, et directives environnementales (WWF, NASA, Rainforest Foundation) ([Microsoft Word - SSATPWP10 - Commercializing Africa's Roads Transforming th-](#)) ([Coût des routes en Afrique](#)) ([Document de la Banque mondiale](#)) ([Document de la Banque mondiale](#)) () (RDC - [Projet de réhabilitation des routes de Nsele-Lufimi et Kwango-Kenge - Rapport d'évaluation](#)).

Ces documents fournissent des données récentes et des études de cas pertinentes pour la réhabilitation des routes en RDC et dans des contextes africains similaires.

Annexe 2 - Liste des villes et des habitants

#	Ville	Population, #	Population, % du total			
1	Kinshasa	15,500,000	61.88%	26	Maluku	57,146 0.23%
2	Kisangani	1,300,000	5.19%	27	Nobili	56,357 0.22%
3	Goma	1,050,000	4.19%	28	Kibirizi	55,029 0.22%
4	Butembo	950,000	3.79%	29	Mutwanga	54,849 0.22%
5	Beni	750,000	2.99%	30	Aketi	54,385 0.22%
6	Mbandaka	550,000	2.20%	31	Lukanga	53,857 0.22%
7	Rutshuru	457,684	1.83%	32	Inongo	49,499 0.20%
8	Lisala	246,527	0.98%	33	Bulambo	49,404 0.20%
9	Bandundu	237,048	0.95%	34	Nyamilima	47,993 0.19%
10	Buta	183,332	0.73%	35	Mabuku	47,472 0.19%
11	Oicha	163,137	0.65%	36	Likati	47,400 0.19%
12	Kyondo	135,907	0.54%	37	Lukolela	45,764 0.18%
13	Mushie	126,124	0.50%	38	Bambu	45,414 0.18%
14	Mweso	112,266	0.45%	39	Bikoro	44,199 0.18%
15	Bolobo	103,133	0.41%	40	Basoko	42,790 0.17%
16	Kasindi	99,760	0.40%	41	Vuyinga	42,766 0.17%
17	Mangina	97,264	0.39%	42	Budjala	42,401 0.17%
18	Kitchanga	97,191	0.39%	43	Eringeti	42,357 0.17%
19	Yata	96,837	0.39%	44	Ngeleza	41,243 0.16%
20	Nyanzale	86,506	0.35%	45	Kirumba	41,133 0.16%
21	Binga	66,331	0.26%	46	Musienene	40,626 0.16%
22	Kanyabayonga	62,633	0.25%	47	Aloya	39,619 0.16%
23	Yumbi	59,821	0.24%	48	Makanza	38,354 0.15%
24	Malambo	58,730	0.23%	49	Lubero	37,827 0.15%
25	Basankusu	58,193	0.23%	50	Bafwasende	36,205 0.14%

Annexe 2 - Liste des villes et des habitants

#	Ville	Population, #	Population, % du total
51	Bunagana	34,166	0.14%
52	Kasseghe	33,533	0.13%
53	Manguredjipa	32,368	0.13%
54	Kisaro	32,035	0.13%
55	Kwamouth	31,253	0.12%
56	Mambasa	30,524	0.12%
57	Komanda	29,383	0.12%
58	Mbau	29,347	0.12%
59	Bwasinge	29,248	0.12%
60	Banalia	29,129	0.12%
61	Kinyatsi	28,927	0.12%
62	Kinyandoni	28,132	0.11%
63	Zacharia	27,661	0.11%
64	Menkao	27,355	0.11%
65	NSele	26,214	0.10%
66	Dongo-Moke	26,128	0.10%
67	Bingi	25,505	0.10%
68	Manduli	23,730	0.09%
69	Mavivi	23,414	0.09%
70	Saha	22,614	0.09%
71	Mayimoya	22,460	0.09%
72	Biakato	21,680	0.09%
73	Kipese	21,194	0.08%
74	Kitsambiro	20,970	0.08%
75	Isangi	20,634	0.08%
76	Ngongo-Basengele	19,648	0.08%
77	Kimpoko	19,580	0.08%
78	Djolu	19,362	0.08%
79	Ishasha	19,018	0.08%
80	Shinda	18,769	0.07%
81	Rumangabo	16,975	0.07%
82	Kayna	16,818	0.07%
83	Yandongi	16,037	0.06%
84	Kamango	15,836	0.06%
85	Bafwabango	15,729	0.06%
86	Mohangi	14,725	0.06%
87	Mongama	14,458	0.06%
88	Mbunia	14,160	0.06%
89	Nia-Nia	14,113	0.06%
90	Rubingo	14,074	0.06%
91	Lgalika	14,022	0.06%
92	Hibumba	13,926	0.06%
93	Panga	13,896	0.06%
94	Kabasha	13,876	0.06%
95	Kiseguro	13,209	0.05%
96	Kabaya	12,836	0.05%
97	Kotili	12,408	0.05%
98	Titulé	12,049	0.05%
99	Buyinga	12,042	0.05%
100	Lebia	11,929	0.05%

Annexe 2 - Liste des villes et des habitants

#	Ville	Population, #	Population, % du total
101	Lobango	11,803	0.05%
102	Kimbulu	11,449	0.05%
103	Dulia	11,164	0.04%
104	Miriki	10,355	0.04%
105	Kabizo	10,163	0.04%
106	Mandumbi	10,062	0.04%
107	Musingiri	10,050	0.04%
108	Biambe	9,775	0.04%
109	Ubundu	9,652	0.04%
110	Kikuvo	9,068	0.04%
111	Mokandayeka	8,439	0.03%
112	Kyavinyonge	6,931	0.03%
113	Aliafu	6,923	0.03%
114	Ntandembelo	6,468	0.03%
115	Kamande	6,445	0.03%
116	Vitshumbi	6,339	0.03%
117	Luofu	6,080	0.02%
118	Opienge	5,709	0.02%
119	Mambelenga	5,498	0.02%
120	Masina	5,191	0.02%
121	Mbwavinwa	4,709	0.02%
122	Ikengo	4,681	0.02%
123	Yindi	2,452	0.01%
124	Bingo	2,243	0.01%
125	Mbankana	2,042	0.01%
126	Bafwambaya	1,635	0.01%
127	Buhoyo	1,398	0.01%
128	Badengayido	1,391	0.01%
129	Bomongo	853	0.00%

Appendix 3 – Results per city for their respective electrification based on solar technology

#	Ville	Connexions possibles	Revenus potentiels total (TVAc), \$	Capacité installée, kWp	Batteries installées, kWh	CAPEX, \$	OPEX (taxes), \$	(hors Taxes (TVAc), \$	Profit, \$
1	Kinshasa	1,550,000	1,293,072,000	4,637,260	18,549,041	1,162,500,000	193,750,000	323,268,000	717,929,000
2	Kisangani	130,000	36,862,800	105,567	422,268	130,000,000	12,350,000	9,215,700	8,797,100
3	Goma	105,000	29,773,800	85,266	341,063	105,000,000	9,975,000	7,443,450	7,105,350
4	Butembo	95,000	26,938,200	77,145	308,581	95,000,000	9,025,000	6,734,550	6,428,650
5	Beni	75,000	21,267,000	60,904	243,616	75,000,000	7,125,000	5,316,750	5,075,250
6	Mbandaka	55,000	15,595,800	44,663	178,652	55,000,000	5,225,000	3,898,950	3,721,850
7	Rutshuru	45,768	10,520,599	14,968	59,873	68,652,600	4,119,156	2,630,150	338,663
8	Lisala	24,653	5,666,818	8,062	32,250	36,979,050	2,218,743	1,416,704	182,418
9	Bandundu	23,705	5,448,928	7,752	31,010	35,557,200	2,133,432	1,362,232	175,404
10	Buta	18,333	4,214,179	5,996	23,983	27,499,800	1,649,988	1,053,545	135,657
11	Oicha	16,314	3,749,965	5,335	21,341	24,470,550	1,468,233	937,491	120,713
12	Kyondo	13,591	3,124,040	4,445	17,779	20,386,050	1,223,163	781,010	100,564
13	Mushie	12,612	2,899,162	4,125	16,499	18,918,600	1,135,116	724,790	93,325
14	Mweso	11,227	2,580,614	3,672	14,686	16,839,900	1,010,394	645,153	83,071
15	Bolobo	10,313	2,370,677	3,373	13,491	15,469,950	928,197	592,669	76,313
16	Kasindi	9,976	2,293,143	3,263	13,050	14,964,000	897,840	573,286	73,817
17	Mangina	9,726	2,235,769	3,181	12,724	14,589,600	875,376	558,942	71,970
18	Kitchanga	9,719	2,234,091	3,179	12,714	14,578,650	874,719	558,523	71,916
19	Yata	9,684	2,225,953	3,167	12,668	14,525,550	871,533	556,488	71,655
20	Nyanzale	8,651	1,988,479	2,829	11,316	12,975,900	778,554	497,120	64,010
21	Binga	6,633	1,524,724	2,169	8,677	9,949,650	596,979	381,181	49,082
22	Kanyabayonga	6,263	1,439,720	2,048	8,193	9,394,950	563,697	359,930	46,345
23	Yumbi	5,982	1,375,081	1,956	7,826	8,973,150	538,389	343,770	44,265
24	Malambo	5,873	1,350,003	1,921	7,683	8,809,500	528,570	337,501	43,457
25	Basankusu	5,819	1,337,659	1,903	7,613	8,728,950	523,737	334,415	43,060
26	Maluku	5,715	1,313,592	1,869	7,476	8,571,900	514,314	328,398	42,285
27	Nobili	5,636	1,295,456	1,843	7,372	8,453,550	507,213	323,864	41,701
28	Kibirizi	5,503	1,264,930	1,800	7,199	8,254,350	495,261	316,232	40,719
29	Mutwanga	5,485	1,260,792	1,794	7,175	8,227,350	493,641	315,198	40,586
30	Aketi	5,439	1,250,126	1,779	7,114	8,157,750	489,465	312,532	40,242
31	Lukanga	5,386	1,237,989	1,761	7,045	8,078,550	484,713	309,497	39,851
32	Inongo	4,950	748,425	895	3,580	4,949,900	371,243	187,106	57,419
33	Bulambo	4,940	746,988	893	3,573	4,940,400	370,530	186,747	57,309
34	Nyamitima	4,799	725,654	868	3,471	4,799,300	359,948	181,414	55,672
35	Mabuku	4,747	717,777	858	3,434	4,747,200	356,040	179,444	55,068
36	Likati	4,740	716,688	857	3,428	4,740,000	355,500	179,172	54,984
37	Lukolela	4,576	691,952	828	3,310	4,576,400	343,230	172,988	53,086
38	Bambu	4,541	686,660	821	3,285	4,541,400	340,605	171,665	52,680
39	Bikoro	4,420	668,289	799	3,197	4,419,900	331,493	167,072	51,271
40	Basoko	4,279	646,985	774	3,095	4,279,000	320,925	161,746	49,636
41	Vuyinga	4,277	646,622	773	3,093	4,276,600	320,745	161,655	49,609

Appendix 3 – Results per city for their respective electrification based on solar technology

#	Ville	Connexions possibles	Revenus potentiels total (TVAc), \$	Capacité installée, kWp	Batteries installées, kWh	CAPEX, \$	OPEX (taxes), \$	(hors Taxes (TVAc), \$	Profit, \$
42	Budjala	4,240	641,103	767	3,067	4,240,100	318,008	160,276	49,185
43	Eringeti	4,236	640,438	766	3,064	4,235,700	317,678	160,109	49,134
44	Ngeleza	4,124	623,594	746	2,983	4,124,300	309,323	155,899	47,842
45	Kirumba	4,113	621,931	744	2,975	4,113,300	308,498	155,483	47,714
46	Musienene	4,063	614,265	735	2,938	4,062,600	304,695	153,566	47,126
47	Aloya	3,962	599,039	716	2,866	3,961,900	297,143	149,760	45,958
48	Makanza	3,835	579,912	694	2,774	3,835,400	287,655	144,978	44,491
49	Lubero	3,783	571,944	684	2,736	3,782,700	283,703	142,986	43,879
50	Bafwasende	3,621	547,420	655	2,619	3,620,500	271,538	136,855	41,998
51	Bunagana	3,417	516,590	618	2,471	3,416,600	256,245	129,147	39,633
52	Kasseghe	3,353	507,019	606	2,425	3,353,300	251,498	126,755	38,898
53	Manguredjipa	3,237	489,404	585	2,341	3,236,800	242,760	122,351	37,547
54	Kisaro	3,204	484,369	579	2,317	3,203,500	240,263	121,092	37,161
55	Kwamouth	3,125	472,545	565	2,260	3,125,300	234,398	118,136	36,253
56	Mambasa	3,052	461,523	552	2,208	3,052,400	228,930	115,381	35,408
57	Komanda	2,938	444,271	531	2,125	2,938,300	220,373	111,068	34,084
58	Mbau	2,935	443,727	531	2,123	2,934,700	220,103	110,932	34,043
59	Bwasinge	2,925	442,230	529	2,115	2,924,800	219,360	110,557	33,928
60	Banalia	2,913	440,430	527	2,107	2,912,900	218,468	110,108	33,790
61	Kinyatsi	2,893	437,376	523	2,092	2,892,700	216,953	109,344	33,555
62	Kinyandoni	2,813	425,356	509	2,035	2,813,200	210,990	106,339	32,633
63	Zacharia	2,766	418,234	500	2,001	2,766,100	207,458	104,559	32,087
64	Menkao	2,736	413,608	495	1,979	2,735,500	205,163	103,402	31,732
65	NSele	2,621	396,356	474	1,896	2,621,400	196,605	99,089	30,408
66	Dongo-Moke	2,613	395,055	472	1,890	2,612,800	195,960	98,764	30,308
67	Bingi	2,551	385,636	461	1,845	2,550,500	191,288	96,409	29,586
68	Manduli	2,373	358,798	429	1,716	2,373,000	177,975	89,699	27,527
69	Mavivi	2,341	354,020	423	1,694	2,341,400	175,605	88,505	27,160
70	Saha	2,261	341,924	409	1,636	2,261,400	169,605	85,481	26,232
71	Mayimoya	2,246	339,595	406	1,625	2,246,000	168,450	84,899	26,054
72	Biakato	2,168	327,802	392	1,568	2,168,000	162,600	81,950	25,149
73	Kipese	2,119	320,453	383	1,533	2,119,400	158,955	80,113	24,585
74	Kitsambiro	2,097	317,066	379	1,517	2,097,000	157,275	79,267	24,325
75	Isangi	2,063	311,986	373	1,492	2,063,400	154,755	77,997	23,935
76	Ngongo-Basengele	1,965	297,078	355	1,421	1,964,800	147,360	74,269	22,792
77	Kimpoko	1,958	296,050	354	1,416	1,958,000	146,850	74,012	22,713
78	Djolu	1,936	292,753	350	1,400	1,936,200	145,215	73,188	22,460
79	Ishasha	1,902	287,552	344	1,376	1,901,800	142,635	71,888	22,061
80	Shinda	1,877	283,787	339	1,358	1,876,900	140,768	70,947	21,772
81	Rumangabo	1,698	256,662	307	1,228	1,697,500	127,313	64,166	19,691
82	Kayna	1,682	254,288	304	1,216	1,681,800	126,135	63,572	19,509

Annexe 3 - Résultats par ville pour leur électrification respective basée sur la technologie solaire

#	Ville	Connexions possibles	Revenus potentiels totaux (TVAc), \$	Capacité installée, kWp	Batteries installées, kWh	CAPEX, EN \$	OPEX (hors taxes), en dollars	Impôts (TVAc), en \$	et taxes	Bénéfice, \$
83	Yandongi	1,604	242,479	290	1,160	1,603,700	120,278	60,620	-	18,603
84	Kamango	1,584	239,440	286	1,145	1,583,600	118,770	59,860	-	18,370
85	Bafwabango	1,573	237,822	284	1,138	1,572,900	117,968	59,456	-	18,246
86	Mohangi	1,473	222,642	266	1,065	1,472,500	110,438	55,661	-	17,081
87	Mongama	1,446	218,605	261	1,046	1,445,800	108,435	54,651	-	16,771
88	Mbunia	1,416	214,099	256	1,024	1,416,000	106,200	53,525	-	16,426
89	Nia-Nia	1,411	213,389	255	1,021	1,411,300	105,848	53,347	-	16,371
90	Rubingo	1,407	212,799	254	1,018	1,407,400	105,555	53,200	-	16,326
91	Lgalika	1,402	212,013	254	1,014	1,402,200	105,165	53,003	-	16,266
92	Hibumba	1,393	210,561	252	1,007	1,392,600	104,445	52,640	-	16,154
93	Panga	1,390	210,108	251	1,005	1,389,600	104,220	52,527	-	16,119
94	Kabasha	1,388	209,805	251	1,004	1,387,600	104,070	52,451	-	16,096
95	Kiseguro	1,321	199,720	239	955	1,320,900	99,068	49,930	-	15,322
96	Kabaya	1,284	194,080	232	928	1,283,600	96,270	48,520	-	14,890
97	Kotili	1,241	187,609	224	897	1,240,800	93,060	46,902	-	14,393
98	Titulé	1,205	182,181	218	871	1,204,900	90,368	45,545	-	13,977
99	Buyinga	1,204	182,075	218	871	1,204,200	90,315	45,519	-	13,969
100	Lebia	1,193	180,366	216	863	1,192,900	89,468	45,092	-	13,838
101	Lobango	1,180	178,461	213	854	1,180,300	88,523	44,615	-	13,691
102	Kimbutu	1,145	173,109	207	828	1,144,900	85,868	43,277	-	13,281
103	Dulia	1,116	168,800	202	807	1,116,400	83,730	42,200	-	12,950
104	Miriki	1,036	156,568	187	749	1,035,500	77,663	39,142	-	12,012
105	Kabizo	1,016	153,665	184	735	1,016,300	76,223	38,416	-	11,789
106	Mandumbi	1,006	152,137	182	728	1,006,200	75,465	38,034	-	11,672
107	Musingiri	1,005	151,956	182	727	1,005,000	75,375	37,989	-	11,658
108	Biambe	978	147,798	177	707	977,500	73,313	36,950	-	11,339
109	Ubundu	965	145,938	175	698	965,200	72,390	36,485	-	11,196
110	Kikuvo	907	137,108	164	656	906,800	68,010	34,277	-	10,519
111	Mokandayeka	844	127,598	153	610	843,900	63,293	31,899	-	9,789
112	Kyavinyonge	693	104,797	125	501	693,100	51,983	26,199	-	8,040
113	Aliafu	692	104,676	125	501	692,300	51,923	26,169	-	8,031
114	Ntandembelo	647	97,796	117	468	646,800	48,510	24,449	-	7,503
115	Kamande	645	97,448	117	466	644,500	48,338	24,362	-	7,476
116	Vitshumbi	634	95,846	115	458	633,900	47,543	23,961	-	7,353
117	Luofu	608	91,930	110	440	608,000	45,600	22,982	-	7,053
118	Opienge	571	86,320	103	413	570,900	42,818	21,580	-	6,622
119	Mambelenga	550	83,130	99	398	549,800	41,235	20,782	-	6,378
120	Masina	519	78,488	94	375	519,100	38,933	19,622	-	6,022
121	Mbwavinwa	471	71,200	85	341	470,900	35,318	17,800	-	5,462
122	Ikengo	468	70,777	85	339	468,100	35,108	17,694	-	5,430
123	Yindi	245	37,074	44	177	245,200	18,390	9,269	-	2,844
124	Bingo	224	33,914	41	162	224,300	16,823	8,479	-	2,602

Annexe 3 - Résultats par ville pour leur électrification respective basée sur la technologie solaire

#	Ville	Connexions possibles	Revenus potentiels totaux (TVAc), \$	Capacité installée, kWp	Batteries installées, kWh	CAPEX, EN \$	OPEX (hors taxes), en dollars	Impôts (TVAc), en \$	et taxes	Bénéfice, \$
124	Bingo	224	33,914	41	162	224,300	16,823	8,479	-	2,602
125	Mbankana	204	30,875	37	148	204,200	15,315	7,719	-	2,369
126	Bafwambaya	164	24,721	30	118	163,500	12,263	6,180	-	1,897
127	Buhoyo	140	21,138	25	101	139,800	10,485	5,284	-	1,622
128	Badengayido	139	21,032	25	101	139,100	10,433	5,258	-	1,614
129	Bomongo	85	12,897	15	62	85,300	6,398	3,224	-	989

Annexe 4 - Méthodologie et hypothèses clés pour la section électricité

Centres urbains

Pour identifier et caractériser les centres urbains au sein du Couloir Vert Kivu-Kinshasa, cette étude s'appuie sur le jeu de données **GRID3 COD - Settlement Extents v3.1**, développé par le CIESIN à l'Université de Columbia. Ce jeu de données géospatiales offre une cartographie harmonisée à haute résolution des établissements humains à travers la République démocratique du Congo (RDC), basée sur une combinaison de onze sources de données, y compris l'imagerie satellite, les empreintes de bâtiments et les points d'intérêt collectés sur le terrain. Les zones d'habitation sont représentées à la fois sous forme de polygones et de centroïdes de cellules de grille de 100 mètres, chacune enrichie d'attributs tels que le nombre de bâtiments, la superficie des bâtiments et une probabilité modélisée de présence de l'habitation. Dans le cadre de cette étude, les établissements sont classés en zones bâties, petits établissements et hameaux, ce qui permet d'extraire toutes les zones urbaines de plus de 5 000 habitants. L'alignement des données sur la grille de population de WorldPop facilite également l'intégration avec les analyses démographiques et de prestation de services. La version utilisée (v3.1, publiée en juillet 2024) reflète une précision accrue grâce à des estimations améliorées des zones bâties et à une classification par apprentissage automatique permettant de distinguer les véritables établissements des faux positifs, en particulier dans les zones rurales.

Pour chaque centre urbain, plusieurs indicateurs ont été développés afin d'évaluer leur dynamisme économique, leur densité de population et leur attractivité socio-économique.

Score de densité de construction et de population (*score_pop_built_density*)

Cet indicateur mesure la relation entre la densité de construction et la densité de population, en tenant compte de la superficie du centre urbain. Le calcul est construit comme suit

$$\begin{aligned} \text{score_pop_built_density} &= \frac{\frac{\text{Total area of buildings}}{\text{number of buildings}}}{\frac{\text{population}}{\text{number of buildings}} + \text{population density}} / \text{urban center area} \\ &= \frac{\frac{\text{building}_a}{\text{building}_c}}{\frac{\text{population}_{(2025)}}{\text{building}_c} + \text{population density}} / \text{area_km}^2 \end{aligned}$$

Où

Building_a est la surface totale des bâtiments (ce champ est automatiquement présent dans le fichier des centres urbains).

Building_c est le nombre de bâtiments (ce champ est automatiquement présent dans le fichier des centres-villes).

$\frac{\text{Building}_a}{\text{Building}_c}$ est la surface moyenne des bâtiments, un indicateur de la taille des logements. Nombre moyen d'habitants par bâtiment, représentant la densité.

donne la population par centre urbain selon la base de données GHS-POP R2023A - GHS population grid multitemporal (1975-2030) pour 2025.¹³

représente la densité de population du SGH en hab/km². area_km^2 donne la superficie en km² par centre urbain.

L'interprétation de l'indicateur indique

- Un score élevé signifie des bâtiments plus spacieux et une densité de population plus faible, généralement associés à un pouvoir d'achat plus élevé.
- Un score faible indique une forte concentration de la population dans des bâtiments plus petits, reflétant une plus grande pression économique.

Score de densité commerciale (*score_commerce*)

Cet indicateur reflète la densité des commerces dans chaque centre urbain. Les données proviennent de la base de données Open Street Map (OSM) en utilisant les entités "shop".

$$\text{score_commerce} = \frac{\text{Total number of shops}}{\text{area of the urban centre}}$$

L'interprétation de l'indicateur indique

- Une valeur élevée indique une forte activité commerciale et un dynamisme économique.
- Une valeur faible indique une présence commerciale plus limitée.

Score de densité des services publics (*score_services*)

Cet indicateur mesure l'accessibilité aux services publics tels que les écoles, les hôpitaux et les banques. Les données proviennent de la base de données OSM en utilisant les entités "amenity".

$$\text{score_services} = \frac{\text{total number of public services}}{\text{area of the urban centre}}$$

L'interprétation de l'indicateur indique

- Un score élevé signifie un bon accès aux services publics.
- Une valeur faible indique un manque d'infrastructures essentielles.

Attractivité touristique (*score_tourisme*)

Cet indicateur mesure la densité des infrastructures touristiques dans chaque centre urbain. Les données proviennent de la base de données OSM en utilisant les entités "tourisme".

$$\text{scores_tourism} = \frac{\text{total number of touristic infrastructures}}{\text{area of the urban centre}}$$

L'interprétation de l'indicateur indique

- Ce score élevé reflète le fort potentiel touristique de la région, qui dispose d'une gamme bien développée d'infrastructures touristiques.

¹³ <https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/2ff68a52-5b5b-4a22-8f40-c41da8332cfe>

- Un score faible indique un attrait plus limité pour les touristes.

Pouvoir d'achat (score_achat)

Ce score agrège plusieurs facteurs par pondération afin d'estimer le pouvoir d'achat dans chaque centre urbain.

$$\text{score_achat} = (0,3 * \text{score_commerce}) + (0,4 * \text{score_services}) + (0,4 * \text{score_tourism})$$

L'interprétation de l'indicateur indique

- Une valeur plus élevée est synonyme d'achats plus importants et de qualité de vie.
- Une valeur faible reflète une plus grande pression économique et un accès réduit aux infrastructures commerciales et de services.

Score de pouvoir d'achat normalisé (score_achat_norm)

Cet indicateur est une version standardisée du score_achat, permettant de comparer les centres urbains sur une échelle de 0 à 1.

$$\text{score_achat_norm} = \frac{\text{score_achat} - \min(\text{score_achat})}{\text{area of the urban centre}}$$

L'interprétation de l'indicateur indique

- Une valeur proche de 1 indique un centre urbain présentant les meilleures conditions économiques et de service.
- Une valeur proche de 0 indique les zones où les conditions sont les moins favorables.

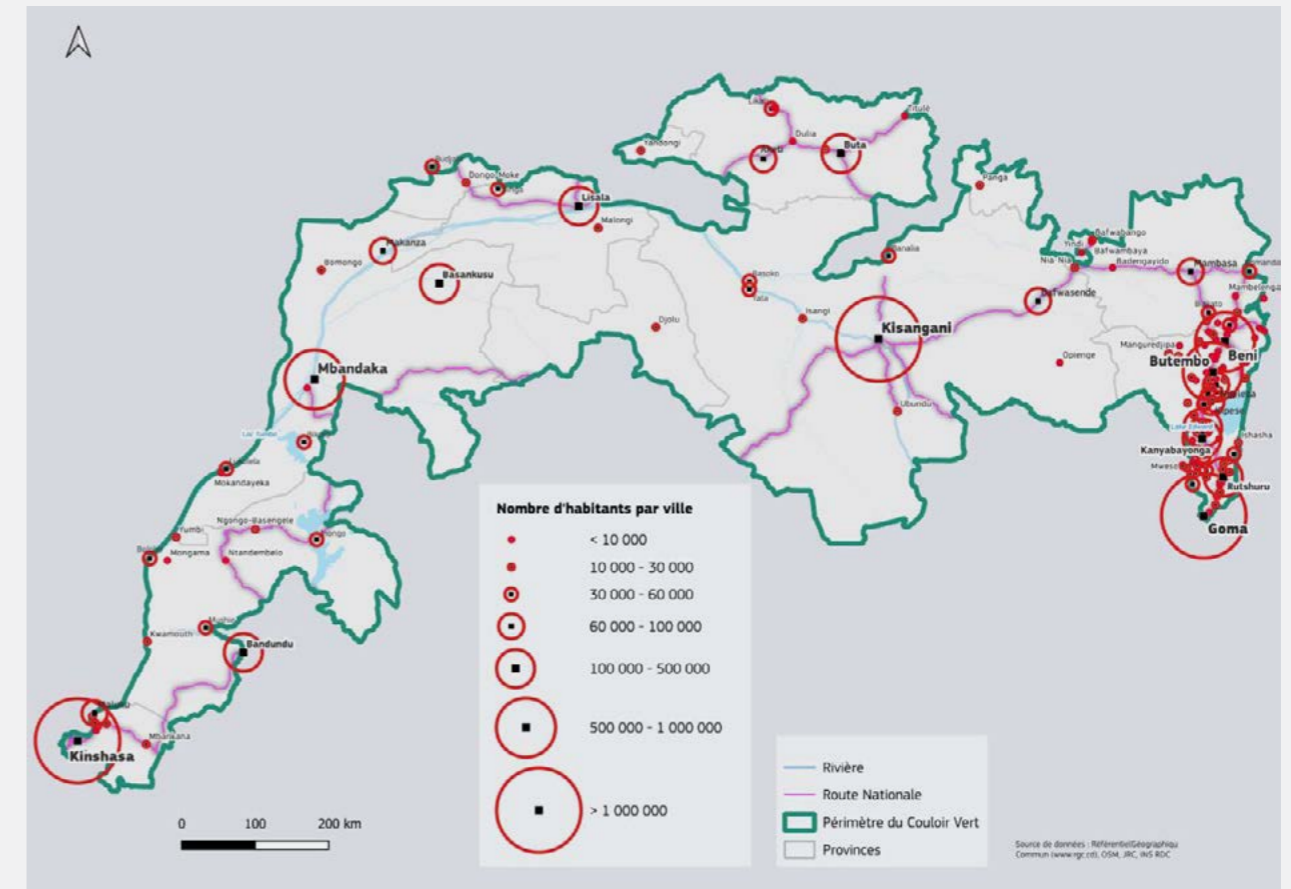


Figure xx : centres urbains dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa

Catégories de villes et de villages

Quatre catégories de villes ont été définies. Ces quatre catégories ont des économies unitaires différentes pour des paramètres clés tels que la demande d'énergie par habitant, le tarif par kWh, les dépenses d'investissement et les dépenses d'exploitation par connexion.

- Capitale (Kinshasa)
- Grande ville (Kisangani, Goma, Butembo, Beni, Mbandaka) : avec une population supérieure à 500 000 habitants.
- Ville : avec une population de plus de 50 000 habitants
- Villages : avec une population inférieure à 50 000 habitants

Demande d'énergie

La demande d'énergie a été estimée en modélisant la demande pour trois catégories de clients :

1. Ménages
2. PME
3. Industries et autres installations (par exemple, soins de santé)

Les hypothèses suivantes ont été utilisées en utilisant les données historiques de Virunga Energies, basées sur son expérience dans différents types de villes (Goma, villages ruraux, villes périurbaines) et des interpolations lorsque cela était nécessaire.

Ménages

Pour chaque entité, on a supposé que 70 % du centre urbain serait raccordé au réseau, et que chaque ménage, équivalant à un raccordement, représente 7 habitants. Une liste complète des entités (villes) est disponible à l'annexe 2, ainsi que le nombre d'habitants correspondant.

La demande d'énergie est exprimée en kWh/an par connexion (un ménage). Les tarifs ont été fixés de manière à refléter le coût plus élevé (ou plus bas) du service aux clients et de l'entretien du réseau.

Demand - households	kWh / year	\$/kWh	\$/year
Capital	2400	0.20	480
Large city	672	0.25	168
City	300	0.50	150
Village	144	0.60	86

PME

Le nombre de PME et la demande en kWh par an et par PME ont été estimés sur la base d'un pourcentage de connexions et reflètent les données historiques de Virunga Energies.

Les tarifs fixés pour les PME sont plus bas afin de garantir leur compétitivité par rapport aux autres sources d'énergie.

Demand - SMEs	% SMEs	kWh / year	\$/kWh	\$/year
Capital	5%	19200	0.18	3456
Large city	5%	4800	0.23	1080
City	8%	1440	0.45	648
Village	10%	960	0.54	518

Industrie et autres utilisations

Un facteur général et fourre-tout a été défini pour estimer la demande des industriels et des autres installations (généralement les centres de soins de santé et les administrations publiques), car il s'agit de la catégorie de clients la plus difficile à estimer, compte tenu de leur nombre relativement limité.

Le facteur augmente avec les catégories de villes pour refléter la présence probable de grandes industries contribuant à une plus grande part de la demande d'électricité dans les centres urbains fortement urbanisés et denses.

Demand - industrials	Factor	kWh / year	\$/kWh	\$/year
Capital	30%	6480	0.18	1166
Large city	30%	1642	0.225	369
City	15%	261	0.45	117
Village	10%	110.4	0.54	60

Capacité installée

Les grandes villes et la capitale mises à part, qui ont été modélisées individuellement, la capacité installée a été estimée en comparant la demande d'énergie avec le potentiel d'énergie solaire à travers le Couloir Vert. Les paramètres clés suivants ont été pris en compte :

1. kWh générés par jour par kWp de panneau solaire : 4 kWh / kWp (les données historiques, y compris celles du Centre commun de recherche de l'UE¹⁴, indiquent ~4,2 - 4,5 kWh / kWp).
2. kWh de batteries pour chaque kWp de panneau solaire : 4 kWh de batteries / kWp de capacité installée. Ce ratio a été estimé sur la base des données historiques d'irradiation du Centre commun de recherche et repose sur les hypothèses suivantes.
 - a. Les batteries ont été dimensionnées pour fournir de l'énergie pendant le mois le plus défavorable en termes de production d'énergie solaire (vers juin/juillet), mais n'ont pas tenu compte des périodes sans soleil pendant plusieurs jours au cours d'un mois.
 - b. La demande d'énergie a suivi une courbe similaire tout au long de la journée, comme l'a observé Virunga Energies.

¹⁴ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en

Hour of day	Demand, in % of peak
1	51%
2	50%
3	50%
4	50%
5	54%
6	54%
7	59%
8	70%
9	78%
10	81%
11	84%
12	82%
13	78%
14	80%
15	83%
16	81%
17	77%
18	88%
19	99%
20	91%
21	84%
22	75%
23	69%
24	61%

CAPEX, OPEX, amortissements et impôts

Les dépenses d'investissement pour les grandes villes et la capitale ont été estimées individuellement soit par des sources externes réputées (par exemple, la Banque mondiale), soit sur la base d'une modélisation interne.

Pour les villes et les villages qui dépendent des fermes solaires, un facteur CAPEX et OPEX par connexion a été utilisé sur la base des données de la Banque mondiale.

Les impôts, y compris la TVA, ont été estimés à 25 % des recettes. Un facteur d'amortissement de 20 ans a été supposé (très probablement légèrement pessimiste pour les centrales hydroélectriques et légèrement optimiste pour les fermes solaires).

Cost per connection	CAPEX	Yearly OPEX	Taxes, % revenue	Amortization, in years
Capital			25%	20
Large city			25%	20
City	1500	90	25%	20
Village	1000	75	25%	20

Les dépenses d'investissement par connexion plus faibles pour les villages reflètent la demande d'énergie plus faible dans ces villages que dans les villes. Le même raisonnement s'applique aux OPEX (réduction des OPEX pour la maintenance, étant donné la plus faible capacité installée par habitant).

Annexe 5 - Estimation des surfaces cultivées dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa

Dans cette note, nous présentons **la méthodologie détaillée** utilisée pour estimer les surfaces cultivées par culture dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa, puis les **résultats par culture** accompagnés d'analyses historiques et géographiques, avant de conclure par une synthèse chiffrée, les limites de l'exercice et les perspectives d'amélioration future.

L'objectif de cette section est de fournir une estimation *approximative mais raisonnée* de la superficie totale cultivée pour chaque type de culture le long du Couloir. Deux méthodologies d'estimation de la production et de la superficie cultivée ont été subdivisées et distinguées pour les cultures vivrières et commerciales en fonction de la disponibilité des données, de l'étendue des cultures, des pratiques (intensives ou extensives) et d'autres critères de classification.

Sources de données utilisées

Plusieurs types de données ont été utilisés :

- **Statistiques agricoles officielles (INS et Ministère de l'Agriculture)** : Nous avons utilisé les données provinciales de production et de superficie par culture publiées par l'Institut national de la statistique (INS) et les services agricoles (rapports annuels, enquêtes agricoles). Ces données constituent une base officielle couvrant l'ensemble du territoire.

Avantages : ils fournissent un ordre de grandeur global et une ventilation par province pour de nombreuses cultures vivrières et commerciales.

Limites : elles peuvent être datées (certaines séries remontent aux années 2010), incomplètes ou sous-estimées en raison des conflits (collecte interrompue dans certaines zones) et de la prédominance de l'agriculture informelle non enregistrée. Par exemple, les chiffres officiels font état de ~29 000 tonnes de café et ~3 600 tonnes de cacao en 2018 pour l'ensemble du pays, alors que les sources de terrain suggèrent une production réelle bien plus importante une fois les filières informelles prises en compte. Il a donc souvent été nécessaire d'ajuster ces données brutes.

- **Données d'exportation (OCC)** : Les rapports de l'Office Congolais de Contrôle et des Douanes ont été consultés pour déterminer les quantités de produits de rente exportés (notamment le café, le cacao, le caoutchouc et l'huile de palme).

Avantages : ces données sont généralement fiables pour identifier les productions destinées aux marchés extérieurs, et donc pour localiser les bassins de production excédentaires (par exemple, les tonnages de café exportés via l'Ouganda ou le Rwanda à l'est, de cacao via l'Ituri, etc.)

Limites : elles ne reflètent que la part formelle et exportée, omettant la consommation locale ou les exportations en contrebande. Dans le Couloir Vert, de nombreux produits circulent de manière non officielle (café et cacao traversant les frontières régionales sans contrôle, huile de palme artisanale consommée localement, etc.), ce qui signifie que les informations de l'OCC doivent être complétées par d'autres sources.

- **Inventaires des plantations par GPS** : Des données géolocalisées ont été collectées pour les grandes plantations et les périmètres agricoles structurés. Cela inclut, entre autres, les *concessions agro-industrielles historiques* (par exemple, les plantations de palmiers à huile de PHC à Yaligimba, Lokutu, Boteka) et certains projets récents (par exemple, les plantations de cacao dans le **secteur de Watalinga** au Nord-Kivu, des milliers (2000+) de palmeraies villageoises autour du Parc des Virunga, les hévéas de l'ancienne Socfin). Ces localisations GPS ont permis de créer des *couches SIG* précises de polygones de plantations.

Avantages : on obtient une mesure directe des surfaces des exploitations concernées et leur localisation exacte par rapport au périmètre du Couloir Vert.

Limites : ces enquêtes ne couvrent qu'une partie du paysage - principalement les cultures commerciales organisées - et ignorent les petites exploitations agricoles dispersées. En outre, certaines de ces données datent de plusieurs années et peuvent ne pas refléter l'expansion récente (ou l'abandon éventuel) des plantations.

- **Cartes de l'occupation des sols et données satellitaires** : Nous avons utilisé des cartes d'occupation du sol à haute résolution (images Sentinel-2 à 10 m, Landsat à 30 m, etc.) et des classifications existantes produites par des institutions spécialisées (telles que l'**ESA Climate Change Initiative Land Cover**, les cartes du **projet CAFI/EU** pour la RDC, ou les données du **GLAD (Global Land Analysis & Discovery** de l'Université du Maryland, et les **cartes d'occupation du sol des points chauds de Copernicus** sur les paysages de Yangambi et Virunga). Ces cartes fournissent des informations sur les zones agricoles en

distinguant, par exemple, les terres cultivées ou en jachère des zones forestières, des savanes, de l'eau, etc.

Avantages : les données satellitaires couvrent l'ensemble du Couloir Vert, y compris les zones difficiles d'accès au sol, et fournissent une vision *actualisée* (les images de 2020-2023 ont été analysées) de l'étendue des terres agricoles. Il est ainsi possible d'estimer la surface agricole totale du Couloir.

Limites : les images satellites ne permettent pas d'identifier facilement des cultures spécifiques - la plupart des classifications distinguent l'*agriculture en général* sans différencier le manioc du maïs, ou les palmiers de la forêt de régénération. De plus, la couverture nuageuse fréquente dans le bassin du Congo complique l'observation optique, nécessitant parfois l'utilisation de données radar (Sentinel-1) pour détecter les structures de plantation (alignements de palmiers, etc.). Enfin, les mosaïques agroforestières (ex. cacao sous couvert forestier) peuvent être confondues avec la forêt naturelle sur les images, ce qui nécessite un recoupement avec les données de terrain.

- **Rapports et études spécialisées** : Nous avons intégré des informations provenant de diverses études techniques (FAO, Banque mondiale, USAID, ONG locales, etc.) traitant de cultures spécifiques en RDC. Par exemple, une étude de l'**ONU DI (2019)** sur la filière cacao dans le Sud Ubangi, des rapports de l'**ICCO** et de l'**ONAPAC** sur le café, ou encore des notes de la **FAO** sur le manioc et le riz.

Avantages : ces documents fournissent souvent des données spécifiques précieuses (rendements observés, densité de plantation, taux d'adoption de cultures améliorées) ainsi que le *contexte historique* et la dynamique (croissance ou déclin d'une culture particulière dans une province particulière).

Limites : elles peuvent ne couvrir qu'une zone limitée ou un échantillon, et leur mise à jour peut varier. Néanmoins, elles ont permis de définir certains **paramètres clés** (par exemple, le rendement moyen de cacao par hectare dans les systèmes des petits exploitants, la part de la production de café arabica effectivement commercialisée, etc.).

En combinant ces sources, nous avons constitué une base de données consolidée par *province* et par *culture*, qui sert de point de départ à l'estimation dans le Couloir Vert.

Estimation de la superficie cultivée dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa

L'approche adoptée est basée sur le croisement de plusieurs sources cartographiques d'occupation des sols, afin d'identifier les terres cultivées au sein du Couloir Vert Kivu-Kinshasa (une aire protégée communautaire d'environ 544 000 km² reliant l'est à l'ouest de la RDC).

Les données utilisées comprennent la carte mondiale ESA-CCI (Climate Change Initiative) à une résolution de ~300 m, qui classe la surface terrestre mondiale en 22 catégories d'utilisation des terres (y compris les zones agricoles), la carte de l'occupation des sols de la RDC produite par Verhegghen et al. (début des années 2010) offrant une typologie détaillée de la végétation en ~20 classes à ~300 m de résolution, ainsi que les cartes à haute résolution du programme Copernicus

Hotspot pour deux paysages clés du Couloir Vert : le Grand Virunga (environ 39 000 km² cartographiés en 2015 avec un niveau de détail allant de 8 à 32 classes selon la nomenclature, sur la base d'images satellites à haute résolution validées indépendamment) et le paysage de Yangambi (≈7 300 km² cartographiés en 2016 sur la même base méthodologique).

Ces différentes couches d'information ont été intégrées dans un système d'information géographique (SIG) pour être combinées dans l'espace. Concrètement, chaque jeu de données a été reprojété dans le même système de coordonnées, puis découpé selon le périmètre officiel du Couloir Vert afin de ne conserver que les données situées à l'intérieur de cette emprise. Les classes d'occupation du sol ont été harmonisées en regroupant toutes celles relatives à l'agriculture (e.g. terres arables, cultures en mosaïque, jachères, plantations, etc. Une résolution d'analyse commune d'environ 100 m a été adoptée afin d'agrèger les données à fine échelle avec les données à plus faible résolution. Tous les pixels/polygones ainsi identifiés comme agricoles, à partir de l'une ou l'autre de ces sources, ont ensuite été fusionnés pour estimer la surface agricole totale au sein du Couloir Vert (en additionnant les surfaces individuelles), qui est d'**environ 3 millions d'hectares**.

Enfin, il convient de souligner que cette estimation repose sur des données hétérogènes en termes de date et de précision : les cartes utilisées correspondent à des années différentes (entre ~2019 et 2023 selon les sources) et ont des résolutions variables (de 10-20 m pour les données locales à 300 m pour les données globales), ce qui peut introduire des incertitudes dans la détection des petites parcelles agricoles et la comparabilité des classifications. Néanmoins, le croisement de multiples sources complémentaires permet de renforcer la fiabilité du résultat en compensant partiellement les limites de chacune d'entre elles.

Estimation de la superficie des cultures de rente dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa

L'objectif de la méthode mise en œuvre ici, à partir des données disponibles auprès de la Fondation Virunga et de la province du Nord-Kivu, est de fournir une estimation *approximative mais raisonnée* de la surface totale cultivée pour chaque produit (cacao, palmier à huile, hévéa, café) le long du Couloir, au-delà de la zone entourant immédiatement le parc national des Virunga. L'objectif est d'indiquer des ordres de grandeur étayés par les données et la littérature disponibles, tout en soulignant les incertitudes.

Méthode d'estimation dans le Nord-Kivu

La province du Nord-Kivu concentre une part importante des activités économiques du Couloir Vert autour des chaînes de valeur des cultures de rente sélectionnées. Des données pertinentes et actualisées ont été collectées pour développer une méthodologie robuste à mettre à l'échelle de l'ensemble du Couloir Kivu-Kinshasa. Les étapes successives impliquent

1. Analyse locale (parc national des Virunga et zone tampon de 50 km) - échantillon de référence :

En utilisant la carte de l'utilisation des terres autour des Virunga, identifier la **surface agricole totale** dans cette zone tampon et la proportion correspondant aux cultures pérennes ligneuses (cacao,

café, palmier, caoutchouc) par rapport aux cultures herbacées annuelles. Les points GPS des **plantations de cacao et de palmiers** seront croisés avec cette carte afin de vérifier à quelles classes de couverture ils correspondent (ils devraient se situer dans les zones de cultures 'ligneuses' ou agroforestières) et d'effectuer un contrôle de qualité et une validation des données. Cela permettra également de **calibrer la densité de** certaines cultures commerciales dans une région donnée.

2. Identification des cultures représentées : Toujours dans la zone des Virunga - utiliser les fichiers de forme :

Cacao_Watalinga : recensement des producteurs de cacao dans le secteur de Watalinga (Nord Kivu). A titre d'exemple, ce fichier comprend plus de **1100 plantations de cacao géoréférencées**, souvent de petite taille (de l'ordre de 0,5 à 2 hectares par plantation individuelle selon les attributs) - reflétant une culture villageoise fragmentée du cacao.

PalmierHuile_Virunga : ensemble de points localisant des **palmeraies** dans la même zone. Ces points confirment la présence de palmiers à huile cultivés en périphérie du parc.

Hevea_Production : un polygone englobant une zone historique de production d'hévéas pour entraîner l'algorithme.

3. Extrapolation à l'ensemble du Couloir :

Sur la base de l'aire d'échantillonnage des Virunga, procéder à une extrapolation raisonnée. Il ne s'agit pas d'une simple règle de trois (car les conditions agricoles et les densités varient dans le Couloir), mais d'une combinaison d'informations de terrain et de **données secondaires par province**. Cette extrapolation sera basée en particulier sur :

- **Statistiques ou études nationales/régionales** sur les secteurs (par exemple, études de l'USAID et de la FAO, rapports d'ONG),
- **L'histoire agricole de** la RDC (par exemple, les anciennes surfaces par rapport aux surfaces actuelles, afin d'évaluer ce qui est encore cultivé aujourd'hui),
- La **répartition géographique** connue des cultures : par exemple, le cacao principalement dans le Nord-Kivu/Ituri et l'Équateur/Ubangui, le café arabica concentré dans le Kivu montagneux, l'hévéa dans certaines concessions de l'ouest, le palmier à huile dans le bassin équatorial, etc.
- **Les limites du Couloir** fourni (shapefile) pour circonscrire les estimations à cette zone géographique précise (et éviter de comptabiliser les zones situées en dehors du périmètre).

4. Résumé sous forme de tableau :

présenter pour chaque produit une **fourchette de surface estimée** sur l'ensemble du Couloir, en détaillant les hypothèses (par exemple, sur la base d'exemples concrets : "*la plantation X de palmiers couvre Y hectares*", "*en 2023 on estime Z hectares de cacao à l'est...*").

5. Incertitudes :

identifier les facteurs d'erreur - par exemple l'existence de **cultures intercalaires** (cacao souvent associé à des bananiers ou du café sous ombrage, etc.), ce qui complique le calcul de la surface *exclusivement* dédiée), de cultures itinérantes (parcelles temporaires), ou le fait que certaines **plantations enregistrées ne sont pas pleinement exploitées** (cas de l'hévéa où de grandes concessions sont en partie en jachère).

Cultures commerciales dans la zone tampon des Virunga (50 km)

Dans la zone tampon de 50 km autour du parc national des Virunga, la carte d'occupation des sols montre une mosaïque de forêts, de savanes et de terres agricoles. La classe **A11 - "Zone(s) terrestre(s) cultivée(s) et gérée(s)"** (selon la nomenclature LCCS de la FAO) représente les terres cultivées. Dans cette zone, il y a plus de **6 000 polygones agricoles A11**, ce qui témoigne d'une forte présence humaine. Bien qu'il ne nous soit pas possible de calculer précisément ici la surface agricole totale du buffer (faute d'outils exhaustifs dans ce rapport), on peut estimer que **plusieurs dizaines de milliers d'hectares** autour des Virunga sont cultivés (cultures vivrières et plantations confondues). Ces terres agricoles se répartissent en :

- **Cultures herbacées annuelles** (champs de maïs, manioc, etc.), souvent de petite taille, dispersées dans les villages et les clairières.
- **Cultures d'arbustes** (plantes vivaces de taille moyenne).
- **Cultures ligneuses** (arbres cultivés en peuplements ou en agroforêts).

Selon la légende, les **cacaoyères et les palmeraies** entrent dans la catégorie des cultures ligneuses. En effet, les points de plantation fournis se superposent principalement aux polygones de type **A11 - zones cultivées** sur la carte :

- Les points de **géolocalisation de l'huile de palme** sont situés dans des zones identifiées comme agricoles, souvent à proximité de rivières ou de marécages périphériques où les palmiers à huile se développent (climat plus chaud à plus basse altitude). On peut donc affirmer qu'il existe des **palmeraies villageoises** autour des Virunga, même si elles sont modestes (quelques hectares chacune).
- Les emplacements des **cacaoyères** autour de Watalinga se trouvent également dans des zones agricoles. Le secteur de Watalinga (Territoire de Beni, Nord Kivu) est une région de plaine où des programmes de relance de la cacaoculture ont été menés ces dernières années. Le shapefile répertorie plus de **1150 parcelles de cacao** affiliées à des coopératives (e.g. COPAREPAWA) - souvent de petites exploitations familiales (souvent <1 ha de cacao pur par exploitation). Les données attributaires indiquent, par exemple, des surfaces de cacao de 0,5 ha sur une exploitation totale de 2 ha, le reste étant consacré à d'autres usages (bananeraies, cultures vivrières, etc.). Ceci illustre un **système agroforestier** : les cacaoyers

sont cultivés sous l'ombre partielle d'autres arbres (bananiers, arbres de la forêt secondaire), ce qui correspond bien à la classe des *ligneux* sur les images satellites.

- En ce qui concerne le **café**, aucune donnée GPS explicite n'était immédiatement disponible dans la région des Virunga, mais historiquement, le Nord-Kivu était une terre de café (arabica) avant l'apparition de la trachéomycose (maladie du caféier) dans les années 1990. De nombreux caféiers ont été décimés à cette époque, ce qui a poussé certains agriculteurs à se tourner vers le cacao pour le remplacer. Il est donc probable que la **catégorie arbustes/ligneux** comprenne également quelques parcelles de **caféiers résiduels** ou en cours de conversion (par exemple, de jeunes cacaoyers plantés sous de vieux caféiers).
- Pour l'**hévéa** : il ne s'agit pas d'une culture traditionnelle au Kivu, et aucune plantation d'hévéa n'a été signalée autour des Virunga. Les hévéas sont cultivés dans les basses terres tropicales (principalement dans la partie occidentale du grand bassin du Congo). Le shapefile *Hevea_Production* fourni ne couvre pas la zone immédiate des Virunga (voir section suivante).

En résumé - Région des Virunga : la zone tampon densément peuplée présente une **fragmentation agricole intense**. La part des cultures de rente pérennes (principalement le cacao, un peu de café et de palmier) est significative mais reste inférieure à celle des cultures vivrières (maïs, manioc, plantain, etc.). Selon les données de Watalinga, on peut estimer que dans l'ensemble de la zone tampon des Virunga, il y a environ **quelques milliers d'hectares de cacao** en production. Les palmeraies sont plus dispersées (quelques centaines d'hectares au maximum, principalement en petites parcelles individuelles). Le café, autrefois dominant, n'occupe plus qu'une fraction relativement faible de la superficie de cette zone (de nombreuses anciennes plantations de café ont été abandonnées ou remplacées).

Cet **instantané local** sert de base pour comprendre l'utilisation typique des terres agricoles dans la partie orientale du Couloir. En particulier, on peut constater que : **(a) le cacao** est bien établi dans le système agricole à petite échelle (petite agroforesterie), **(b) les palmiers à huile** sont présents de manière artisanale mais pas encore en plantations intensives dans cette zone, **(c) le café** a décliné, **(d) les hévéas** sont absents. Ces observations serviront de base à l'estimation pour l'ensemble du Couloir.

Extension de l'analyse à l'ensemble du Couloir Vert

Le Couloir s'étend sur une **vaste zone géographique** de l'est (Nord-Kivu) à l'ouest (Kinshasa), englobant de multiples zones écologiques et provinces. La densité agricole est très variable : certaines portions sont presque vierges (forêts primaires), d'autres sont d'anciennes terres agricoles (par exemple, un chapelet de villages le long du fleuve Congo dans les provinces de l'Équateur, de la Mongala, de la Tshuapa, etc.) Pour estimer les superficies cultivées par secteur, il est donc nécessaire d'agréger les informations régionales disponibles :

1. Le cacao

Le cacao est une culture qui a récemment émergé comme secteur d'exportation en RDC, en particulier dans l'est et le nord du pays. **Introduit pendant la période coloniale** (années 1930) sur

quelques sites le long du Congo et à l'est, le cacaoyer n'a jamais atteint l'ampleur qu'il a en Afrique de l'Ouest. Au cours des dernières décennies, face à la demande mondiale croissante et en tant qu'alternative rentable au café, le cacao a connu un véritable essor dans le Couloir. Les provinces du **Kivu, de l'Ituri et de la Tshopo** sont aujourd'hui les principaux producteurs de cacao congolais. On estime à environ **65 000 le nombre de cacaoculteurs** dans les seuls Nord et Sud-Kivu, souvent des petits exploitants avec des parcelles de 0,5 à 2 ha intégrées dans la forêt (système agroforestier). La qualité du cacao congolais est reconnue comme exceptionnelle - fin, biologique et issu de variétés anciennes - ce qui lui confère un intérêt économique important dans des marchés de niche.

Dans le Couloir Vert, les **principales zones de production de cacao** sont : les territoires de **Beni et Lubero** (Nord Kivu) où des coopératives locales ont été formées après la pacification partielle de ces zones, le territoire de **Mambasa** (Ituri) à la périphérie de la Réserve d'Okapi, et de plus en plus le **secteur de Yangambi** dans la Tshopo (autour de Yanonge, Isangi). Ce dernier a vu affluer des planteurs du Kivu, fuyant les conflits, qui défrichent la forêt pour établir de nouvelles plantations de cacao. Cette migration des planteurs Nande vers la Tshopo a contribué à l'augmentation de la déforestation localement en 2020-2021, révélant l'importance de mieux planifier cette expansion (par exemple, par l'agroforesterie plutôt que par la monoculture).

Facteurs d'appui : le cacao est désormais le principal produit agricole d'exportation de la RDC

et sa production a quadruplé de 2015 à 2020 pour atteindre 48 000 tonnes. Les chiffres de 65 000 ha sont en adéquation avec ces volumes (faibles rendements moyens de ~500-800 kg/ha en agroforesterie). La majorité de ces plantations de cacao sont biologiques et de la variété Forastero, cultivées par de petits exploitants. Cela signifie également qu'il s'agit rarement de monocultures pures : ces **65 000 ha comprennent souvent des systèmes agroforestiers**, mais pour l'évaluation du potentiel de transformation (pâte de cacao, chocolat), c'est la surface totale occupée par les cacaoyers qui est prise en compte.



Figure A - Parcelle agroforestière à base de **cacaoyers** associés à des bananiers et des tecks à Yanonge (Province de la Tshopo, près de Kisangani) - un exemple d'agroforesterie durable dans le Couloir Vert. (Photo Axel Fassio/CIFOR-ICRAF, 2023)

En récoltant les statistiques de l'**Office Congolais de Contrôle (OCC)** pour 2023, nous pouvons affiner les résultats préliminaires comme suit :

● Cacao	exporté	(2023)	:	68	433	tonnes
● Rendement	moyen	estimé	:	600		kg/ha

● → **Estimation de la superficie cultivée (en production) :**

$$\frac{68\ 433}{0.6} = 114\ 055 \text{ hectares}$$

Cela nous donne une surface minimale crédible de production réelle. Si l'on considère que :

- Ce chiffre ne tient pas compte des pertes post-récolte ni de la consommation locale,
- Et que le cacao est souvent cultivé dans des agroforêts sur des parcelles mixtes (toutes les terres ne sont pas consacrées uniquement au cacao),

Il serait donc raisonnable de fixer une superficie de référence ajustée d'environ **115 000 hectares pour l'ensemble du cacao produit dans le pays** - et d'en affecter la grande majorité au Couloir Vert, puisqu'il concentre les principaux bassins (Nord-Kivu, Ituri, Équateur, Sud-Ubangi, etc.).

On passe donc de 65.000 ha à une estimation de **110.000 ha dans le Couloir**, sachant que plus de 95% de la production provient des provinces couvertes par le Couloir (il y a très peu de cacao dans le Kwilu, le Kongo Central ou ailleurs).

2. Le palmier à huile

Le palmier à huile (*Elaeis guineensis*) revêt une importance historique et stratégique en RDC. Il a été l'une des cultures phares de l'époque coloniale : dès 1911, l'industriel William Lever a établi de vastes plantations au Congo belge pour approvisionner les savonneries européennes. À son apogée, la RDC (Zaïre) était le deuxième producteur mondial d'huile de palme. La culture actuelle du palmier à huile en RDC présente un profil très différent, avec d'une part d'anciennes plantations industrielles héritées de la colonisation, et d'autre part une myriade de palmeraies villageoises dispersées. Historiquement, le pays comptait **147 000 ha de palmiers plantés en 1958**. Cependant, depuis les années 1960, la production nationale s'est effondrée, passant de ~220.000 t en 1960 à environ **150.000 t ces dernières années**, bien en deçà de la demande intérieure (estimée à 500.000 t), entraînant un déficit de ~350.000 t qui est comblé par des importations massives. Ce déclin est dû à un manque d'entretien des palmeraies, à la zaïrianisation qui a conduit à l'abandon de nombreuses plantations, et à un manque d'investissement.

Le **Couloir Vert** comprend la plupart des principales zones de palmiers de la RDC, car elles sont situées le long du fleuve Congo et dans le nord-est : les plantations **PHC (Plantations et Huileries du Congo)** de **Lokutu** (Tshopo), **Yaligimba** (Mongala) et **Boteka** (Équateur) s'y trouvent, totalisant plus de 100 000 ha de concessions (dont environ 20 000 ha sont actuellement cultivés). Ces sites, anciennement gérés par Unilever puis par la société canadienne Feronia, ont connu des difficultés financières et des conflits sociaux récents, mais disposent d'un énorme potentiel de redressement. A côté de ces complexes industriels, il existe de nombreuses **palmeraies villageoises** dispersées : autour de Yangambi (Tshopo), à **Mai-Ndombe** (axes Mbandaka-Kinshasa), à **Tshuapa** (territoire d'Ikela, etc.), ainsi qu'aux abords des anciens sites industriels (les populations locales continuent à récolter des régimes de palme sur les terres abandonnées ou en jachère des anciennes plantations). A l'est, la culture du palmier est plus limitée par le climat montagnard, mais il existe quelques

palmeraies dans les basses terres du **Nord-Kivu** (Lubero, Beni) et du **Maniema** (Pangi), généralement pour produire de l'huile rouge artisanale à usage local.

La demande étant élevée (à la fois pour l'huile de cuisson et pour les récents projets de **biodiesel**), les autorités encouragent la relance de ce secteur. En 2024, le Président a appelé au développement de **145 000 ha de nouvelles palmeraies** à travers le pays (1 000 ha dans chacun des 145 territoires) pour alimenter une industrie émergente du biodiesel. Cet effort, s'il se concrétise, affectera directement le Couloir Vert, en particulier les territoires du nord (Tshopo, Équateur) où les palmiers poussent naturellement. L'investissement de l'UE dans le Couloir Vert vise explicitement à développer une *agriculture durable* dans le secteur de l'huile de palme, en évitant le modèle destructeur observé en Asie. L'objectif est de **restaurer les anciennes plantations** plutôt que de défricher de nouvelles forêts primaires : par exemple, replanter de jeunes palmiers sur les milliers d'hectares de vieilles tiges improductives à **Lokutu et Yaligimba**, ou développer des parcelles agro-industrielles sur les savanes et les jachères autour des villages (certaines coopératives locales, avec l'appui d'ONG, ont commencé à distribuer des plants de palmiers améliorés sélectionnés dans la province de l'Équateur).

En résumé, la plupart de ces zones sont situées dans le Couloir Vert :

- Les trois grandes concessions de PHC (anciennement Feronia) à **Lokutu** (Tshopo), **Yaligimba** (Mongala) et **Boteka** (Équateur). A elles trois, **environ 21 400 ha de palmiers** sont actuellement plantés (9 700 ha à Lokutu, ~8 000 ha à Yaligimba, ~3 700 ha à Boteka). **Ce sont les centres industriels** de production d'huile, avec des huileries intégrées.
- La **concession de Miluna** dans le Sud-Ubangi, fondée en 1911, qui a relancé la production : aujourd'hui, près de **1 000 ha de palmiers à huile** y sont cultivés (en plus de l'hévéa, du cacao, du café - voir ci-dessous).
- Nombreuses **palmeraies familiales** le long des rivières et dans les zones de savane humide. Par exemple, dans la région du Kasai et du Sankuru (bordure sud du Couloir), *35% des ménages* possédaient 50 à 100 palmiers en 2014 (soit ~0,5 à 0,8 ha de palmeraie par ménage). Des situations similaires se retrouvent à Équateur et dans la Tshopo, où chaque village cultive quelques hectares de palmiers naturels ou plantés pour la production artisanale d'huile rouge.

Des données indirectes (PHC, USAID, rapports de la FAO) indiquent environ :

- 40 000 à 50 000 tonnes d'huile de palme produites/an officiellement (locales et exportation)
- Rendement moyen estimé : 1 tonne/ha brut (souvent beaucoup moins dans les petites exploitations)

Au vu de ces éléments, on peut estimer une fourchette de la surface totale de palmiers à huile *en production* dans le Couloir Vert : environ 40 000 à 50 000 hectares, mais en tenant compte des palmeraies villageoises mal recensées, on ajuste à **60 000 à 70 000 ha pour le Couloir Vert**. Le bas de la fourchette (~60 000 ha) correspond aux plantations actives identifiées (PHC + autres) et à quelques palmeraies villageoises. Le haut de la fourchette (~70 000 ha) tient compte de l'immense multitude de petits peuplements dispersés qui n'ont pas été cartographiés individuellement.

Ceci confirme que notre estimation est du bon ordre de grandeur. Enfin, il faut noter que le bassin du Congo offre un potentiel énorme (plus de 280 millions d'hectares seraient favorables en Afrique centrale), mais **le Couloir Vert vise justement à concilier développement agricole et protection de la forêt** - il ne s'agit pas de convertir tout ce potentiel, mais seulement de développer durablement les zones déjà affectées par l'activité humaine.

3. Hévéa (caoutchouc naturel)

L'hévéa (*Hevea brasiliensis*) a également une longue histoire au Congo, bien que plus modeste. Au début du 20^{ème} siècle, avant l'introduction des plantations, le caoutchouc était récolté en exploitant des lianes sauvages (le *"boom du caoutchouc"* ayant laissé un sombre héritage). Par la suite, des **plantations d'hévéas** ont été établies pendant la période coloniale, d'abord à titre expérimental au Yangambi et en Équateur, puis à plus grande échelle dans les années 1940 et 1950. En 1925, le Congo belge comptait déjà environ 4 000 hectares d'hévéas, une superficie qui s'est accrue après la guerre. Les principales zones hévéicoles sont les mêmes que pour le palmier à huile : la région de **Yangambi** (l'INÉRA y a développé des plantations d'hévéas), le bassin du **Mongala et de l'Équateur** (autour de Bokungu, Befale, etc.), et certaines zones du **Kasai oriental** (Lodja, Lomela) à l'extrémité méridionale du Couloir. Sous le régime de Mobutu, plusieurs de ces plantations ont été abandonnées (faute d'entretien après la zaïrianisation).

Aujourd'hui, la production de caoutchouc en RDC est quasi inexistante - environ **14 000 tonnes en 2018** - et provient principalement de quelques *hévéas villageois* ou de plantations abandonnées où le latex est encore récolté à la main. Par exemple, dans le territoire d'**Opala** (Tshopo), il y aurait *"environ vingt mille hectares de plantations d'hévéas envahies par la brousse"* héritées de la colonisation, dont certaines sont occasionnellement exploitées par les villageois (pour la production de caoutchouc artisanal).

Le **Couloir Vert** comprend précisément ces zones : Yangambi-Isangi, Opala-Yahuma, ainsi que les anciennes plantations de **Sankuru** (Lodja) à la limite sud. L'exemple emblématique reste la concession de **Miluna** dans le Sud-Ubangi : c'est *"la seule plantation de l'époque coloniale à avoir retrouvé sa pleine capacité"* dans la province, avec **5 000 hectares d'hévéas** en production. Il y a donc là un potentiel de réhabilitation. Le gouvernement congolais a lancé des appels aux investisseurs pour **réhabiliter les anciennes plantations d'hévéas** de l'Équateur, de l'Orientale et du Sankuru. De nouvelles initiatives sont en cours : par exemple, dans la province de la Tshopo (Couloir central), des sociétés asiatiques ont obtenu des droits pour planter de l'hévéa près de Yangambi et de Kisangani dans les années 2010 (plusieurs milliers d'hectares prévus). L'idée est de profiter de la demande en caoutchouc (pneus, etc.) tout en occupant des terres déjà défrichées (donc sans pression sur la forêt). Cependant, aucun projet d'envergure n'a encore abouti, en raison des coûts de restauration et de la concurrence asiatique.

Ainsi, pour l'**hévéa dans le couloir vert**, nous estimons :

- **Superficie actuellement exploitée (plantations productives)** : seulement **15.000 hectares** environ de caoutchouc naturel. Il s'agit principalement de Miluna (5 000 ha) et éventuellement de quelques centaines d'hectares dispersés (par exemple, de jeunes

plantations expérimentales près de Kisangani ou dans le nord de l'Équateur, ou la pépinière du RBL à Yangambi). La production de caoutchouc est modeste (~14 000 tonnes pour l'ensemble du pays en 2018, en grande partie à partir de Miluna et de l'exploitation des hévéas villageois résiduels).

- **Superficie** des terres **potentiellement disponibles ou planifiées** : plusieurs dizaines de milliers d'hectares. Par exemple, la concession Sud-Ubangi a une superficie totale de 25 000 ha, dont une partie en forêt primaire conservée. infonile.org De même, la zone Tshopo (shapfile) de ~200 000 ha pourrait voir à terme des dizaines de milliers d'ha plantés en hévéas si les projets aboutissent. Cependant, **dans l'état actuel des choses**, ces zones ne produisent pas encore et ne contribuent pas à une industrie de transformation locale. Elles sont mentionnées pour souligner que le **Couloir dispose d'un potentiel latent important** pour le caoutchouc (climat approprié dans le bassin équatorial), mais que ce potentiel n'a pas encore été exploité.

- Rendement estimé (conservateur) : **1,5 à 2 t/ha**

→ Cela correspond à **environ 7 000 à 10 000 ha** réellement cultivés, bien que la superficie plantée en arbres puisse être plus importante.

En conclusion, pour le caoutchouc, nous retiendrons environ **8 000 ha effectifs en 2025** dans le Couloir, tout en notant qu'un scénario de développement optimiste pourrait porter ce chiffre à 20 000-30 000 ha dans le futur (si les investisseurs replantent les anciennes plantations abandonnées). Pour l'évaluation immédiate du potentiel de transformation, le chiffre actuel doit être privilégié.

4. Café (arabica et robusta)

Le café a longtemps été la principale culture de rente de la RDC. Le **café Arabica** (café de montagne, haut de gamme) est cultivé principalement à l'est, et le **café Robusta** (café de plaine, plus productif) domine à l'ouest et au nord. Historiquement, l'industrie congolaise du café était florissante : dans les années 1980, le pays produisait entre 80 000 et 120 000 tonnes de café par an, ce qui en faisait l'un des principaux exportateurs africains. **Le café robusta** de l'est du Congo a connu un essor spectaculaire pendant la colonisation, passant de presque rien à **51 000 tonnes en 1959**, suite à l'établissement de vastes plantations de petits planteurs dans l'ancienne province Orientale. Cependant, des chocs successifs (chute des prix, pillages pendant les guerres, maladies des plantes telles que la trachéomycose du caféier robusta) ont conduit à un effondrement. En 2018, la production n'était plus que d'environ **29 000 tonnes**, tous cafés confondus.

Dans le Couloir Vert, il existe deux types de culture du café :

- À l'est, les hauts plateaux **du Kivu** (Nord et Sud Kivu) produisent un café **arabica** de grande qualité. Autour du lac Kivu et des volcans, des dizaines de milliers de petites exploitations cultivent l'arabica d'altitude (souvent <1 ha chacune). Bien qu'affectée par les maladies, la

culture persiste grâce aux coopératives et aux projets de replantation (par exemple, le projet ICO/NCO qui vise à réhabiliter 46 000 ha dans les zones post-conflit).

- Au nord et au centre du pays, les plaines de la **Cuvette Centrale** (anciennes provinces de l'Équateur et de l'Orientale) étaient le domaine du café **robusta**. Il existait des plantations industrielles et de vastes domaines paysans : dans les années 1930, le Congo belge comptait déjà 56 000 ha de caféiers et, dans les années 1980, la région du Haut-Uele totalisait à elle seule 27 000 ha de caféiers en production. Avec les troubles, ces chiffres ont baissé, mais de nombreux caféiers restent à l'état semi-abandonné dans les villages situés le long du fleuve et de ses affluents. Par exemple, la province de **Tshuapa** ou de **Mongala** compte encore des caféiers robusta chez des agriculteurs âgés, même si la commercialisation est sporadique.

Actuellement, la principale difficulté pour le café est sa **commercialisation** : les routes n'étant pas fiables, de nombreux caféiculteurs de l'Est vendent leur production via les pays voisins (Rwanda, Ouganda), où le café congolais est mélangé à des lots locaux. Cela entraîne une perte de traçabilité et de valeur ajoutée pour la RDC. L'Union européenne impose désormais des exigences strictes en matière de traçabilité et d'absence de déforestation pour le café importé, ce qui risque d'exclure les producteurs non certifiés. Heureusement, la RDC a entamé la certification de certaines zones caféières (Nord-Kivu certifié "zéro déforestation" en 2024) pour maintenir l'accès au marché européen. Dans le Couloir Vert, la **préservation de la forêt** sera un argument de vente : le café cultivé sous ombrage dans un Couloir écologique aura une image positive, à condition qu'il puisse être prouvé qu'aucune forêt primaire ne sera convertie après 2020.

En récoltant les statistiques de l'**Office Congolais de Contrôle (OCC)** pour 2023, nous pouvons affiner les résultats préliminaires comme suit :

- En 2023, environ **30 000 tonnes de café** produites en RDC (source : FAO/OCC)
- Rendement moyen : **0,5-0,7 t/ha** (varie fortement en fonction de l'entretien)

→ Cela donne une estimation de **45 000 à 60 000 ha en production**

Dans l'ensemble du Couloir, arabica et robusta confondus, la superficie totale des caféiers *encore en place* peut être estimée à environ **60 000 hectares**. Ce chiffre comprend une grande proportion de plantations vieillissantes et sous-productives. Le Kivu (Nord et Sud) est le principal bassin pour l'arabica de qualité. En termes de café effectivement cultivé et récolté, la superficie est probablement plus proche de **40 000 ha**.

Par exemple, **le Nord-Kivu compte environ 11 000 producteurs de café enregistrés** - si chacun cultive ~1 ha, cela fait ~11 000 ha actifs pour cette province ; si l'on ajoute le Sud-Kivu et l'Ituri, on peut atteindre ~20 000 ha d'arabica en production dans l'Est. Pour le robusta de l'Équateur/Tshopo, les estimations ne sont pas claires mais sont probablement de l'ordre de 10 000 ha récoltés (principalement dans des zones telles que Lisala, Bikoro, Isangi, etc.) Au total, **nous conserverons ~40 000 ha de café actuellement exploitable dans le Couloir**.

Cela dit, le potentiel de réhabilitation est très élevé : un plan national pourrait améliorer jusqu'à **46 000 hectares supplémentaires** rien qu'en réhabilitant d'anciennes plantations de robusta, ce qui porterait le total à plus de 80 000 hectares. Cependant, ce potentiel n'a pas encore été réalisé - il est mentionné pour montrer la marge de croissance du secteur si le projet de Couloir Vert inclut un soutien à la culture du café.

Preuves à l'appui : Les statistiques agricoles récentes indiquent une production annuelle d'environ 29 000 tonnes de café. Avec un rendement national moyen très faible ($\approx 0,5$ t/ha en raison de l'abandon de nombreuses plantations), cela signifie que **~58 000 ha sont utilisés**. Notre estimation de ~40.000 ha utilisés est donc conservatrice, mais il faut rappeler qu'une grande partie du café n'est pas exportée (autoconsommation locale) et que les estimations de l'ONC varient. En tout état de cause, le café est toujours présent sur une partie importante du Couloir, bien que sa contribution à l'économie locale soit en baisse par rapport au passé.

Tableau récapitulatif des superficies estimées pour les cultures commerciales

En résumé, voici les **ordres de grandeur** utilisés pour les surfaces cultivées par secteur dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa :

Estimation de la superficie cultivée des cultures sélectionnées (couloir vert)

Cacao \approx **110 000 ha** (essentiellement des petits exploitants) Principalement Nord Kivu/Ituri et Équateur/Ubangi. Forte expansion récente suite au déclin du café.

Palmier à huile \approx **65 000 ha** (60 000-70 000 ha selon la zone considérée). Comprend environ 21 000 ha de plantations industrielles (PHC) et environ 15 à 20 000 ha de plantations villageoises. Grandes concessions disponibles pour l'expansion.

Hévéa (caoutchouc) \approx **10 000 ha** actuellement exploités (potentiel > 20 000 ha) Essentiellement plantation de Miluna (5 000 ha). Autres projets en cours (Tshopo, etc.) non encore productifs.

Café (arabica+robusta) \approx **60 000 ha** en production (70 000+ ha de caféiers existants) Historiquement en fort déclin. L'arabica de l'est (Kivu) \sim 20k ha ; le robusta du nord/ouest \sim 20k ha. Potentiel de réhabilitation important.

(NB : Toutes ces valeurs sont arrondies et visent à donner un ordre de grandeur, et non une précision absolue).

Un exemple illustratif est celui de la concession de *Miluna* (province du Sud-Ubangi) qui associe sur une même exploitation **5 000 ha d'hévéas, 1 000 ha de palmiers à huile, 500 ha de cacao et 100 ha de café**. Cela montre qu'au niveau local, ces cultures coexistent et que des unités de transformation polyvalentes (huileries, séchoirs à cacao, usines à caoutchouc, etc.) pourraient bénéficier d'approvisionnements diversifiés.

transformation polyvalentes (huileries, séchoirs à cacao, usines à caoutchouc, etc.) pourraient bénéficier d'approvisionnements diversifiés.

Discussion des incertitudes et des points d'attention

Les estimations ci-dessus, bien qu'étayées par des données, comportent plusieurs incertitudes qu'il convient de souligner :

- **Incertitudes cartographiques :** En l'absence d'une carte récente et détaillée de l'utilisation des terres pour l'ensemble du Couloir (telle que la carte des Virunga), nous avons combiné différentes sources. Il est possible que certaines zones agricoles n'aient pas été prises en compte (par exemple, les cultures de défrichement à distance n'ont pas été signalées) ou, au contraire, que certaines zones estimées comprennent des terres en jachère. La **culture itinérante** (culture sur brûlis) signifie qu'une partie des terres est en jachère à un moment donné ; nos chiffres ne font pas la distinction entre "cultivé cette année" et "potentiellement cultivable".
- **Cultures associées :** Une même parcelle peut être utilisée pour **plusieurs cultures** associées. Par exemple, un hectare de cacaoyers en agroforesterie contient souvent des bananiers et parfois des caféiers. Dans nos estimations, nous l'avons attribuée entièrement au cacao (la principale culture génératrice de revenus). Cela pourrait conduire à un **léger double comptage** si quelqu'un additionnait naïvement tous les secteurs (parce que la bananeraie d'ombrage n'est pas répertoriée, etc.) Pour rester cohérent avec l'objectif (transformation locale), nous considérons chaque filière séparément.
- **Évolution rapide des secteurs :** le cacao connaît une croissance exponentielle (nouvelles plantations chaque année), tandis que le café continue à stagner ou à diminuer dans certains endroits. Nos chiffres sont valables pour la période actuelle (2024-2025) mais peuvent évoluer. Par exemple, plusieurs milliers d'hectares supplémentaires de cacao sont plantés chaque année au Nord-Kivu. A l'inverse, si un programme de relance du café était mis en place, la surface récoltée pourrait augmenter de manière significative. Le **Couloir Vert**, s'il est accompagné d'un appui technique, pourrait influencer ces dynamiques (ex. replantation d'hévéas ou intensification des palmeraies villageoises).
- **Délimitation du couloir :** Nous avons tenu compte du périmètre officiel fourni. Néanmoins, certaines cultures en bordure pourraient être partiellement à l'extérieur de celui-ci. Par exemple, **Mayombe (Kongo Central)** abrite de grandes palmeraies et des hévéas (société SCAM près de la réserve de Luki), mais elle est probablement en dehors du Couloir tel qu'il a été défini. Nous ne l'avons donc pas inclus, concentrant l'estimation sur le strict intérieur. Si le périmètre devait un jour être élargi, il faudrait alors procéder à des ajustements (le Mayombe ajouterait peut-être 5 000 ha de palmiers et 1 000 ha d'hévéas supplémentaires, par exemple).
- **Densité humaine variable :** La zone des Virunga est relativement densément peuplée (Nord-Kivu), alors que la moyenne du Couloir peut être moins dense (il y a encore beaucoup

de forêts intactes à Tshuapa, Mai-Ndombe, etc.). **L'extrapolation linéaire de la densité agricole des Virunga à l'ensemble du Couloir surestimerait les surfaces.** C'est pourquoi nous avons injecté des données empiriques par province au lieu d'une simple règle de trois. Par exemple, **seulement ~3% de la surface totale du pays est cultivée** ; le Couloir fait ~10 millions d'ha, on pourrait s'attendre à ~300.000 ha de terres agricoles au total si l'on prenait cette moyenne. Nos estimations axées sur 4 cultures de rente atteignent ~150 000 ha, ce qui est cohérent (les cultures vivrières occupent le reste jusqu'à ~300 000 ha). Il s'agit d'une validation croisée approximative : elle est plausible en termes d'ampleur.

- **Potentiel de transformation par rapport à la production réelle** : Il convient de noter que toutes les surfaces cultivées ne sont pas synonymes de matières premières disponibles en quantité. **Le rendement à l'hectare et le taux de collecte** comptent. Par exemple, sur les 40 000 ha de café, peut-être moins de la moitié est effectivement récoltée chaque année en raison du manque d'entretien. De même, les 40 000 ha de palmiers à huile du Couloir comprennent des peuplements anciens et improductifs (certains agriculteurs ne récoltent qu'une fraction des grappes par manque de transport, etc.) Pour évaluer le potentiel de transformation locale, il sera donc nécessaire d'**ajuster avec des coefficients de productivité**. Ici, nous nous sommes limités aux surfaces comme indice du potentiel territorial brut.

Conclusion et recommandations

En conclusion, le Couloir Vert Kivu-Kinshasa abrite **d'importantes surfaces de cultures de rente** : on peut estimer que d'ici 2025, environ **240 000 hectares** du Couloir seront plantés en cacao, café, palmier à huile ou caoutchouc (dont environ la moitié en cacao). Bien que modestes en termes nationaux, ces zones représentent une **opportunité** significative **pour le développement local**. Leur répartition le long du Couloir permet de développer des **centres de transformation locale** à différents stades : par exemple, **une chocolaterie artisanale** à Beni pour valoriser le cacao de l'est, des **huileries communautaires** vers Mbandaka pour l'huile de palme, une **hévéculture** à Gemena pour le caoutchouc, ou des **stations de lavage du café** au Kivu. Cela permettrait de créer une valeur ajoutée locale au lieu de se contenter d'exporter des matières premières.

Néanmoins, quelques recommandations s'imposent :

- Il serait utile d'**affiner la carte** - idéalement une carte actualisée de l'utilisation des terres sur l'ensemble du Couloir, avec télédétection (Sentinel-2 ou imagerie satellite Planet) pour détecter les cultures pérennes. Il serait ainsi plus facile de localiser les **îlots de cacao ou d'hévéa cachés**, par exemple.
- Intégrer **la dynamique du temps** : le projet de Couloir Vert doit suivre l'évolution des secteurs. Par exemple, la **filière cacao est en plein essor** en Ituri/Nord Kivu, ce qui est positif pour l'économie mais peut poser des problèmes de déforestation si elle n'est pas maîtrisée (ou à l'inverse, être un outil de reforestation par l'agroforesterie cacaoyère). De même, si des milliers d'hectares de palmiers sont replantés sur des terres dégradées, cela

peut revitaliser les zones rurales (emplois), mais l'impact environnemental devra être contrôlé.

- Assurer une **approche intégrée** : le Couloir Vert vise la **conservation ET le développement**. Les chiffres montrent que les cultures de rente occupent actuellement une petite fraction de l'espace total du Couloir (quelques pour cent au maximum). Il est donc possible d'augmenter leur surface (pour améliorer les revenus des populations) sans empiéter drastiquement sur les forêts si cela se fait sur des terres déjà ouvertes. Par exemple, on pourrait encourager la **reconversion des jachères en plantations agroforestières** (café sous acacias, cacao sous safoutiers, etc.) pour combiner reboisement et production.

En résumé, **le potentiel de transformation locale est réel mais dépendra de la structuration des filières**. Avec ~110.000 ha de cacao, on peut viser la mise en place de petites unités centralisées de fermentation/séchage, voire d'une chocolaterie locale. Avec ~65.000 ha de palmiers, il est possible de réhabiliter des huileries (beaucoup sont à l'arrêt dans les anciennes plantations) pour produire localement de l'huile de palme et des dérivés (savons). Les ~10 000 ha d'hévées actuels ne justifient guère une grande usine (Miluna expédie sa production brute), mais si l'on atteint 20 000 ha à terme, une unité de transformation du latex en produits semi-finis pourrait être mise en place. Quant au café (60.000 ha actifs), la promotion de la **spécialité Arabica** de la RDC pourrait favoriser la transformation locale (torréfaction) au lieu d'exporter uniquement du café vert.

Le projet Corridor vert, en coordonnant la conservation et le développement, a l'opportunité de **soutenir ces secteurs de manière durable** - par exemple à travers des programmes d'agroforesterie (cacao-café sous couvert forestier, palmiers dans des systèmes agroécologiques), des coopératives améliorant les rendements, et bien sûr la mise en place d'unités de transformation **appropriées au niveau local** (minimisant le transport sur de longues distances de produits pondéreux). Cela renforcerait la viabilité économique du corridor tout en impliquant les communautés locales dans sa gestion, assurant ainsi que la protection du couvert forestier n'entre pas en conflit avec les moyens de subsistance, mais les rend complémentaires.

Estimation des cultures vivrières dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa

Pour estimer les surfaces dédiées aux principales cultures vivrières dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa, une approche intégrée a été adoptée, combinant des données spatiales récentes (ESA-CCI, Verhegghen, Copernicus) avec les statistiques agricoles disponibles (INS, 2023). Sur une surface agricole totale estimée à environ 3 millions d'hectares dans le Couloir Vert, environ 85 % (2,58 millions d'hectares) sont effectivement cultivés chaque année, le reste étant réservé aux jachères et aux cultures secondaires. Sur cette base, les données de l'INS (2023), bien que

généralement considérées comme sous-estimées, ont servi de premier point de référence, permettant d'établir des ratios empiriques réalistes entre les principales cultures vivrières. Ces ratios ont ensuite été ajustés pour mieux refléter les réalités du terrain et les tendances observées localement dans le Couloir, notamment en augmentant la part allouée au riz (~245 000 ha) pour mieux correspondre à sa superficie potentielle réelle, estimée entre 200 000 et 300 000 hectares. Les autres cultures dominantes du Couloir, notamment le manioc (~1,16 million d'hectares), le maïs (~465 000 ha), la banane plantain (~349 000 ha) et les autres cultures vivrières (~233 000 ha), ont vu leurs superficies proportionnellement ajustées. Cette méthode d'estimation, bien qu'elle comporte certaines incertitudes liées aux données disponibles (notamment la sous-déclaration fréquente dans les statistiques officielles), fournit une base solide pour orienter les décisions stratégiques en matière de développement agricole dans le Couloir Vert.

Le manioc :

Le manioc est la **principale culture vivrière** de la RDC, l'aliment de base de millions de Congolais. Rustique et tolérant les sols pauvres et les climats variables, il est cultivé dans pratiquement tous les villages du Couloir Vert. La RDC est l'un des premiers producteurs mondiaux de manioc, avec près de **30 millions de tonnes** par an ces dernières années. Compte tenu des pertes et de la méthode de calcul, cela correspond à environ 15-20 millions de tonnes de racines fraîches consommées, ce qui fait du pays le premier consommateur mondial de manioc par habitant. Le Couloir Vert, qui traverse des zones de forte consommation (Est) et de production (Cuvette), contribue largement à cet approvisionnement.

Histoire et dynamique : Le manioc (d'origine amazonienne) a été introduit au Congo à l'époque précoloniale, puis s'est répandu partout, supplantant en partie les tubercules indigènes (ignames) grâce à sa facilité de culture et de conservation. Dans les provinces de l'ancien Équateur, du Bas-Congo et du Bandundu, il a toujours été la principale culture - ces trois anciennes provinces fournissaient 30 % de la production du pays dans les années 2000.

Dans le Couloir Vert, les principales zones de surproduction étaient traditionnellement : **Mai-Ndombe** et **Tshuapa** (savanes et forêts secondaires où les champs de manioc occupent de vastes étendues autour des villages), et **Nord Equateur**. Les Kivus produisent également du manioc mais en consomment la quasi-totalité localement. Dans les années 1990, la maladie de la mosaïque africaine du manioc a ravagé les champs, notamment dans l'est, provoquant une chute dramatique des rendements (20 à 30 % de baisse de la production nationale au cours de la décennie). Heureusement, grâce à l'introduction de variétés améliorées résistantes (soutenues par l'IITA et l'INERA), la production s'est redressée dans les années 2000 et 2010. En 2023, une projection d'Akademiya 2063 estimait la production de manioc à **33,5 millions de tonnes**, avec une légère augmentation annuelle, reflétant une expansion continue des zones cultivées.

Dans le Couloir Vert, le manioc est cultivé par presque tous les ménages ruraux sur de petites parcelles dispersées. Il est souvent *cultivé en association* - par exemple, *manioc + maïs* ou *manioc + arachide/colza*. Après 1 à 2 ans de croissance, il est récolté et la parcelle est soit laissée en jachère, soit replantée. Les cycles sont donc décalés, ce qui rend difficile un suivi précis. Le Couloir ne comprend pas de grandes plantations monospécifiques de manioc (à l'exception de projets

récents comme une initiative de plantation de 1 400 ha de manioc industriel au Kongo Central pour la farine de pain, en dehors de la zone du Couloir). Il s'agit d'une mosaïque très fragmentée.

Estimation de la superficie dans le Couloir Vert : Sur la base des données de production et d'une productivité moyenne modeste (~8 à 10 t/ha de racines fraîches, compte tenu des pratiques culturales extensives), nous estimons qu'environ **1,3 à 1,4 million d'hectares** sont consacrés au manioc dans le Couloir Vert.

Ce chiffre considérable reflète l'étendue spatiale de cette culture : dans les zones de savane de Mai-Ndombe et de Tshuapa, des champs de manioc de 1 à 2 ha par ménage sont alignés autour des établissements ruraux. Au Nord-Kivu, où la pression démographique est forte, le manioc occupe également toutes les parcelles disponibles dans les plaines. Il convient de noter que cette estimation correspond à la superficie effectivement *cultivée en manioc à l'heure actuelle*, mais qu'en raison de la rotation rapide, la superficie *récoltée sur une année* est plus élevée (chaque hectare planté est récolté, puis éventuellement replanté ailleurs l'année suivante). En termes de contribution, le manioc du Couloir Vert représenterait environ 20-25% du manioc national. Le reste provient principalement du Kongo Central, du Kwilu, du Kasai et du Katanga (non inclus dans le Couloir). Les zones du Couloir telles que **Mai-Ndombe** sont stratégiques pour l'approvisionnement de Kinshasa en copeaux de manioc séché (chikwangue, etc.), tandis qu'à l'est, le manioc fournit la base calorique de Goma, Bukavu et Kisangani. L'amélioration de la productivité du manioc dans le Couloir Vert - grâce à de nouvelles variétés, à l'utilisation d'engrais organiques, à la lutte contre les maladies (en particulier la maladie des stries brunes du manioc, qui sévit dans certaines régions) - est un **levier crucial pour la sécurité alimentaire**. Nos estimations de superficie soulignent l'ampleur de l'effort : plus d'un demi-million d'hectares dispersés dans tout le pays, sur lesquels les innovations culturelles devront être diffusées.

Maïs :

Le maïs est la deuxième culture vivrière en RDC en termes de volume, avec environ **2 millions de tonnes** produites en 2018. Dans le Couloir Vert, le maïs est souvent planté en association avec le manioc ou comme culture secondaire de décrue (par exemple, le maïs est semé sur les berges de la rivière après la décrue). Il est utilisé comme aliment de base (farine de maïs, bouillie) mais aussi comme aliment pour le bétail dans les zones périurbaines.

Historique et situation : Le maïs est cultivé en RDC depuis des siècles (introduit par les Portugais au 17ème siècle). Elle est particulièrement importante dans le sud-est (Katanga) et le sud-ouest (Bandundu). Le Couloir Vert n'est pas la principale "ceinture de maïs" du pays, mais il comprend des enclaves de forte production, notamment : les plaines alluviales **de la Tshopo** et de la **Tshuapa** (où les sols légers conviennent bien au maïs), certaines zones à l'est du **Mai-Ndombe** et les terroirs autour de **Kisangani**. Dans les années 1970 et 1980, de grandes cultures de maïs ont été créées près de Kisangani pour approvisionner l'ancien bureau d'État UNELE, mais elles sont tombées en désuétude. Actuellement, la production est essentiellement familiale, avec quelques initiatives de mécanisation naissantes autour des villes (par exemple, des tracteurs fournis aux associations de jeunes agriculteurs de la Tshopo en 2020-21).

Le maïs est stratégique car Kinshasa et les centres urbains en consomment de grandes quantités. En 2017-2018, face à une pénurie locale, la RDC a dû importer du maïs de Zambie et d'Afrique du Sud pour nourrir Kinshasa et Lubumbashi. Le développement du maïs dans le Couloir Vert pourrait réduire cette dépendance. Néanmoins, cette culture nécessite plus d'intrants que le manioc (semences sélectionnées à chaque saison, fertilité des sols) et souffre du mauvais état des routes lorsqu'il s'agit d'exporter la récolte - le maïs excédentaire du Nord-Ubangi ou de la Tshopo a du mal à atteindre les consommateurs faute de moyens de transport peu coûteux.

Estimation de la superficie du Couloir Vert : Sur la base d'une production annuelle d'environ 600 000 tonnes de maïs grain dans les provinces traversées par le Couloir (sur environ 2 millions au niveau national) et d'un rendement moyen d'environ 1,5 t/ha, nous estimons qu'au moins **400 000 hectares** de maïs se trouvent dans le Couloir Vert. Cependant, il s'agit en grande partie de cultures associées ou temporaires, et rarement de grandes monocultures continues. Si l'on considère la superficie *principalement consacrée* au maïs (culture pure), elle serait plutôt de l'ordre de 200 000 ha, le reste étant partagé avec d'autres cultures vivrières. Les plus fortes densités de maïs dans le Couloir se trouvent autour des grands axes peuplés (axe Kisangani-Banalia, bassin de Befale, etc.). Ce chiffre est cohérent avec la superficie totale cultivée (le maïs occupe environ 10-15% de la superficie agricole du Couloir, ce qui correspond aux pratiques observées).

Le défi du maïs dans le Couloir Vert est d'améliorer les rendements (en introduisant des variétés hybrides plus productives, qui peuvent produire 4-5 t/ha avec de l'engrais, au lieu de 1-2 t/ha actuellement) et d'organiser la chaîne d'approvisionnement. Par exemple, la mise en place de **petites unités de séchage et de stockage** le long du fleuve permettrait d'acheter le maïs aux agriculteurs, de le stocker et de le transporter par barge jusqu'à Kinshasa à moindre coût, transformant ainsi ces vastes plaines sous-exploitées en un grenier à blé pour la capitale. Nos estimations montrent qu'il existe déjà une base de production importante (plusieurs centaines de milliers d'hectares), qui pourrait être intensifiée plutôt qu'étendue géographiquement (pour sauver la forêt).

Riz :

Le riz en RDC est une culture en pleine expansion, stimulée par une forte demande urbaine. Le pays importe une grande partie du riz qu'il consomme, en raison d'une production locale insuffisante. Néanmoins, certaines régions du Couloir Vert offrent des conditions favorables à la culture **du riz pluvial** (culture de plateau) ou du **riz irrigué** dans les marais. Traditionnellement, le riz était cultivé dans les savanes marécageuses de l'ancien Équateur et dans les vallées de l'ancien Kivu.

Les zones du Couloir Vert : On peut citer la plaine de la **Ruzizi** (Sud-Kivu) - bien que géographiquement à l'est du Couloir principal, elle s'inscrit dans la dynamique Est-Ouest - où des périmètres irrigués existent depuis les années 1950. Plus directement dans le Couloir : les rizières des bassins de **la Tshuapa** (territoire de Boende en particulier), la vallée de la **Lomami** et certains affluents du Congo. Par exemple, la province de la Tshopo a encouragé la riziculture autour de Yangambi (l'INERA y menait des essais variétaux). Dans le Bas-Uele/Ituri également, le riz pluvial est cultivé par des personnes originaires du Sud-Soudan. La production nationale de riz paddy était d'environ **990 000 tonnes en 2018**, dont la majeure partie a été consommée directement ou

décortiquée localement. Dans le Couloir, on peut estimer que peut-être 30% de ce volume y est produit (soit 300 000 tonnes de riz paddy), principalement dans les provinces Orientale et de l'Équateur.

Ces dernières années, plusieurs programmes (JICA, ADB) ont tenté de relancer la riziculture en formant les agriculteurs à des techniques intensives (SRI - System of Rice Intensification) et en introduisant des variétés à cycle court. Un des enjeux est de **valoriser les bas-fonds et marais** disponibles : le Couloir Vert dispose de vastes zones de tourbières et de marécages qui pourraient être utilisées pour la riziculture **sans déforestation supplémentaire** (à condition que l'eau soit correctement gérée). Par exemple, le marais de **Lusambila** à Tshuapa pourrait être aménagé en rizières.

Estimation de la superficie dans le Couloir Vert : Sur la base d'un rendement moyen faible (1,0-1,5 t/ha), la surface cultivée en riz dans le Couloir Vert est estimée entre **200 000 et 300 000 hectares**. Cette estimation inclut à la fois le riz de plateau (souvent en culture mixte) et le riz de bas-fond. La fourchette est large car la riziculture paysanne est très variable : certaines années, l'agriculteur plante du riz en fonction de la pluviométrie, d'autres non. Les surfaces ne sont pas permanentes. Néanmoins, dans la zone du Couloir, certaines communautés (notamment en Équateur/Tshuapa) sont traditionnellement rizicoles, de sorte que le riz y est cultivé chaque saison sur les mêmes sites. Il est probable que moins de 100 000 ha soient *aménagés et suivis* (ex : pépinières, repiquage), le reste étant constitué de riz semé à la volée dans des champs polyvalents.

La **modernisation** de ce secteur dans le Couloir Vert passe par des aménagements hydro-agricoles. Par exemple, **la réhabilitation de 1 000 ha de rizières** pourrait donner une forte impulsion à la production locale et réduire les importations. L'effet Couloir peut jouer un rôle si le transport fluvial du riz paddy vers les centres de décorticage est facilité (Kinshasa consomme beaucoup de riz décortiqué). Le problème du **décorticage artisanal**, qui entraîne une baisse de la qualité du riz sur le marché intérieur, devra également être résolu. Des mini-rizeries motorisées, installées dans les hubs du Couloir (par exemple à Mbandaka, Kisangani), pourraient améliorer les rendements de transformation et encourager les producteurs.

Autres cultures vivrières (plantain, arachide, etc.) :

Enfin, le Couloir Vert abrite une multitude d'autres cultures vivrières considérées comme secondaires mais cruciales pour les régimes alimentaires et les revenus locaux : **bananes plantain** (et bananes douces), **légumineuses** (haricots communs, niébé/pois, arachides), **tubercules** (patates douces, taro), ainsi que divers légumes et fruits (ananas, agrumes, mangues, etc.). Prises individuellement, chacune de ces cultures occupe des surfaces plus petites que le manioc ou le maïs, mais collectivement, elles mobilisent une part importante des terres cultivées dans un système de polyculture.

La **banane plantain** mérite une mention spéciale : la RDC est le premier producteur mondial avec 4,7 millions de tonnes, principalement dans les régions forestières humides. Le Couloir Vert, qui traverse la ceinture forestière, comprend de grandes surfaces de banane plantain, par exemple : le long de la RN4 (les populations Nande et Mbuti cultivent la banane plantain en Ituri et au Nord-Kivu

depuis des générations), et tout le bassin central où les bananes sont souvent cultivées dans des jardins familiaux. Nous estimons qu'il y a environ **200 000 hectares de bananiers** plantains dans le Couloir, souvent en association avec d'autres cultures (cacao, café, tubercules). La productivité est généralement faible (les bananeraies ne sont pas entretenues de manière intensive), mais il s'agit d'une culture pérenne qui présente un intérêt pour la sécurité alimentaire (les fruits sont récoltés tout au long de l'année).

Les légumineuses (arachides, haricots, soja) sont couramment cultivées en association avec le manioc ou le maïs. Par exemple, l'**arachide** est très répandue dans la province de l'Équateur - elle est semée en même temps que le maïs ou le manioc et couvre le sol en fixant l'azote. Sa surface dans le Couloir Vert peut être estimée à ~100 000 ha (souvent en mélange avec d'autres cultures). Le **haricot** (commun) est plus répandu à l'Est (Kivu, Maniema) sur peut-être 50.000 ha dans le Couloir, notamment en rotation après le maïs ou entre les jeunes plants de manioc.

Les tubercules autres que le manioc, notamment la **patate douce** (environ 384 000 tonnes produites dans le pays en 2018) et le **taro/malanga**, occupent des surfaces modestes mais localement significatives (zones humides). Dans la Tshopo et la Mongala, la patate douce est cultivée sur des sols alluvionnaires légers ; elle est incluse dans les " autres cultures vivrières " pour quelques dizaines de milliers d'hectares.

En bref, ces diverses cultures vivrières forment une **mosaïque agricole complexe** dans le Couloir Vert. Notre estimation globale pour les "autres cultures vivrières" (à l'exclusion du manioc, du maïs et du riz) est d'environ **150 000 à 200 000 hectares** dans le Couloir, avec une prédominance du plantain. Ce chiffre est délibérément approximatif car ces cultures sont souvent intercalées sur les mêmes parcelles que les principales grandes cultures.

L'enjeu pour ces productions est d'améliorer les itinéraires techniques (par exemple, introduire des variétés de plantain résistantes à la maladie de Panama, promouvoir des variétés d'arachide à haut rendement, etc.) et de mieux les intégrer dans les circuits économiques. Certaines, comme l'**ananas** (213 000 t en 2018), dont une grande partie en Équateur), pourraient devenir des cultures de rente locales (transformées en jus séché, etc.). En promouvant l'agro-industrie durable, le Couloir Vert peut contribuer à développer des *chaînes de valeur* pour ces produits, qui sont actuellement confinés à l'autoconsommation ou à de petits marchés locaux.

Ajustements et répartition des superficies estimées par culture et par province

Afin de compléter l'estimation globale des surfaces cultivées dans le Couloir Vert Kivu-Kinshasa, une répartition par province a été réalisée en combinant les données de terrain disponibles, les caractéristiques agro-écologiques, les dynamiques sectorielles et les tendances historiques ou récentes de la production.

Chaque portion de province recoupant le Couloir Vert a été identifiée. Cela permet de ventiler les résultats par province du Couloir. Par exemple, la province de la Mongala n'est incluse que pour sa frange sud-est autour de Bumba (zone du Couloir), tandis que la province du Nord-Kivu n'est

représentée que par le territoire de Beni (extrémité est du Couloir). Un tableau de correspondance entre provinces/territoires et inclusion dans le Couloir a été établi.

Pour chaque province traversée par le **Couloir Vert** (environ 3,04 millions d'hectares cultivés au total selon les données fournies), nous avons réparti les principales cultures selon plusieurs étapes et hypothèses :

- **Réserve pour les jachères et les cultures secondaires (15 %)** : Environ **15 %** de la superficie agricole provinciale totale n'est pas allouée, ce qui correspond aux jachères et aux cultures secondaires qui n'ont pas été examinées en détail. Ainsi, nous n'attribuons qu'environ **85 %** de la superficie agricole de chaque province aux cultures énumérées ci-dessous. Cette part de 15 % non attribuée reflète la rotation des cultures en jachère (pratique courante dans ces régions) et d'autres cultures mineures qui ne sont pas prises en compte dans cette analyse.
- **Cultures commerciales (cacao, café, palmier à huile, caoutchouc)** : Nous avons intégré les chiffres spécifiques ajustés dans les analyses précédentes pour ces cultures commerciales, en **les fixant par province** selon les estimations disponibles :
 - **Cacao** - un total d'environ **15 000 ha** dans l'ensemble du Couloir Vert, principalement répartis dans le **Nord-Kivu**, l'**Ituri** et la **Tshopo** (principales zones de culture du cacao, par exemple dans la région de Beni et de Kisangani). Ces 15 000 ha ont été répartis entre ces provinces (par exemple, une majorité au Nord-Kivu, le reste partagé entre l'Ituri et la Tshopo) sur la base des informations disponibles.
 - **Café** - superficie totale estimée à environ **25 000 ha** dans le Couloir Vert, répartie sur plusieurs provinces traditionnellement productrices de café. Sont notamment considérées le **Nord Kivu** (café arabica sur les hauts plateaux) et certaines provinces du bassin équatorial comme l'**Équateur**, la **Mongala**, la **Tshuapa**, le **Bas-Uele** et la **Tshopo** (café robusta) où existent encore des plantations ou des cultures villageoises de café. Chaque province concernée se voit attribuer une part de ces 25 000 ha en fonction de son importance historique dans la production de café (par exemple, Nord-Kivu ≈ 8 000 ha, Ituri ≈ 3 000 ha, Équateur ≈ 3 000 ha, Mongala ≈ 3 000 ha, etc.)
 - **Palmier à huile** - une superficie totale d'environ **85 000 ha** est consacrée à l'huile de palme. Cette culture est surtout présente dans les provinces à climat équatorial. Nous avons donc réparti ces 85 000 ha principalement dans la **Tshopo**, la **Mongala** et l'**Équateur**, qui abritent d'anciennes plantations industrielles (ex. Lokutu dans la Tshopo, Yaligimba dans la Mongala, Boteka dans l'Équateur) ainsi que de nombreuses exploitations villageoises de palmiers. D'autres provinces du Couloir ont des palmeraies plus modestes (ex. **Tshuapa**, **Sud-Ubangi**, **Bas-Uele**, **Maï-Ndombe**), auxquelles nous avons alloué une surface plus petite. Les provinces qui ne sont pas traditionnellement associées aux palmeraies (par exemple la ville de

Kinshasa, le Nord-Kivu montagneux) ne reçoivent qu'une part négligeable ou pas de part du tout.

- *Hévéa* (caoutchouc) - moins répandu dans le Couloir Vert (quelques vieilles plantations historiques). Nous avons estimé un total d'environ **5.000 ha** de plantations d'hévéa, réparties à petite échelle dans certaines provinces de la région équatoriale (notamment **Equateur, Mongala, Tshuapa, Bas-Uele, Tshopo**). Cette contribution reste marginale par rapport aux autres cultures.
- **Cultures vivrières (manioc, maïs, riz, plantain, autres cultures vivrières)** : Une fois les surfaces de cultures de rente déduites, le reste de la surface agricole (~245 000 ha) est alloué aux cultures vivrières de base. La répartition entre ces cultures vivrières est basée sur des **pondérations empiriques** tirées d'analyses antérieures de l'importance relative de chaque culture vivrière dans la région :
 - *Manioc* - environ **47 %** des surfaces cultivées (à l'exclusion des jachères) sont consacrées au manioc, l'aliment de base prédominant dans toutes les provinces du Couloir.
 - *Le maïs* - environ **19 %** des terres cultivées, la deuxième culture vivrière la plus importante, en particulier dans les zones suburbaines et les savanes.
 - *Bananes plantains* - environ **14%** des terres cultivées. La banane plantain est surtout cultivée dans les zones de forêt humide (proportion importante en Équateur, Tshopo, etc.), mais cette moyenne est appliquée ici à l'ensemble du Couloir.
 - *Riz* - environ **10 %** des terres cultivées. Le riz est cultivé dans des zones plus localisées (par exemple dans les vallées ou les rizières inondables), et sa part moyenne reste modeste.
 - *Autres cultures vivrières* - environ **10 %** de la superficie. Cette catégorie comprend d'autres cultures vivrières secondaires (patates douces, ignames, taro, légumes, arachides, haricots, etc.) qui, cumulées, occupent le reste de la surface agricole.

Ces pourcentages ont été appliqués **sur une base provinciale** : pour chaque province, nous avons soustrait les hectares déjà occupés par le cacao, le café, le palmier et l'hévéa (selon les estimations présentées ci-dessus), puis nous avons réparti la superficie restante des cultures vivrières selon les ratios 55/20/10/5/10 (en veillant à ce que toutes les cultures occupent environ 85 % de la superficie agricole provinciale). Les chiffres obtenus par province ont ensuite été arrondis à l'hectare le plus proche.

Répartition actualisée par province

La mise à jour de la répartition des surfaces agricoles par province dans le Couloir Vert a été réalisée en intégrant les données spatiales les plus récentes (ESA-CCI, Verhegghen, Copernicus) et en ajustant les estimations pour refléter les réalités du terrain ainsi que les données disponibles de l'INS (2023). La superficie agricole provinciale totale a été estimée à environ **3,04 millions**

d'hectares, dont environ 85% sont effectivement cultivés chaque année, soit environ **2,58 millions d'hectares**.

Les cultures de rente (cacao, café, palmier à huile, caoutchouc) avaient déjà été estimées séparément sur la base de données spécifiques et validées par des experts sectoriels. Ces superficies sont donc restées fixes pour chaque province, totalisant environ **130 000 ha** dans le Couloir Vert. Les superficies des cultures vivrières (manioc, maïs, riz, plantain, autres cultures vivrières) ont ensuite été recalculées en répartissant les superficies restantes sur la base de ratios ajustés, notamment pour mieux refléter la superficie réelle estimée pour le riz (~245.000 hectares au lieu de ~123.000 hectares initialement proposés).

Annexe 6 - Résultats des analyses pour les FAB

#	Ville	Population, #	Population, % of total	Industrial hub type	Transformation capacity, tons / year	CAPEX, \$ / year	Revenues, \$ / year	Profits, \$ / year	Cashflow hub + FOB, \$ / year
2	Kisangani	1,300,000	5.19%	10T - Medium insecurity - Expected	11,488	2,800,000	7,218,649	955,791	748,924
4	Dutembo	950,000	3.79%	1T - High insecurity - Actual	976	1,471,167	566,169	41,035	-311,432
5	Beni	750,000	2.99%	10T - High insecurity - Actual	8,297	2,800,000	4,812,433	558,795	206,329
8	Lisala	246,527	0.98%	1T - Low insecurity - Expected	1,352	1,321,167	905,870	127,245	-3,821
11	Oicha	163,137	0.65%	10T - High insecurity - Actual	8,297	2,800,000	4,812,433	558,795	206,329
17	Mangina	97,264	0.39%	1T - High insecurity - Expected	1,352	1,471,167	905,870	127,245	-225,221
29	Mutwanga	54,849	0.22%	1T - High insecurity - Actual	976	1,471,167	566,169	41,035	-311,432
40	Basoko	42,790	0.17%	1T - Low insecurity - Actual	976	1,321,167	566,169	41,035	-90,032
43	Eringeti	42,357	0.17%	1T - High insecurity - Expected	1,352	1,471,167	905,870	127,245	-225,221
50	Bafwasen	36,205	0.14%	10T - Medium insecurity - Expected	11,488	2,800,000	7,218,649	955,791	748,924
56	Mambasa	30,524	0.12%	10T - Medium insecurity - Expected	11,488	2,800,000	7,218,649	955,791	748,924
57	Komanda	29,383	0.12%	10T - High insecurity - Expected	11,488	2,800,000	7,218,649	955,791	603,324
58	Mbau	29,347	0.12%	1T - High insecurity - Expected	1,352	1,471,167	905,870	127,245	-225,221
72	Biakato	21,680	0.09%	1T - High insecurity - Expected	1,352	1,471,167	905,870	127,245	-225,221
75	Isangl	20,634	0.08%	1T - Low insecurity - Actual	976	1,321,167	566,169	41,035	-90,032
85	Bahwaban	15,729	0.06%	1T - Medium insecurity - Expected	1,352	1,371,167	905,870	127,245	79,621
89	Nia-Nia	14,113	0.06%	1T - Medium insecurity - Expected	1,352	1,371,167	905,870	127,245	-79,621
109	Ubundu	9,652	0.04%	1T - Low insecurity - Expected	1,352	1,321,167	905,870	127,245	-3,821
126	Bafwambi	1,635	0.01%	1T - Low insecurity - Expected	1,352	1,321,167	905,870	127,245	-3,821
Total					78,615	34,975,167	48,916,965	6,250,099	1,388,232

Annexe 7 - Résultats des analyses pour les principales installations de traitement

					Total (excluding ZES)			
#	Ville	Population, #	Transfo capacity total, t / y	CAPEX total / y	Revenues total, \$	Profits total, \$		
2	Kisangani	1,300,000	80,560	9,500,000	28,800,000	2,822,400		
3	Goma	1,050,000	158,560	30,000,000	119,280,000	9,811,200		
6	Mbandaka	550,000	33,760	5,000,000	3,840,000	576,000		
26	Maluku	57,146	49,360	6,500,000	8,520,000	997,200		
29	Mutwanga	54,849	176,120	84,000,000	358,384,000	49,014,000		
49	Lubero	37,827	135,784	24,600,000	77,883,840	7,314,576		
Total			634,144	159,600,000	596,707,840	70,535,376		

Annexe 8 - Matrice des distances entre les villes de la RDC

Distances from Capital City to Major Towns (km)	KINSHASA	MATADI	BANDUNDU	KANANGA	MBUJI MAYI	LUBUMBASHI	KINDU	BUKAVU	GOMA	KISANGANI	MBANDAKA
KINSHASA		355	490	1,105	1,283	2,317	2,033	2,660	2,709	2,624	3,192
MATADI	355		1,051	1,460	1,638	2,672	2,388	3,015	3,064	2,979	3,547
BANDUNDU	490	1,051		973	1,151	2,184	1,901	2,528	2,577	2,492	3,059
KANANGA	1,105	1,460	973		179	1,212	928	1,556	1,604	1,520	2,087
MBUJI MAYI	1,283	1,638	1,151	179		1,036	752	1,379	1,428	1,344	1,911
LUBUMBASHI	2,317	2,672	2,184	1,212	1,036		1,421	1,432	1,655	2,013	2,831
KINDU	2,033	2,388	1,901	928	752	1,421		627	841	591	1,878
BUKAVU	2,660	3,015	2,528	1,556	1,379	1,432	627		220	647	2,028
GOMA	2,709	3,064	2,577	1,604	1,428	1,655	841	220		856	2,237
KISANGANI	2,624	2,979	2,492	1,520	1,344	2,013	591	647	856		1,577
MBANDAKA	3,192	3,547	3,059	2,087	1,911	2,831	1,878	2,028	2,237	1,577	

Le tableau a été exporté du site web suivant : https://lca.logcluster.org/democratic-republic-congo-23-democratic-republic-congo-road-network?utm_source=chatgpt.com

Annexe 9 - Calculs détaillés de la finance carbone

1. Stocks de carbone dans le Couloir Vert

Les estimations des ensembles de données sur la biomasse mondiale (Baccini et al., 2012 ; Saatchi et al., 2011) et les affinements régionaux suggèrent des valeurs de stock de carbone aérien (AGC) de :

- **150-250 tC/ha** dans les forêts denses et humides (par exemple, Tshopo, Ituri, Équateur).
- **90-130 tC/ha** dans les forêts dégradées et semi-décidues (par exemple, Mongala, Mai-Ndombe).
- **Jusqu'à 1 400 tC/ha** dans les tourbières si l'on considère le carbone souterrain (Dargie et al., 2017).

Pour estimer la quantité totale de carbone stockée dans le Couloir, nous utilisons des moyennes pondérées dans l'espace de la densité de carbone aérien (AGCD) tirées d'études régionales et mondiales :

L'objectif du Couloir est de protéger au moins **100 000 km² supplémentaires de forêts intactes** (sur les 285 000 forêts intactes qu'il couvre, dont plus de 50 000 km² sont déjà sous statut de conservation), une zone qui, selon cette estimation, exclut les zones humides et les tourbières, les savanes, les zones urbaines et agricoles, et se concentre uniquement sur les zones forestières éligibles à l'octroi de crédits carbone dans le cadre de REDD+ ou d'approches juridiques.

Sur la base des données de Baccini et al. (2012), Saatchi et al. (2011) et Dargie et al. (2017), nous appliquons une **moyenne prudente de 180-200 tC/ha** pour le mélange de forêts primaires intactes et dégradées du Couloir.

Si l'on considère que 1 tonne de carbone = **3,667 tonnes de CO₂**, il faut donc.. :

- 180 tC/ha × 3,667 = **660 tCO₂/ha**
- 200 tC/ha × 3,667 = **733 tCO₂/ha**

Estimation basse : 10 millions d'hectares × 660 tCO₂/ha = **6,6 milliards de tCO₂**.

Estimation haute : 10 millions d'hectares × 733 tCO₂/ha = **7,33 milliards de tCO₂**.

Cependant, **la totalité de ce stock n'est pas comptabilisable**. Dans le cadre de la finance carbone, seule la partie des émissions qui serait **évitée** par rapport à une base de référence projetée peut être revendiquée en tant que crédits carbone. En outre, pour refléter un *potentiel accessible réaliste*, nous appliquons une forte réduction pour les zones non crédibles, l'inaccessibilité et les contraintes politiques.

Application d'une **réduction d'inéligibilité de 70 %** (courante dans les calculs REDD+ juridiques en raison des limitations d'utilisation des terres, des parcelles non forestières et des tampons MRV) :

- 6,6 à 7,3 milliards de tCO₂ × 30 % = **~2,0 à 2,2 milliards de tCO₂ de stock de carbone potentiel crédité et mesurable**.

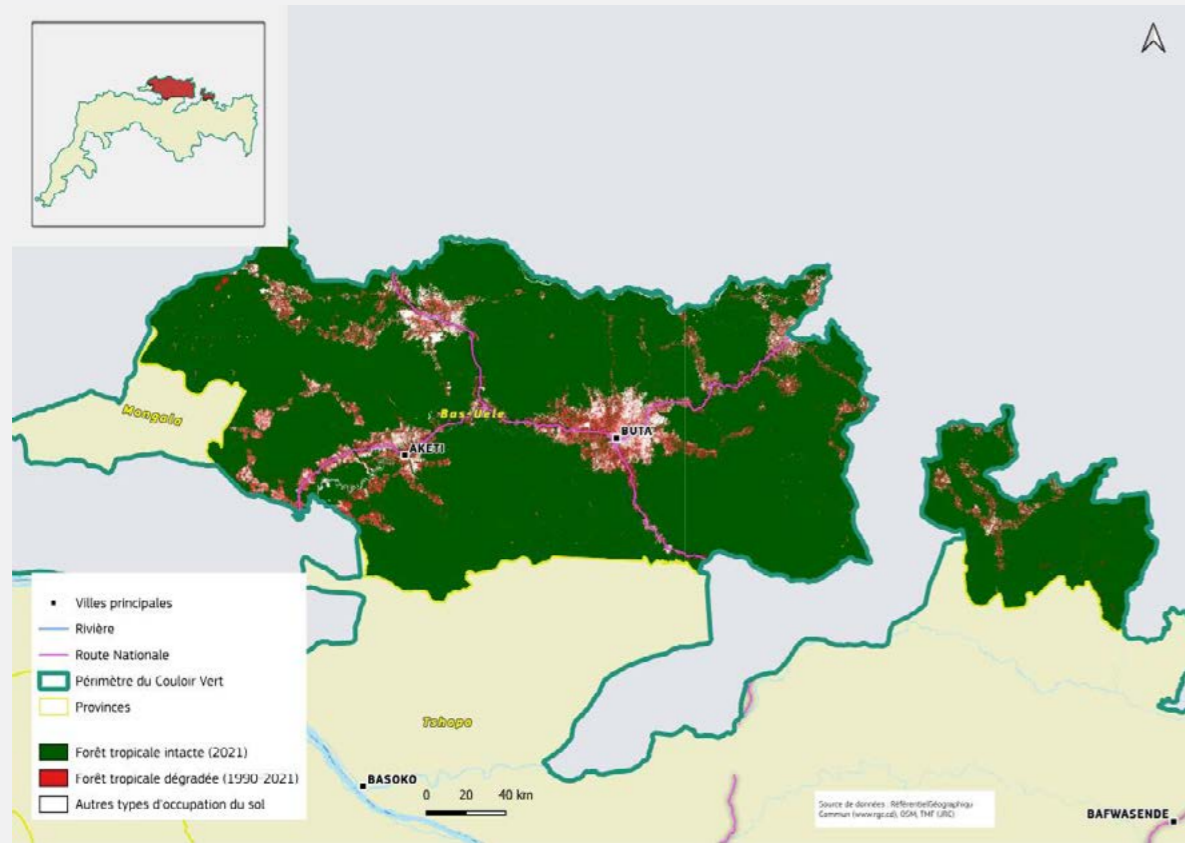
Cela correspond aux estimations juridiques prudentes utilisées dans des pays comme la Colombie, le Pérou et la Guyane lors du calcul de l'offre réaliste d'atténuation dans le cadre d'ART-TREES ou de LEAF.

Note : Ces estimations **ne comprennent que la biomasse aérienne** et excluent :

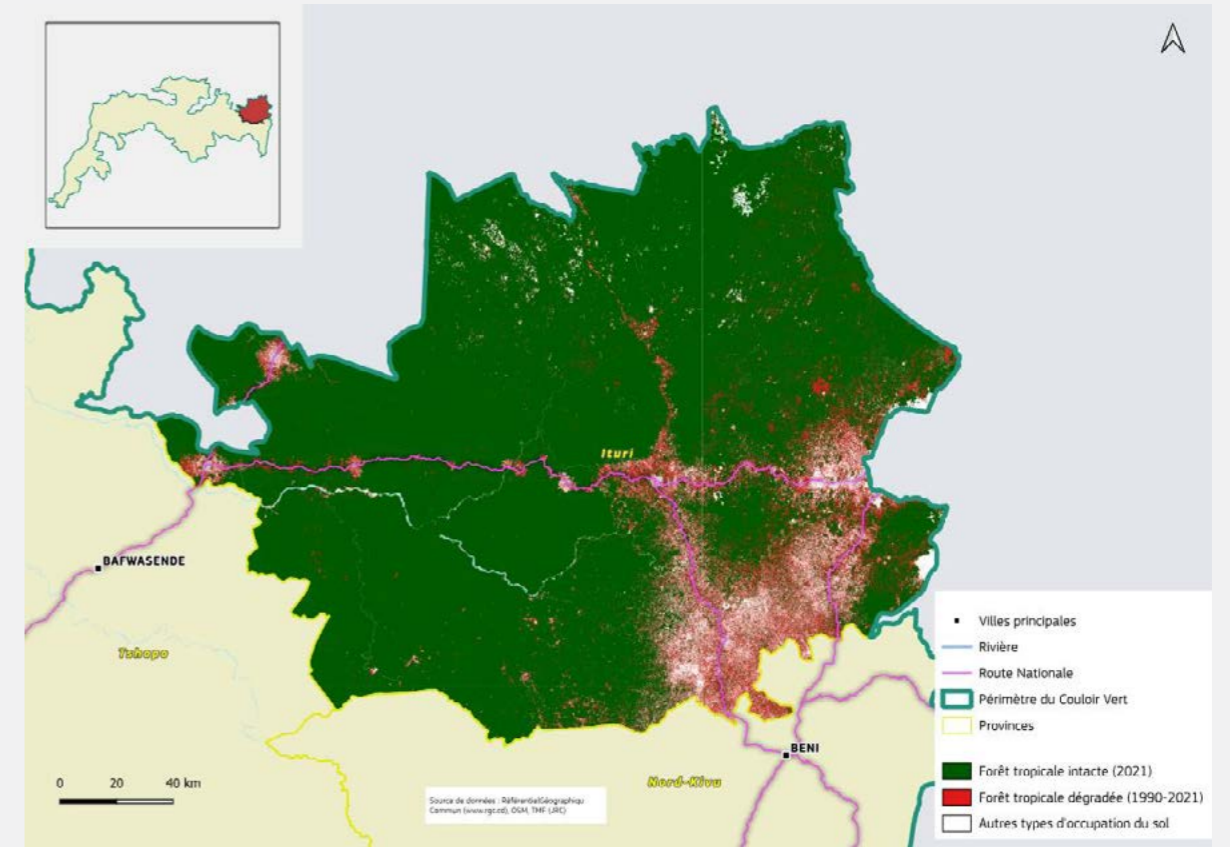
- Biomasse racinaire souterraine (~15-25% de l'AGB)
- **Le carbone des tourbières**, qui, dans la Cuvette centrale, peut dépasser **1 000 tC/ha** dans la matière organique du sol. L'inclusion des tourbières pourrait augmenter le stock total de carbone de plusieurs centaines de millions de tonnes, mais ces bassins sont souvent exclus des méthodologies actuelles en raison d'une plus grande incertitude et des risques liés à la permanence.

Annexe 10 - Cartes de la déforestation par province

Bas-Uele



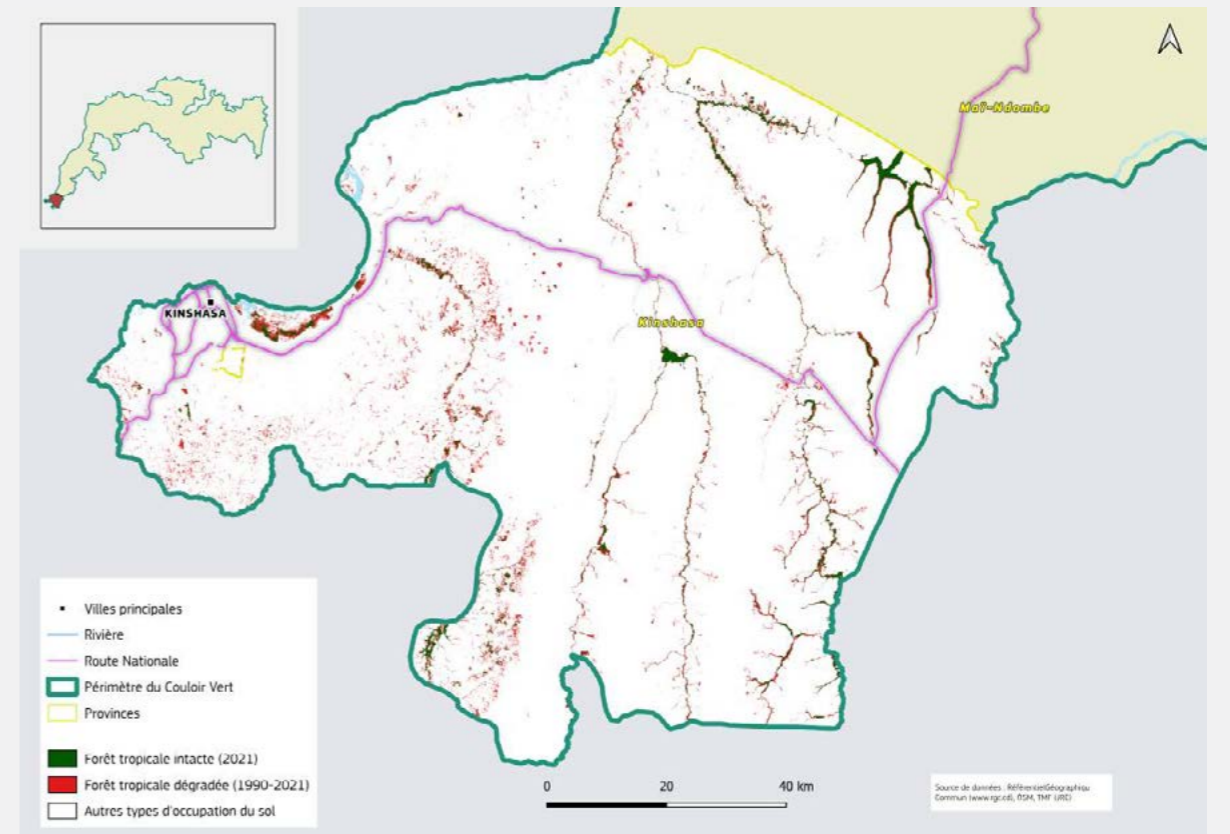
Ituri



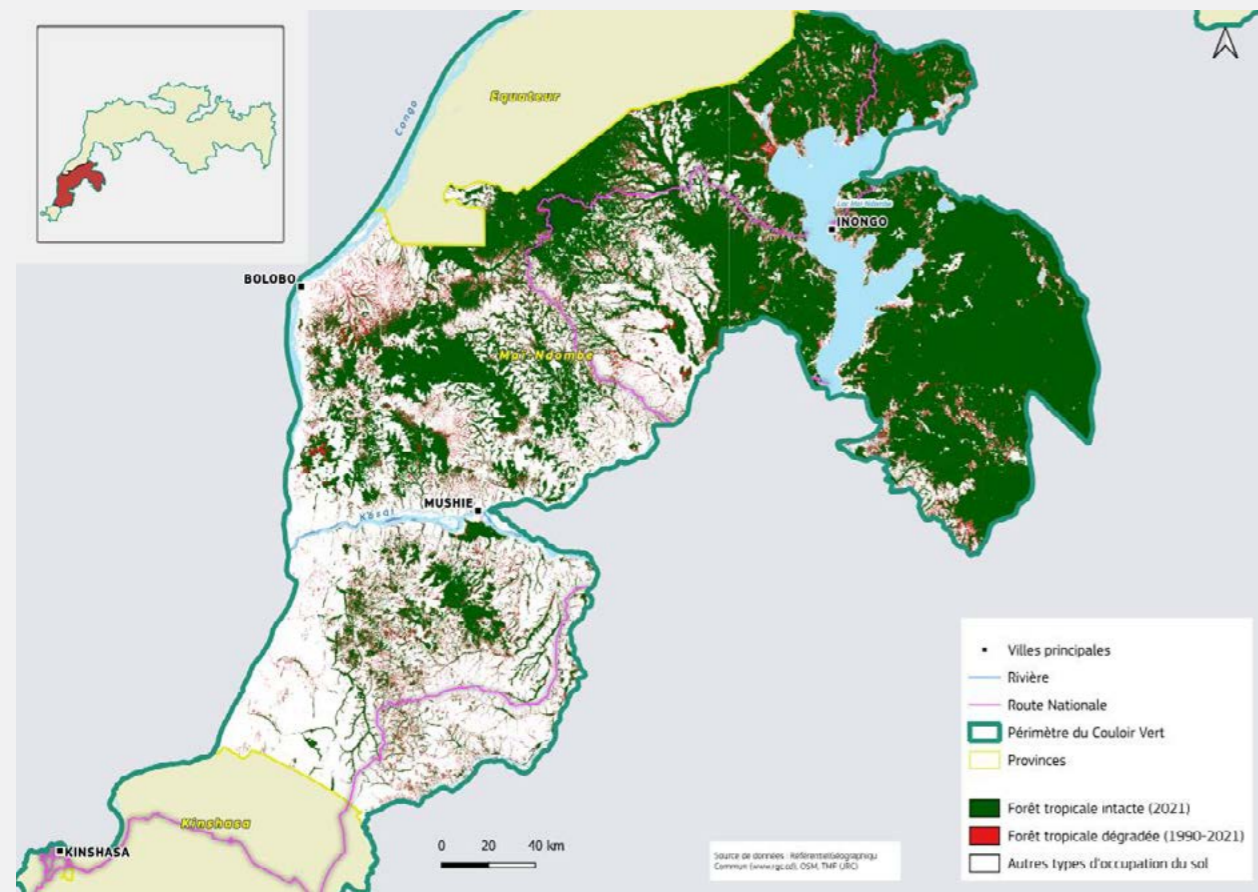
Équateur



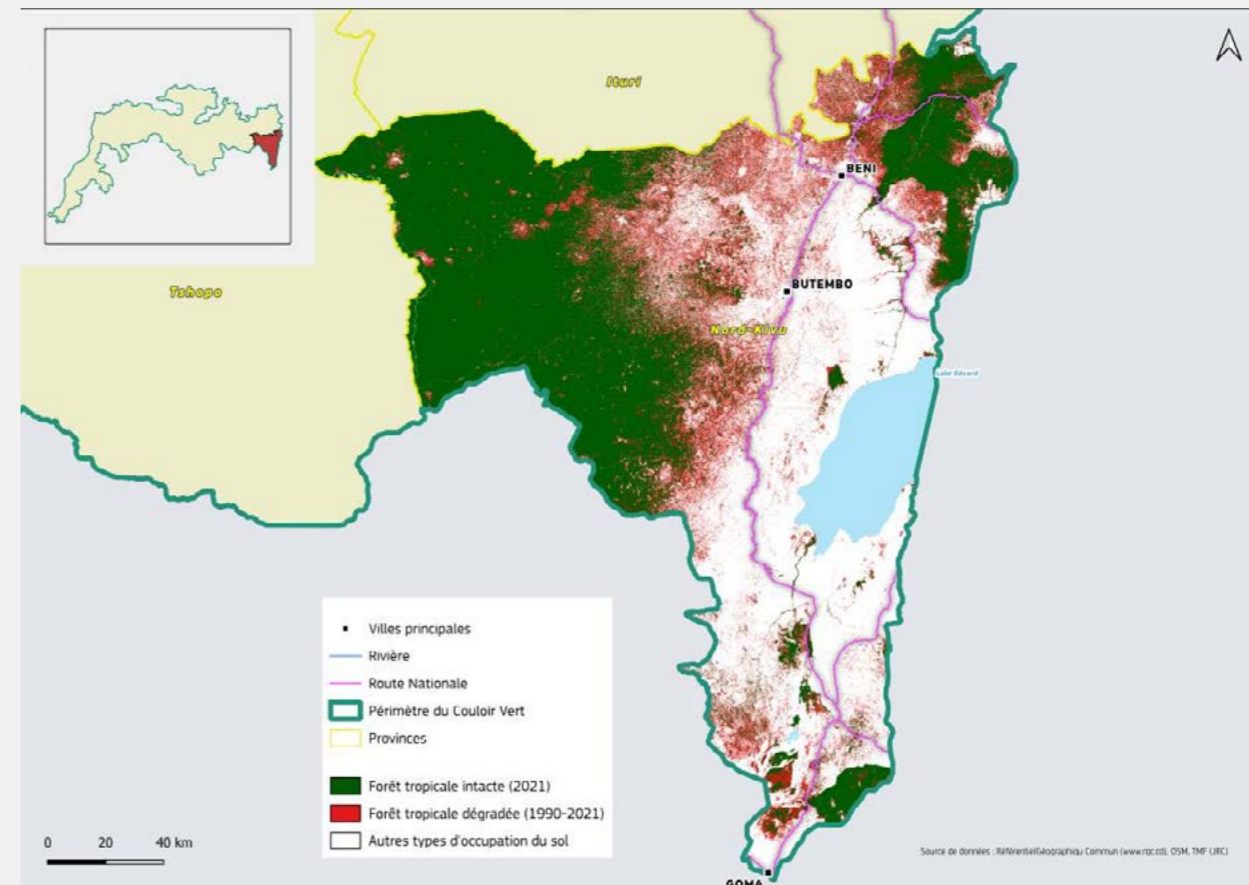
Kinshasa



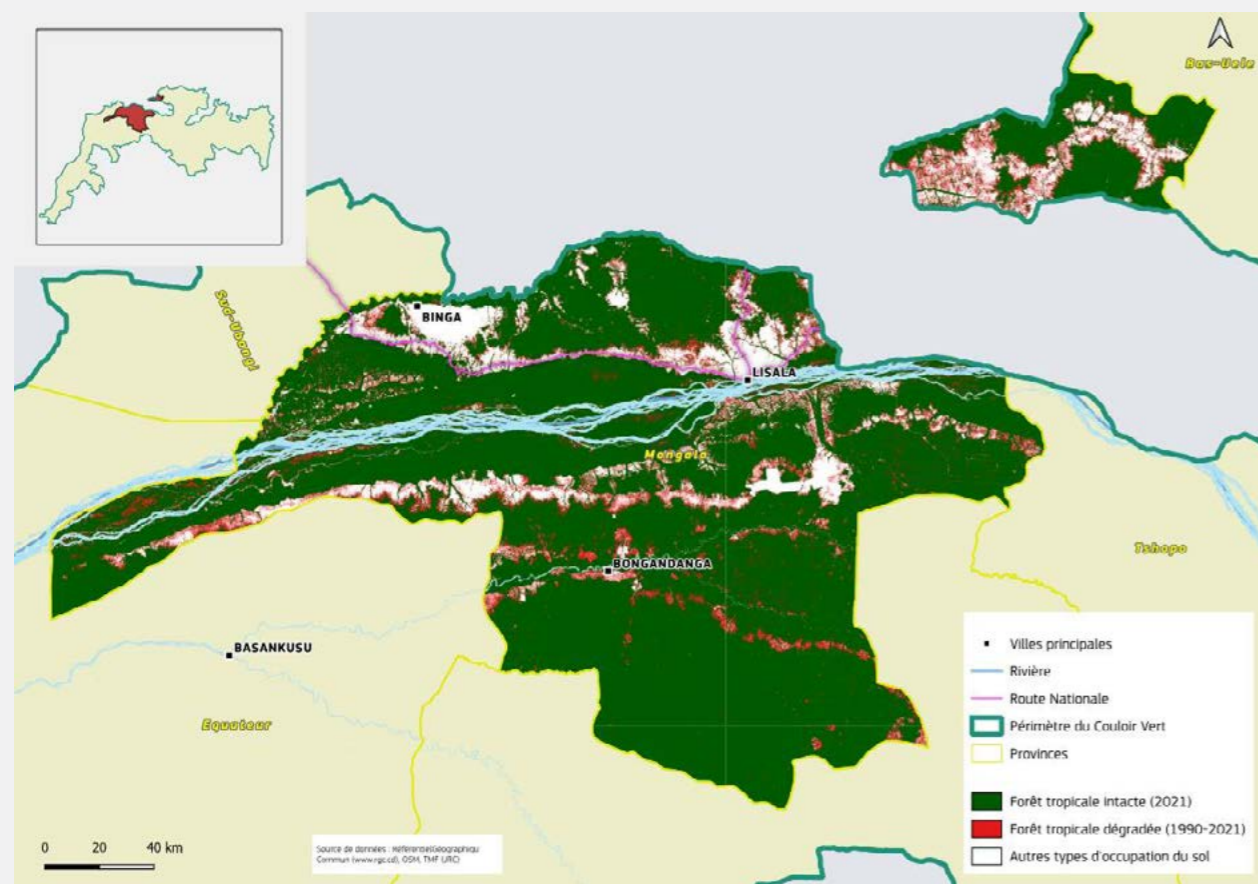
Mai-Ndombe



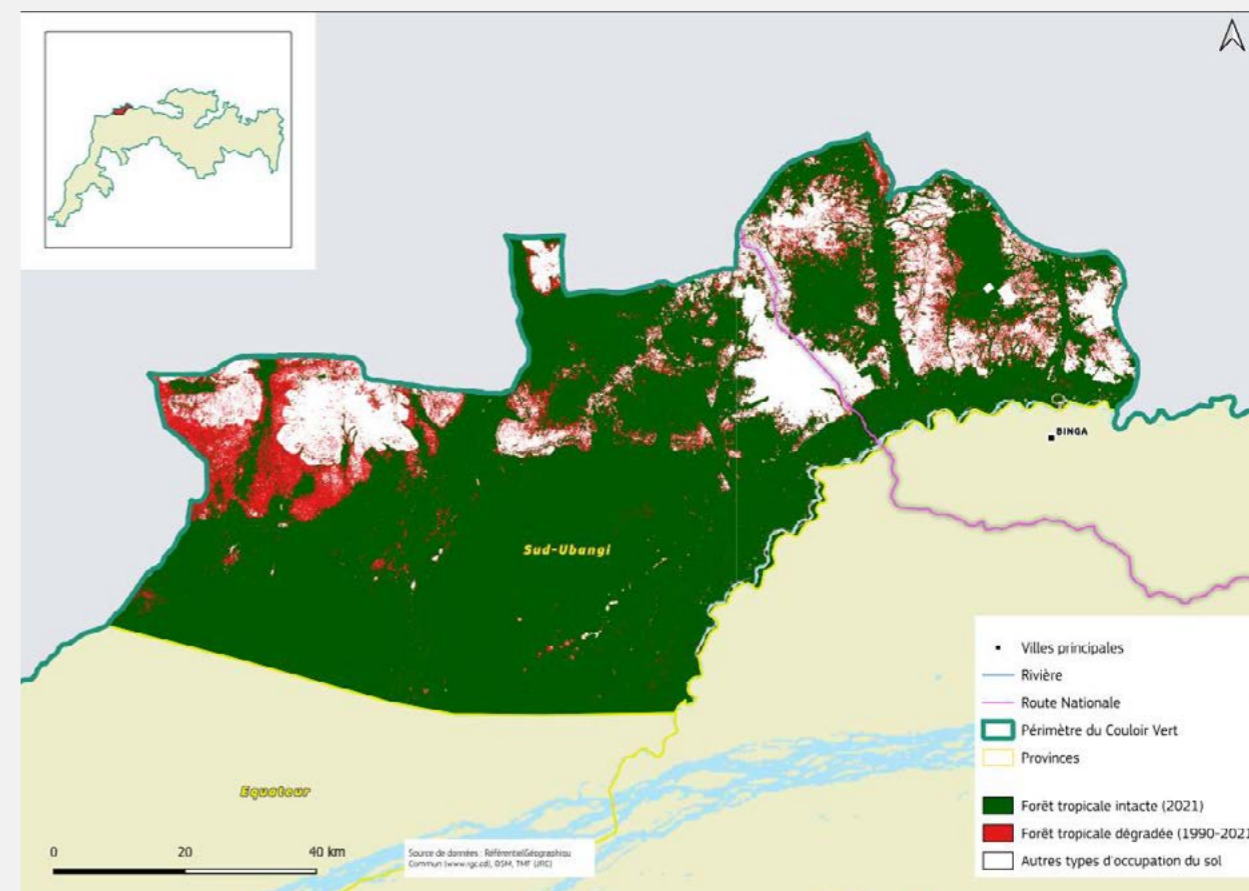
Nord-Kivu



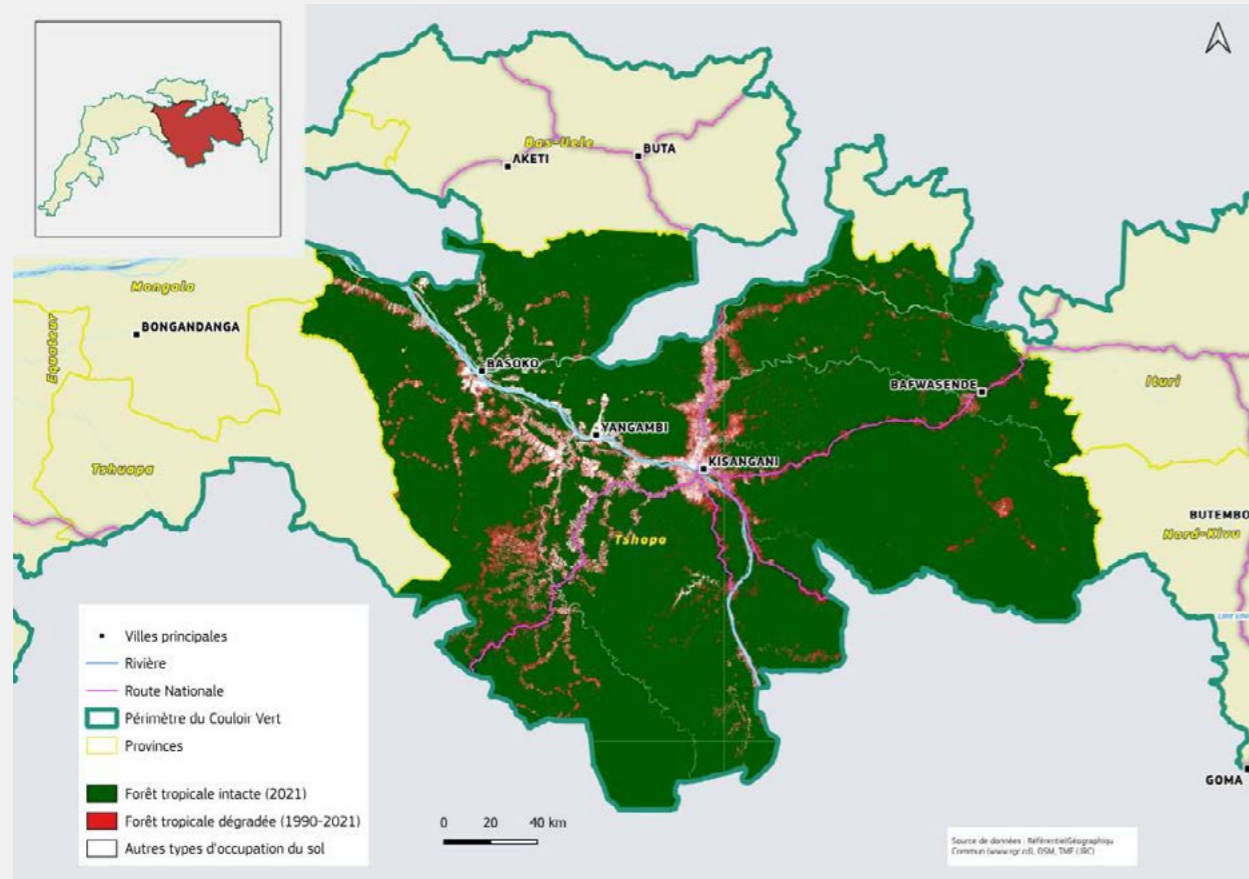
Mongala



Sud-Ubangi



Tshopo



Tshuapa



ÉTUDE DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DU COULOIR VERT DU FLEUVE CONGO EN RDC

Emmanuel de Merode
CEO Virunga Foundation
Directeur du Parc National des Virunga
edemerode@virunga.org

Jérôme Gabriel
jgabriel@virunga.org

Date de mise à jour du document :
07 Avril 2025 • Version : 1.0