

G R O U P E
AGÉCO

**ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) ENVIRONNEMENTALE
D'UNE MINE DE BAUXITE EN GUINÉE**

PRÉSENTÉ À



DEPUIS 1963

RAPPORT FINAL

AVRIL 2023

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Julie-Anne Chayer, Ing.

Bastien Roure, Ing. Jr., M.Sc.A.

Alban Pilard, M. Ing.

Hugues Imbeault-Tétreault, ing., M.Sc.A.

Gestionnaire de compte

Gestionnaire de projet et analyste principal

Analyste principal

Contrôle technique et contrôle qualité

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Saran Camara

Sidiki Fofana

Françoise Goutier

Benoît Bellorini

Fernando Medina

Apollinaire Loua

Barry Thierno Sadou

Responsable ASI – Assistante exécutive

Directeur Stratégie & Changement

Responsable de la reddition de compte

Chef Service – Production et Distribution Énergie

Chef Service – Environnement et Surveillance

Ingénieur de Procédé

Gestionnaire - Ingénieur

SOMMAIRE

CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La Compagnie des bauxites de Guinée (CBG) a été créée en 1963 afin d'exploiter les gisements de Guinée, dont le plus important de ces gisements, le plateau de Sangarédi, composé à 52 % d'alumine. La CBG produit jusqu'à 19 millions de tonnes par an, ce qui en fait l'une des plus grandes compagnies productrices de bauxite au monde.

L'objectif principal de cette étude est de réaliser l'ACV préliminaire des opérations d'extraction du minerai de bauxite en Guinée par la CBG. Ce premier rapport constitue la première phase du projet d'ACV complète qui par la suite intégrera une analyse approfondie des impacts environnementaux et des recommandations en section d'interprétation. Le présent rapport, qui constitue la première phase d'ACV permet de répondre aux objectifs de performance concernant la gestion de l'administration des matériaux pour la certification de l'Aluminium Stewardship Initiative (ASI) souhaitée par la CBG.

Le système à l'étude est donc l'ensemble des opérations annuelles pour l'année de référence 2021, de l'extraction du minerai de bauxite de gisements localisés dans les préfectures de Boké, Témimélé et Goual au chargement dans les navires. L'usine de Kamsar est le site où les opérations de concassage, de stockage et de séchage se font après que la bauxite ait été acheminée par trains depuis les sites miniers.

MÉTHODOLOGIE

Les résultats de l'analyse du cycle de vie (ACV) présentée dans ce rapport se rapportent à « une tonne de bauxite sèche chargée en navire ». L'analyse comprend les étapes suivantes : 1) forage d'exploration, dynamitage et excavation de l'*overburden* et du minerai; 2) chargement et transport ferroviaire; 3) concassage et stockage; 4) séchage et 5) transport et chargement dans les navires. Les données d'avant-plan employées pour modéliser les opérations d'exploitation minière de la bauxite ont été fournies par la CBG. Le cas échéant, des articles scientifiques et rapports ont permis de compléter les données primaires. La base de données ecoinvent 3.8, reconnue internationalement pour la qualité et la complétude des processus d'inventaire du cycle de vie (ICV) qui s'y trouvent, a été utilisée pour modéliser le système d'arrière-plan (incluant l'approvisionnement).

PRINCIPAUX RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

Pour le profil environnemental de la production d'une tonne de bauxite chargée sur navire, il ressort des résultats que, l'utilisation et la combustion de combustibles fossiles lors de l'extraction, du transport, du concassage et du séchage sont les principaux contributeurs aux impacts environnementaux. Les conclusions sont très similaires, peu importe l'indicateur environnemental regardé, à l'exception de l'utilisation des terres qui fait ressortir l'impact de l'extraction minière sur la transformation des sols.

TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction et contexte	7
2.	Méthodologie : objectifs et champ de l'étude	8
2.1	Objectifs.....	8
2.2	Description générale du produit étudié	8
2.3	Fonction et unité fonctionnelle	9
2.4	Description du système et de ses frontières	9
3.	Inventaire du cycle de vie	12
3.1	Collecte de données et modélisation ICV.....	12
3.2	Données et sources	12
3.2.1	Extraction.....	13
3.2.2	Transport	15
3.2.3	Transformation (dont concassage).....	16
3.2.4	Séchage.....	16
3.2.5	Chargement pour expédition	17
3.2.6	Données secondaires en lien avec la machinerie et les infrastructures	18
3.3	Évaluation de la qualité des données.....	19
4.	Évaluation des impacts du cycle de vie	20
4.1	Indicateurs environnementaux	20
4.2	Profil environnemental de la production de bauxite	24
5.	Conclusions, limites et suite du projet	27
	Références	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Caractéristiques de composition du minerai, moyenne annuelle.....	9
Tableau 3.1 : Volumes de production par étape.....	13
Tableau 3.2 : Données en lien avec l'étape de décapage	13
Tableau 3.3 : Données en lien avec les étapes de forage et de dynamitage	14
Tableau 3.4 : Données en lien avec l'étape d'excavation	14
Tableau 3.5 : Données en lien avec l'étape de transport en camion	15
Tableau 3.6 : Données en lien avec l'étape de chargement et déchargement.....	15
Tableau 3.7 : Données en lien avec l'étape de transport en train	15
Tableau 3.8 : Données en lien avec l'étape de production d'électricité.....	16
Tableau 3.9 : Données en lien avec l'étape de concassage.....	16
Tableau 3.10 : Données en lien avec l'étape de séchage.....	17
Tableau 3.11 : Données en lien avec l'étape de chargement de la bauxite dans les navires	17
Tableau 3.12 : Données en lien avec l'étape de gestion du port	18
Tableau 3.13 : Données secondaires utilisées et modélisées avec les processus tirés d'ecoinvent 3.8.....	18
Tableau 3.14 : Niveau de confiance associé aux données de chaque étape	19
Tableau 4.1 : Indicateurs environnementaux de la méthode EF V3	20
Tableau 4.2: Indicateurs environnementaux non évalués	23
Tableau 4.3 : Résultats des impacts environnementaux par tonne de bauxite expédiée en 2021 par la CBG...	25
Tableau 4.4 : Analyse de contribution.....	26

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Frontières du système pour l'ACV de la bauxite	10
Figure 4.1 : Impacts environnementaux de la production de bauxite par la CBG	24

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

ACV	Analyse du Cycle de Vie
ASI	<i>Aluminium Stewardship Initiative</i>
CBG	Compagnie des Bauxites de Guinée
EF	<i>Environmental Footprint</i>
ÉICV	Évaluation des Impacts du Cycle de Vie
GN	Guinée
HFO	Fioul lourd (<i>Heavy Fuel Oil</i>)
IAI	<i>International Aluminium Institute</i>
ICV	Inventaire du Cycle de Vie
PM	Particules fines (<i>Particulate Matter</i>). Les PM10 regroupent les particules de diamètre inférieur à 10 µm, les PM2,5 celles inférieures à 2,5 µm
tkm	tonne.kilomètre, unité de mesure représentant une masse de une tonne transportée sur un kilomètre
UF	Unité Fonctionnelle
US EPA	Agence de Protection de l'Environnement des États-Unis

1. INTRODUCTION ET CONTEXTE

La Compagnie des bauxites de Guinée SA (CBG) est une exploitation de bauxite en Guinée détenue par Halco Mining Inc. (51 %) et la République de Guinée (49 %). Halco est un consortium composé de Rio Tinto (45 %), Alcoa (45 %) et Dadco Investments (10 %). La CBG a été créée en 1963 afin d'exploiter les gisements de Guinée qui constituent les plus grandes réserves de ce minerai au monde. Le plus important gisement était le plateau de Sangarédi, dont la teneur en alumine est parmi les plus élevées au monde pour une source de surface, car composée à 52 % d'alumine. Elle produit jusqu'à 19 millions de tonnes par an ce qui fait de la compagnie l'une des plus grandes productrices de bauxite au monde (CBG, 2023a). Depuis 1973 et le début des exportations, la CBG a expédié plus de 500 millions de tonnes de bauxite sur le marché mondial, ce qui en fait un leader mondial.

Dans le but de répondre aux enjeux de durabilité dans la chaîne de valeur de l'aluminium, l'Aluminium Stewardship Initiative (ASI) a développé la norme de performance ASI V3 (ASI, 2022). Celle-ci définit 62 principes et critères environnementaux, sociaux et de gouvernance pour permettre aux différents acteurs de la filière de conduire une évaluation complète de leurs activités.

Dans ce contexte de certification de, les objectifs de performance concernant la gestion de l'administration des matériaux (Principe #4 - Intendance des Matériaux (*Material Stewardship*)) requièrent la réalisation et la communication d'une analyse environnementale du cycle de vie de ses produits soit en l'occurrence la production de bauxite (ASI, 2022). Pour répondre à ces exigences, la CBG souhaite donc réaliser une analyse de cycle de vie (ACV) de type « Berceau à la porte de l'usine » basé sur les standards internationalement reconnus ISO 14040 (ISO, 2006a) et 14044 (ISO, 2006b) afin d'évaluer et comprendre l'impact de ses activités de l'extraction de bauxite jusqu'à son chargement sur les navires. Dans ce contexte, la CBG a mandaté Groupe AGÉCO, une firme reconnue en responsabilité d'entreprise et en analyse du cycle de vie, afin de l'accompagner dans la réalisation de ce bilan environnemental.

Le présent rapport a été réalisé en se basant de manière rigoureuse sur les normes ISO 14040 et 14044. Étant donné que le processus de revue critique est uniquement requis pour la communication de résultats comparatifs, les résultats et les conclusions de l'analyse du cycle de vie présentés dans ce rapport n'ont pas été soumis à un tel processus. Ils peuvent donc ne pas être entièrement conformes aux exigences des normes ISO 14040 et 14044. Pour s'en assurer, un comité de revue critique, composé d'experts indépendants du domaine de l'analyse du cycle de vie et des secteurs industriels pertinents, doit être créé. Le comité de revue critique aurait le mandat de vérifier que l'étude est conforme aux normes, les méthodologies sont techniquement valables, les données sont appropriées et l'interprétation reflète les limites; le tout dans un rapport d'étude transparent et cohérent. Cette revue exigerait un niveau de détails supplémentaire dans l'étude (en effectuant notamment une analyse plus approfondie de sensibilité et d'incertitude, et en fournissant une description plus détaillée des données).

2. MÉTHODOLOGIE : OBJECTIFS ET CHAMP DE L'ÉTUDE

L'ACV : L'OUTIL LE PLUS RIGOREUX ET RECONNU POUR LES ÉVALUATIONS ENVIRONNEMENTALES

L'ACV est un outil basé sur la science et reconnu internationalement pour évaluer les impacts potentiels sur l'environnement et la santé humaine des produits et services tout au long de leur cycle de vie. La méthode peut être utilisée pour identifier les opportunités d'améliorer la performance environnementale des produits, se conformer à des normes et certifications, éclairer la prise de décision et soutenir les efforts de marketing, de communication et d'éducation.

Ce rapport présente les résultats de la première phase du projet, à savoir l'analyse du cycle de vie préliminaire de la performance environnementale de l'extraction de bauxite par la CBG. Des indicateurs environnementaux supplémentaires seront présentés à la phase 2 de l'ACV. Également, la phase 2 intégrera une analyse approfondie des impacts environnementaux et des recommandations en section d'interprétation.

2.1 OBJECTIFS

L'objectif principal de cette étude est de réaliser l'ACV préliminaire des opérations d'extraction du minerai de bauxite en Guinée par la CBG.

Les objectifs spécifiques de cette étude sont les suivants :

- Fournir les informations nécessaires pour permettre à la CBG de se conformer aux exigences de performance de la certification ASI;
- Comprendre l'empreinte environnementale « berceau à la porte » des opérations de la CBG, soit de l'extraction de la bauxite jusqu'au chargement sur les navires à des fins d'amélioration continue des pratiques;
- Supporter la communication de l'empreinte auprès des clients en disposant d'informations rigoureuses et transparentes.

2.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PRODUIT ÉTUDIÉ

BAUXITE

Comme décrit par Hobart M. King¹, la bauxite est une roche sédimentaire brun rougeâtre principalement constituée de composés d'oxyde d'aluminium, tels que la gibbsite, la boehmite et la diaspore. C'est la première source mondiale d'aluminium. Généralement, le minerai de bauxite se trouve dans les régions tropicales et subtropicales, et il est extrait par exploitation à ciel ouvert. Une fois le minerai extrait, concassé et séché, il est raffiné pour produire de l'alumine, qui est ensuite utilisée pour produire de l'aluminium métallique par électrolyse. L'aluminium est utilisé dans une variété d'applications, telles que la production d'automobiles, d'avions et de matériaux d'emballage. Il est également utilisé dans la construction, les lignes de transmission électrique et les produits de consommation, tels que les canettes de soda et les ustensiles de cuisine. L'extraction de la bauxite est donc le premier maillon



Source de l'image : CBG

¹ Sur le site : <https://geology.com/minerals/bauxite.shtml>

de la chaîne de valeur de la production et de la transformation de l'aluminium. Selon la CBG, il faut près de quatre tonnes de bauxite pour obtenir deux tonnes d'alumine, et deux tonnes d'alumine produisent environ une tonne d'aluminium chaud (CBG, 2023b).

Après une étape de prospection des zones exploitables, la production de bauxite requiert différentes étapes, dont le décapage, le forage et le dynamitage (dans certaines circonstances), l'excavation, le transport, le concassage, le séchage et enfin le chargement pour l'expédition.

Les caractéristiques de composition du minerai sont résumées au Tableau 2.1 (Source : CBG, 2023c).

Tableau 2.1 : Caractéristiques de composition du minerai, moyenne annuelle

Composition du minerai	Matériau	Part
Terres arables	<i>Overburden</i>	7,2 %
	(par m ³ de minerai de bauxite) ²	0,072 m ³ /m ³
Bauxite	Al ₂ O ₃ – Alumine	48,2 %
	SiO ₂	1,5 %
	TiO ₂	2,2 %
	Fe ₂ O ₃	22,1 %
	Autres	26 %

2.3 FONCTION ET UNITÉ FONCTIONNELLE

L'analyse du cycle de vie repose sur une « unité fonctionnelle » comme référence pour évaluer le système de produit à l'étude quant à sa fonction. Il est essentiel que ce paramètre soit clairement défini et mesurable.

La bauxite est extraite pour l'aluminium qu'elle contient afin de produire l'alumine, intrant principal pour la production d'aluminium. Les clients de la CBG se procurent la bauxite selon la composition de celle-ci en unité massique. Ainsi, dans la présente étude, l'unité fonctionnelle pour l'inventaire et l'évaluation des impacts de la bauxite est définie comme suit :

Produire une tonne de bauxite sèche, chargée en navire, en Guinée en 2021

Une teneur plus ou moins élevée en aluminium permet de produire des quantités d'alumine dont l'impact environnemental varie lorsque l'analyse est effectuée sous la loupe de la production d'alumine. La bauxite sèche considérée ici est celle dont la composition est spécifique aux gisements de la CBG. Toute personne désireuse de quantifier l'impact des produits issus de la bauxite doit prendre en considération cet aspect.

2.4 DESCRIPTION DU SYSTÈME ET DE SES FRONTIÈRES

Les frontières délimitent le système à évaluer de manière à identifier les étapes, les processus et les flux qui doivent être pris en compte dans l'ACV. Dans la présente étude, les frontières incluent l'ensemble des

² En 2021, 1 267 884 tonnes d'*overburden* décapé pour 17 608 244 tonnes de minerai extrait.

activités pertinentes à l'atteinte des objectifs (section 2.1) et à la réalisation de la fonction exprimée à l'aide de l'unité fonctionnelle (section 2.3). Les étapes du cycle de vie prises en compte sont illustrées à la Figure 2.1.

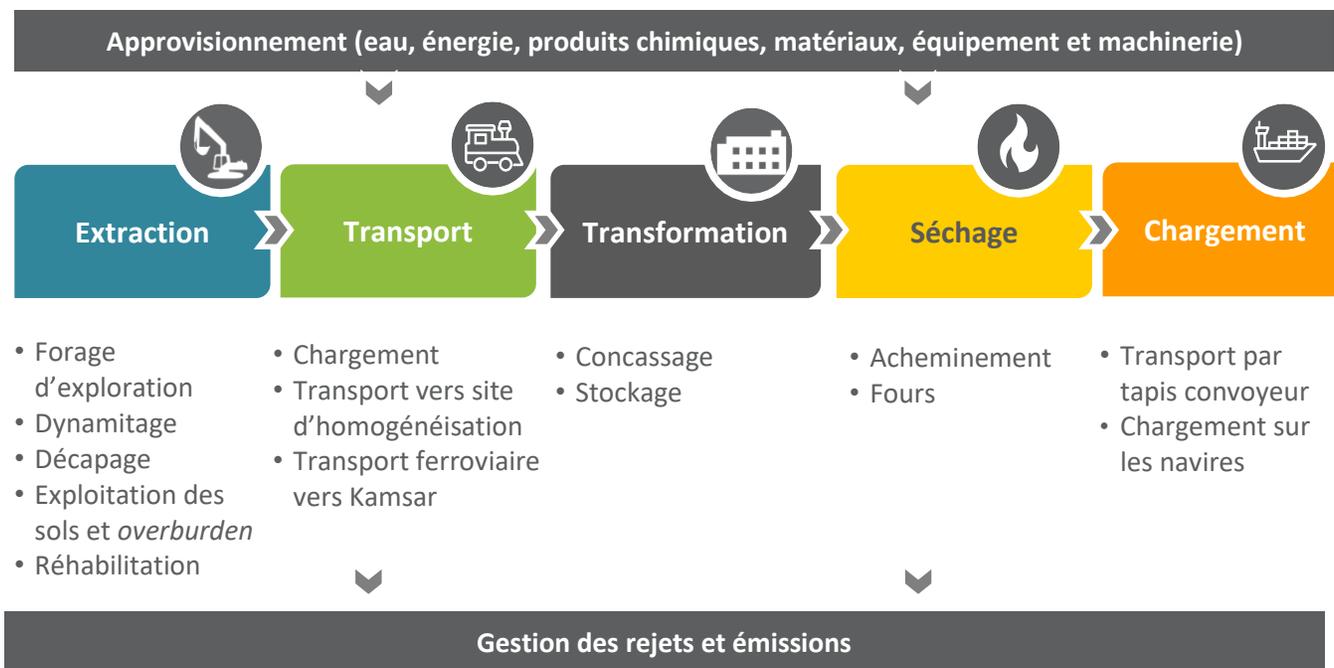


Figure 2.1 : Frontières du système pour l'ACV de la bauxite

Le sous-système « Approvisionnement » illustré dans le haut de la Figure 2.1 concerne l'approvisionnement en eau, énergie, produits chimiques et matériaux, y compris leur production. La centrale électrique de Kamsar est considérée via les intrants énergétiques aux étapes nécessitant l'énergie produite. La machinerie et l'équipement nécessaires à l'opérationnalisation de chaque étape sont inclus. Le sous-système « Gestion des rejets et émissions » illustré dans le bas de la figure concerne les émissions à l'air, à l'eau et au sol au cours des étapes du cycle de vie considérées.

Le système à l'étude est l'ensemble des opérations annuelles pour l'année de référence 2021 relative à l'extraction du minerai de bauxite en Guinée de gisements localisés dans les préfectures de Boké, Téliélé et Goual. L'usine de Kamsar est le site où les opérations de concassage, de stockage et de séchage se font après que la bauxite a été acheminée par trains depuis les sites miniers.

Les paragraphes qui suivent décrivent les activités pour chacune des étapes du cycle de vie (CBG, 2023a, b, c). Les flux liés à chaque activité (intrants énergétiques, matériels et les émissions) sont présentés à la section 3.2.

1 – EXTRACTION

La zone de concession minière de la CBG a une surface de 2 930 km². Dans cette zone, 149 ha (1,5 km²) ont été exploités en 2021.

À Sangarédi, la production de la bauxite suit un processus précis qui consiste à forer des trous dans la mine, à les charger et à les dynamiter avec de l'explosif à base de nitrate d'ammonium et de fioul (type ANFO). La configuration des trous est conçue de manière à obtenir une fragmentation optimale du minerai.

Ainsi, l'étape de cycle de vie d'extraction comprend toutes les activités liées à l'extraction du minerai de bauxite sur site soit :

- Forage d'exploration
- Décapage, dynamitage et explosifs
- Exploitation des sols : décapage et excavation
- Réhabilitation des sols
- Machineries

2 – TRANSPORT

Cette étape inclut les transports en pelle, en camion et en train entre la mine et l'usine de Kamsar. Après extraction du sol, la bauxite est chargée dans des camions, de 77 à 100 tonnes à la fois, et transportée vers les stocks d'homogénéisation à N'Dangara, à proximité des wagons de trains. Ce premier mélange des différents lieux d'extraction permet d'homogénéiser le minerai avant son chargement dans les trains. La bauxite est ensuite chargée dans des trains (120 wagons de 82 tonnes chacun) qui l'acheminent vers l'usine de Kamsar via une ligne de chemin de fer de 127 km.

3 – TRANSFORMATION

La transformation inclut le concassage et le stockage sous forme humide de la bauxite. À Kamsar, la matière première est concassée dans un atelier géant et manipulée vers les stocks de contrôle de production ou vers les fours de séchage. En fonction du taux d'humidité de la bauxite concassée, celle-ci est directement envoyée au stockage avant l'expédition ou au séchage.

4 – SÉCHAGE

En moyenne, le taux d'humidité retrouvé dans la bauxite de la CBG est sensiblement inférieur ou égal à 7 %. Ce faible taux d'humidité donne à la bauxite une particularité et une qualité supérieure facilitant entre autres son transport par navire ainsi que les opérations de déchargement et de transformation. Cependant, en saison des pluies, le taux peut atteindre 10 à 12 % d'humidité, ce qui nécessite un passage par les fours pour évaporer l'eau présente dans le minerai et abaisser le taux d'humidité à 6,3 %. La CBG opère quatre fours de séchage d'une capacité de 900 t/h. En 2021, 58 % de la bauxite concassée a dû être séchée.

5 – CHARGEMENT

La bauxite broyée et séchée est ensuite envoyée pour être chargée sur des navires d'une capacité allant de 50 000 à 70 000 tonnes en moyenne. Les tapis convoyeurs acheminent le produit du site de stockage vers le quai minéralier où il est chargé dans des navires pour exportation. Entre le concassage et les quais de chargement, près de 10 km de convoyeurs sont installés. Plus de 265 navires de type Kamsarmax et Panamax sont chargés par an.

3. INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE

Cette section présente en détail les données utilisées dans la modélisation ainsi que leurs sources.

3.1 COLLECTE DE DONNÉES ET MODÉLISATION ICV

Les données collectées pour former l'inventaire du cycle de vie (ICV) concernent les matériaux utilisés, l'énergie consommée, les matières résiduelles et les émissions générées par chacun des processus inclus dans les frontières des systèmes décrites à la section précédente. La plupart des données d'avant-plan employées pour modéliser l'extraction et la transformation de la bauxite ont été fournies par la CBG (données primaires). Des rapports et articles scientifiques ont permis de les compléter. De plus, le logiciel SimaPro 9.3 et la base de données ecoinvent 3.8, reconnue internationalement pour la qualité et la complétude des processus ICV qui s'y trouvent, a été utilisée pour modéliser le système d'arrière-plan. Les hypothèses effectuées ainsi que le détail sur les données utilisées et leurs sources sont présentées dans les sections qui suivent.

3.2 DONNÉES ET SOURCES

Les données primaires ont été collectées directement auprès de la CBG. Un formulaire de collecte de données structuré, selon les étapes distinctes des activités de la production de bauxite, a été développé et envoyé à la fin décembre 2022. Plusieurs rencontres de suivi ont eu lieu entre janvier et avril 2023 lorsque les premières données ont été collectées par la CBG et envoyées au Groupe AGÉCO permettant d'identifier les points à clarifier et les données à préciser ou compléter. La plupart des données collectées représentent la production de l'année 2021 cependant une précision est fournie lorsque la donnée est partiellement représentative de l'année de référence ou, à défaut de mieux, provient d'une autre année de production.

Les sous-sections suivantes présentent l'ensemble des données utilisées dans la modélisation de chaque étape de production. Chaque tableau présente les flux de références considérés. Enfin, pour plus de détails, le Tableau A.1 présenté en Annexe A résume les processus utilisés pour la modélisation.

Étant donné les zones de stockage (site d'homogénéisation, site de concassage et site d'expédition), les flux de minerai sont quasi indépendants. Cependant, le dimensionnement des machines assure avec fluidité une certaine continuité des flux. D'une année à l'autre, la quantité de minerai par rapport à la quantité expédiée peut donc varier. La quantité expédiée est celle utilisée pour diviser les données de production pour correspondre à l'unité fonctionnelle, comme c'est le cas pour les études de l'*International Aluminium Institute* (IAI). Les volumes de production par étape sont présentés au Tableau 3.1. Ici, en 2021, étant donné que la quantité de minerai extraite est supérieure à celle transformée, cette approche surestime légèrement les impacts associés à l'extraction du minerai.

Donc, les impacts associés à l'étape de séchage de la bauxite sont divisés par la quantité de bauxite chargée en navire en 2021. Les impacts associés à cette étape ne peuvent donc pas être isolés et comparés avec un autre processus de séchage de bauxite.

Tableau 3.1 : Volumes de production par étape

Étape	Paramètre	Valeur
Exploration et Dynamitage Excavation Transport vers train Chargement dans les trains Transport en train Déchargement des trains	Quantité de minerai extrait en 2021	17 608 244 tonnes
Concassage	Quantité de bauxite humide concassée	16 973 389 tonnes
Séchage	Quantité de bauxite séchée en 2021	9 782 184 tonnes
Transport vers navires Chargement des navires Entretien du port	Quantité de bauxite expédiée en 2021	16 056 704 tonnes

3.2.1 EXTRACTION

Cette section présente les données en lien avec les activités suivantes : décapage et réhabilitation, forage d'exploration et dynamitage et excavation.

Tableau 3.2 : Données en lien avec l'étape de décapage

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Machinerie et carburant inclus, comptabilisés dans l'étape d'excavation car rapportés ensemble.		
	Transformation du site (de bowal à mine)	149 hectares de bowal (considéré comme une zone d'arbustes sclérophylles)	Donnée primaire – CBG
	Réhabilitation de site (de mine à bowal)	149 hectares*	Donnée primaire – CBG
Sortants	<i>Overburden</i> décapé (utilisé pour la réhabilitation)	1 267 884 tonnes	Donnée primaire – CBG Modélisé comme 100% Gangue

*À des fins d'équilibrage des flux entrants/sortants sur l'utilisation des terres, seulement 149 des 284 hectares réhabilités en 2021 ont été modélisés.

Tableau 3.3 : Données en lien avec les étapes de forage et de dynamitage

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Machinerie	Incluse (Véhicules d'exploration et foreuse inclus)	Fabrication des engins : ecoinvent 3.8
	Blendex 30	4 727 tonnes	Donnée primaire - CBG
	Blendex 70	208 tonnes	Source pour modélisation : Fiche technique MSDS Blendex 70 ³
Sortants	Émissions liées aux carburants	N/A ⁴	
	Émissions liées à la volatilisation de l'explosif dans l'air	Incluses	Source : ecoinvent 3.8

Tableau 3.4 : Données en lien avec l'étape d'excavation

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Machinerie	Incluse	Fabrication des engins : ecoinvent 3.8
	Heures d'engins	Chargeuses : 48 343 h Pelles exc. : 7 249 h Bulldozer chenilles : 26 986 h Bulldozers pneumatiques : 4 999 h Gradeurs : 3 095 h	Donnée primaire - CBG
	Consommations des engins (production du diesel)	Consommation moyenne des engins : de 55 à 160 L/h de travail Quantité de diesel consommée en 2021 : 14 426 m ³	Donnée primaire – CBG (Quantité de diesel) Hypothèses Groupe AGÉCO ⁵
Sortants	Bauxite	6 578 207 m ³ de minerai	Donnée primaire - CBG
	Émissions de combustion du diesel	Incluses	Source : ecoinvent 3.8

³ Fiche technique MSDS – Blendex 70 : <https://www.uielimited.com/app/uploads/2017/06/Kemex-70-100-SDS.pdf>

⁴ Comme les données de consommation de carburants sont rapportées pour l'ensemble des activités, les quantités consommées (et les émissions associées) par les activités de forage et dynamitage sont comptabilisées dans l'étape d'excavation.

⁵ La consommation des équipements de la mine (hors camions) a été évaluée à 55 % de la consommation totale annuelle rapportée (26 382 m³)

3.2.2 TRANSPORT

Cette section présente les données en lien avec les activités suivantes : transport en camion de la mine jusqu'aux trains, chargement dans les trains, transport en train et déchargement.

Tableau 3.5 : Données en lien avec l'étape de transport en camion

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Machinerie	Incluse	Fabrication des engins : ecoinvent 3.8
	Heures d'engins	Camions de productions : 110 252 h	Donnée primaire - CBG
	Consommations des engins (production du diesel)	Consommation moyenne des engins de 75 à 140 L/h de travail Quantité de diesel consommée par les camions de production : 11 956 m ³	Donnée primaire – CBG (Quantité de diesel) Hypothèses Groupe AGÉCO ⁶
Sortants	Émissions de combustion du diesel	Incluses	Source : ecoinvent 3.8

Tableau 3.6 : Données en lien avec l'étape de chargement et déchargement

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Machinerie	Engin inclus	Fabrication des engins : ecoinvent 3.8
	Heures d'engins	Incluses dans excavation, car rapportées ensemble	
Sortants	Aucune émission rapportée à cette étape		

Tableau 3.7 : Données en lien avec l'étape de transport en train

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Machinerie et infrastructure	Trains et chemin de fer inclus (127 km)	Fabrication des engins : ecoinvent 3.8
	Consommation de diesel	Quantité de diesel consommée par les trains : 14 483 m ³	Donnée primaire – CBG
Sortants	Émissions de combustion du diesel	Incluses	Source : ecoinvent 3.8

⁶ La consommation des camions de production a été évaluée à 45 % de la consommation totale annuelle rapportée (26 382 m³)

3.2.3 TRANSFORMATION (DONT CONCASSAGE)

Cette section présente les données en lien avec les activités suivantes : production d'électricité, concassage ainsi que les infrastructures (bâtiments).

Tableau 3.8 : Données en lien avec l'étape de production d'électricité

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Fioul lourd (HFO)	Total consommé : 50 774 m ³ 0,25 kg de fioul lourd/kWh	Donnée primaire – CBG
	Usine de production	Infrastructure incluse	ecoinvent 3.8
Sortants	Production électrique	200 588 000 kWh	Donnée primaire – CBG
	Émissions de combustion	Incluses	ecoinvent 3.8

Tableau 3.9 : Données en lien avec l'étape de concassage

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Infrastructure de mine	10 000 m ² de bâtiments 1 500 m ³ de bâtiment à étages Durée de vie des bâtiments : 20 ans	ecoinvent 3.8
	Fabrication des convoyeurs internes	6 km Durée de vie : 25 ans Donc : 240 m par an	Donnée primaire – CBG Hypothèses Groupe AGÉCO
	Consommation d'eau	290 815 m ³ d'eau prélevée et rejetée	Donnée primaire – CBG et ecoinvent 3.8 ⁷
Sortants	Huiles usées	52 200 kg réutilisés dans l'étape de dynamitage	Donnée primaire - CBG
	Eau usée	278 853 m ³	Donnée primaire - CBG
	Déchets d'usage non dangereux	Enfouissement : 54 938 m ³ (estimé à 18 129 t)	Donnée primaire - CBG
	Déchets d'usage dangereux	Incinération : 1 980 kg	Donnée primaire - CBG

3.2.4 SÉCHAGE

Cette section présente les données en lien avec la production de chaleur pour le séchage de la bauxite. Le taux d'humidité de la bauxite est variable en fonction de la période de l'année. Lorsque le taux d'humidité

⁷ Le processus ecoinvent considère 4,3 % de pertes entre le prélèvement et le rejet des eaux (évaporation, consommation).

est faible, en saison sèche, la bauxite extraite n'a pas besoin d'être séchée avant l'exportation. En moyenne depuis 2018, 40 % à 61 % de la bauxite extraite est séchée. En 2021, 58 % de la bauxite concassée a été séchée. L'eau évaporée de la bauxite, et donc prélevée du sol, n'est pas comptabilisée dans cette étude.

Tableau 3.10 : Données en lien avec l'étape de séchage

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Fioul lourd (HFO)	Total consommé par les fours : 33 022 m ³ 0,024 kg de fioul lourd/MJ Densité : 0,98 kg/L	Donnée primaire - CBG
	Diesel	Pour le réchauffage du combustible CBG : 224 m ³ Densité : 0,84 kg/L	Donnée primaire - CBG
	Usine de production	Infrastructure incluse	ecoinvent 3.8
Sortants	Production chaleur	Fours : 1,33 x 10 ⁹ MJ Réchauffage : 6,92 x 10 ⁶ MJ	Donnée primaire - CBG
	Émissions de combustion des fours	Incluses	ecoinvent 3.8
	Émissions de combustion réchauffage	Incluses	ecoinvent 3.8

3.2.5 CHARGEMENT POUR EXPÉDITION

Cette section présente les données en lien avec le transport de la bauxite sèche vers les quais de chargement du port, ainsi que les activités de gestion du port.

Tableau 3.11 : Données en lien avec l'étape de chargement de la bauxite dans les navires

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Fabrication des convoyeurs internes	2,4 km Durée de vie : 25 ans Donc : 96 m par an	Donnée primaire – CBG Hypothèses Groupe AGÉCO
	Électricité	Incluse dans l'étape de concassage, car rapportée ensemble	
Sortants	Aucune émission considérée à cette étape		

Tableau 3.12 : Données en lien avec l'étape de gestion du port

Catégorie	Élément	Valeur	Source
Intrants	Consommation de gasoil	1 659 m ³	Donnée primaire - CBG
	Machinerie	Bateaux (vedettes, excavatrices amphibies, etc.) inclus	ecoinvent 3.8
Sortants	Quantité de sédiments issus du dragage	783 000 m ³ aux 3 ans soit 261 000 m ³ /an	Donnée primaire - CBG
	Surface de sol marin transformée	588 000 m ² de port. Dragage aux 3 ans donc 196 000 m ² /an	Estimation AGÉCO, validée par la CBG
	Émissions de carburants	Incluses	ecoinvent 3.8

3.2.6 DONNÉES SECONDAIRES EN LIEN AVEC LA MACHINERIE ET LES INFRASTRUCTURES

Les données secondaires sont majoritairement composées des processus ecoinvent utilisés pour modéliser l'arrière-plan du système. La fabrication de la machinerie et des infrastructures est incluse dans la modélisation. Étant donné le faible impact associé à ces flux, les hypothèses développées par ecoinvent ont été utilisées (exemple : « *Building machine {GLO} | market for | Cut-off, U* » pour les engins). Les sources de la base de données ont été comparées avec la liste des équipements fournis par la CBG et ont été jugées représentatives des équipements utilisés par la CBG. Une liste des équipements de la CBG est présentée dans le Tableau 3.13 ci-dessous.

Tableau 3.13 : Données secondaires utilisées et modélisées avec les processus tirés d'ecoinvent 3.8

Éléments	Données CBG
Extraction	Chargeuses : CAT 992K, CAT 988B, Komatsu WA900
	Excavateurs : Komatsu PC1800, Komatsu PC2000, Komatsu PC-450LC-6
Transport	Camions: CAT 777F, CAT 777G, Komatsu HD785
	Trains : LOCOMOTIVE SD-40 DASH-3
Transformation (concassage)	Convoyeur Centrale électrique
Séchage	Usine (fours)
Chargement pour expédition	Équipements de port Vedettes hors-bord

3.3 ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES DONNÉES

L'analyse repose sur les données partagées par la CBG et complétées par des sources secondaires. Le Tableau 3.14 présente l'évaluation du niveau de confiance associé aux données utilisées dans la modélisation. Dans l'ensemble, le niveau de confiance est haut.

Tableau 3.14 : Niveau de confiance associé aux données de chaque étape

Étape	Sous-étape	Niveau de confiance	Commentaires
Extraction	Forage	Moyen	Incertitude sur l'impact environnemental associé au forage et au décapage
	Décapage	Moyen	
	Dynamitage	Moyen	Incertitude sur l'impact environnemental associé au dynamitage
	Excavation	Haut	
Transport	Transport en camion	Haut	
	Chargement et déchargement	Haut	
	Transport en train	Haut	
Transformation	Production d'électricité	Haut	
	Concassage	Haut	
Séchage	Production de chaleur	Haut	
Chargement pour expédition	Chargement de la bauxite vers navires	Haut	
	Gestion du port	Faible	Incertitude sur l'impact environnemental associé au dragage

4. ÉVALUATION DES IMPACTS DU CYCLE DE VIE

Ce chapitre présente les résultats de l'ACV environnementale de la production de bauxite.

4.1 INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

L'évaluation des impacts environnementaux du cycle de vie (ÉICV) classe et combine les flux de matières, d'énergie et d'émissions entrant et sortant de chaque système de produits en fonction du type d'impact que leur utilisation ou rejet a sur l'environnement. C'est ainsi que chaque substance de l'inventaire est associée à un facteur de caractérisation spécifique, permettant de calculer son score d'impact. La somme des scores d'impact des différentes substances détermine l'impact potentiel total du système pour un indicateur donné. Ceux sélectionnés pour la présente étude sont présentés dans le Tableau 4.1. La méthode choisie pour évaluer les impacts environnementaux est Environmental Footprint (EF) 3.0 (EPLCA, 2019). Cette méthode⁸ a été développée en combinant les indicateurs calculés selon les modèles consensuels⁹ afin de supporter les évaluations d'empreinte environnementale de produits encadrées par les règles de catégorie de produits européennes (*Product Category Rules; PCR*). Elle découle d'une initiative de la Commission Européenne et est considérée comme de grande qualité.

Tableau 4.1 : Indicateurs environnementaux de la méthode EF V3

Catégorie d'impact	Indicateur	Unité	Méthode d'EICV
Changement climatique	Forçage radiatif comme potentiel de réchauffement de la planète avec rétroaction (PRP-100)	kg d'équivalent CO ₂	EF Method V3
Formation photochimique d'ozone	Augmentation de la concentration en ozone troposphérique	kg d'équivalent COVNM	
Particules/substances inorganiques affectant les voies respiratoires	Impact sur la santé humaine	Incidence des maladies dans les décès	
Acidification	Accumulation d'excédents	mol d'équivalent H+	
Eutrophisation, eau de mer	Fraction de nutriments atteignant les réserves d'eau de mer	kg d'équivalent N	
Eutrophisation, terrestre	Accumulation d'excédents	mol d'équivalent N	
Utilisation des terres	Indice de la qualité du sol	Adimensionnelle	
Épuisement des ressources en eau	Privation potentielle d'utilisation	m ³ d'équivalent mondial économisé	

⁸ SimaPro - Environmental Footprint database : <https://simapro.com/products/environmental-footprint-database/>

⁹ Blonk – Development of EF 3.0 datasets : <https://blonksustainability.nl/news/blonkandtheenvironmentalfootprintproject>

Catégorie d'impact	Indicateur	Unité	Méthode d'EICV
Épuisement des ressources, fossiles	Épuisement des ressources abiotiques, fossiles	MJ	
Épuisement des ressources, minéraux	Épuisement des ressources abiotiques, éléments	kg d'équivalent Sb	
Les indicateurs ci-dessous se retrouvent dans la méthode EF V3 mais ne sont pas sélectionnés dans le cadre de la présente analyse			
Appauvrissement en ozone	Potentiel d'appauvrissement en ozone	kg d'équivalent CFC-11	
Rayonnements ionisants, effets sur la santé humaine	Efficacité de l'exposition humaine par rapport à l'U235	kBq d'équivalent U235	
Écotoxicité, eau douce	Unité toxique comparative pour les écosystèmes	CTUe	EF Method V3
Toxicité humaine, effets cancérigènes	Unité toxique comparative pour les êtres humains	CTUh	
Toxicité humaine, effets non cancérigènes	Unité toxique comparative pour les êtres humains	CTUh	
Eutrophisation, eau douce	Fraction de nutriments atteignant les réserves d'eau douce	kg d'équivalent P	

Les indicateurs couverts par cette étude sont présentés plus en détail ci-dessous :

- **Changements climatiques (empreinte carbone)** : Il s'agit du potentiel de réchauffement planétaire (PRP), c'est-à-dire à « l'impact du forçage radiatif d'une unité de masse d'un gaz à effet de serre donné par rapport à celui du dioxyde de carbone sur une période donnée » (ISO 2018). Les PRP du cinquième rapport d'évaluation du GIEC ont été calculés sur la base d'un forçage radiatif cumulé sur un horizon temporel de 100 ans (Myhre, G. et al., 2013). Ils incluent la rétroaction « climat-carbone » (en anglais, *climate-carbon feedback*). L'empreinte carbone est rapportée en termes de grammes de CO₂ équivalent.
- **Formation d'ozone photochimique** : Il s'agit de la formation d'ozone troposphérique causée par les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de composés organiques volatils (COV) relâchées lors de la combustion de combustibles fossiles et causant des dommages aux poumons. Les facteurs de caractérisation de l'indicateur sont développés selon le modèle de Van Zelm et al. (2016) rapportant l'impact en kg d'équivalent composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).
- **Formation de particules fines** : Il s'agit du smog causé par les émissions de particules, d'oxydes d'azote et de dioxyde de soufre générées principalement par la combustion de combustibles fossiles. Le modèle utilisé pour cet indicateur est Fantke et al. (2016), recommandé par l'UNEP-SETAC, rapportant l'impact en incidence des maladies dans les décès.
- **Acidification** : Il s'agit des impacts causés par les émissions vers l'air des substances telles que le NH₃, le NO₂ et les SOx. L'acidification fait référence à l'augmentation de l'acidité des systèmes terrestres

et aquatiques à la suite du dépôt des substances émises vers l'air (ex. pluies acides). Le modèle retenu est Seppälä et al. (2006) complété par Posch et al. (2008) pour les facteurs de caractérisation manquants. L'indicateur est exprimé en molécule mol d'équivalent H⁺ caractérisant les changements de la charge des ions acidifiants.

- **Eutrophisation aquatique et terrestre** : Il s'agit de l'impact lié à l'augmentation de nutriments (comme l'ammonium, le phosphore ou l'azote), provenant notamment de l'agriculture et les eaux usées, dans les eaux et les terres provoquant des changements dans la répartition des espèces, la prolifération des algues et la réduction de l'oxygène disponible pour les systèmes aquatiques et favorisant les espèces à haut besoin de nutriments pour les systèmes terrestres. Le modèle retenu est EUTREND (Struijs et al. 2009), caractérisant l'impact en kg d'équivalent d'azote pour l'eutrophisation aquatique en eau de mer, et Seppälä et al. (2006) et Posch et al. (2008), caractérisant l'impact en mol d'équivalent N pour l'eutrophisation terrestre.
- **Utilisation des terres** : Il s'agit d'évaluer l'utilisation des sols en termes de quantité d'utilisation (production agricole, extraction minière et installations humaines comme les routes, bâtiments, etc.) et d'altération de la qualité du sol pouvant ultimement endommager les écosystèmes et leur qualité de vie. On distingue l'occupation des sols, définis par le maintien dans un état une surface, de la transformation du sol, défini par la conversion d'un sol d'un état vers un autre. Généralement, l'occupation du sol suit la transformation. Le modèle utilisé est LANCA (Beck et al. 2010 et Bos et al. 2016) permettant de caractériser la qualité du sol sur cinq éléments (résistance à l'érosion, filtration mécanique, filtration physicochimique, régénération des eaux souterraines et production biotique). L'indicateur est sans dimension, car c'est un ratio de deux masses en kg soit la production biotique et la quantité de sol.
- **Épuisement des ressources en eau** : Il s'agit de l'impact lié à la consommation d'eau et donc la privation potentielle d'eau douce pour l'irrigation et les effets potentiels sur les cultures et la nutrition. Le modèle utilisé est le modèle AWARE (WULCA, 2016), recommandé par l'UNEP-SETAC et l'EU Joint Research Center. Le facteur de caractérisation mesuré est l'inverse de l'eau restante (disponibilité-demande) et est exprimé en m³. Plus il y a de l'eau disponible non utilisée dans une région, moins le potentiel de priver un autre utilisateur est élevé.
- **Épuisement des ressources abiotiques, fossiles** : Il s'agit de l'évaluation de l'épuisement des composants non vivants présents dans l'environnement (combustibles fossiles) impliqués dans la production d'énergie et la production de plastique. Ces ressources sont non-renouvelables, à l'échelle humaine, donc sujettes à extinction si leur extraction de la croûte terrestre se fait à un rythme supérieur à celui de leur renouvellement naturel. Le modèle utilisé est Van Oers et al 2002 exprimant l'impact en MJ de ressource fossiles.
- **Épuisement des ressources, minéraux** : Il s'agit de l'évaluation de l'épuisement des ressources minérales non renouvelables directement extraites du sol ou utilisées dans la machinerie et les matériaux. Ces ressources sont non renouvelables, donc sujettes à extinction. Le modèle utilisé est l'épuisement des ressources abiotiques, version « réserves ultimes » tel que décrit par Van Oers et al 2002. Les facteurs de caractérisation sont exprimés en potentiel de déplétion abiotique (ADP), dont l'unité est le kg d'équivalent antimoine (Sb-eq) par kg d'extraction.

Finalement, certains impacts n'ont pas été retenus pour différentes raisons, celles-ci sont présentées au Tableau 4.2.

Tableau 4.2: Indicateurs environnementaux non évalués

Catégorie d'impact	Raisons de l'exclusion
Appauvrissement en ozone	Les contributeurs de cet indicateur sont liés à des processus d'arrière-plan de niveaux lointains (Halon 1301 de l'extraction de pétrole) qui sont l'objet d'incertitude importante. Cet indicateur est donc peu pertinent.
Rayonnements ionisants, effets sur la santé humaine	Les contributeurs de cet indicateur sont liés à des processus d'arrière-plan de niveaux lointains qui n'ont pas de lien avec le système évalué. Cet indicateur est donc peu pertinent.
Écotoxicité, eau douce Toxicité humaine, effets cancérigènes Toxicité humaine, effets non cancérigènes	Ces indicateurs n'ont pas pu être étudiés de manière approfondie et spécifique au contexte de la CBG ne permettant donc pas d'assurer la bonne capture des impacts en lien avec les activités de la mine en Guinée.
Eutrophisation, eau douce	Les contributeurs de cet indicateur sont liés à des processus d'arrière-plan de niveaux lointains (par exemple le déblai (<i>spoil</i>) de l' <i>overburden</i> de l'extraction de charbon). Cet indicateur est donc peu pertinent.

4.2 PROFIL ENVIRONNEMENTAL DE LA PRODUCTION DE BAUXITE

Les impacts environnementaux de la bauxite extraite, transformée et chargée sur les navires par la CBG, sont présentés à la Figure 4.1, avec la contribution de chacune des étapes de son cycle de vie.

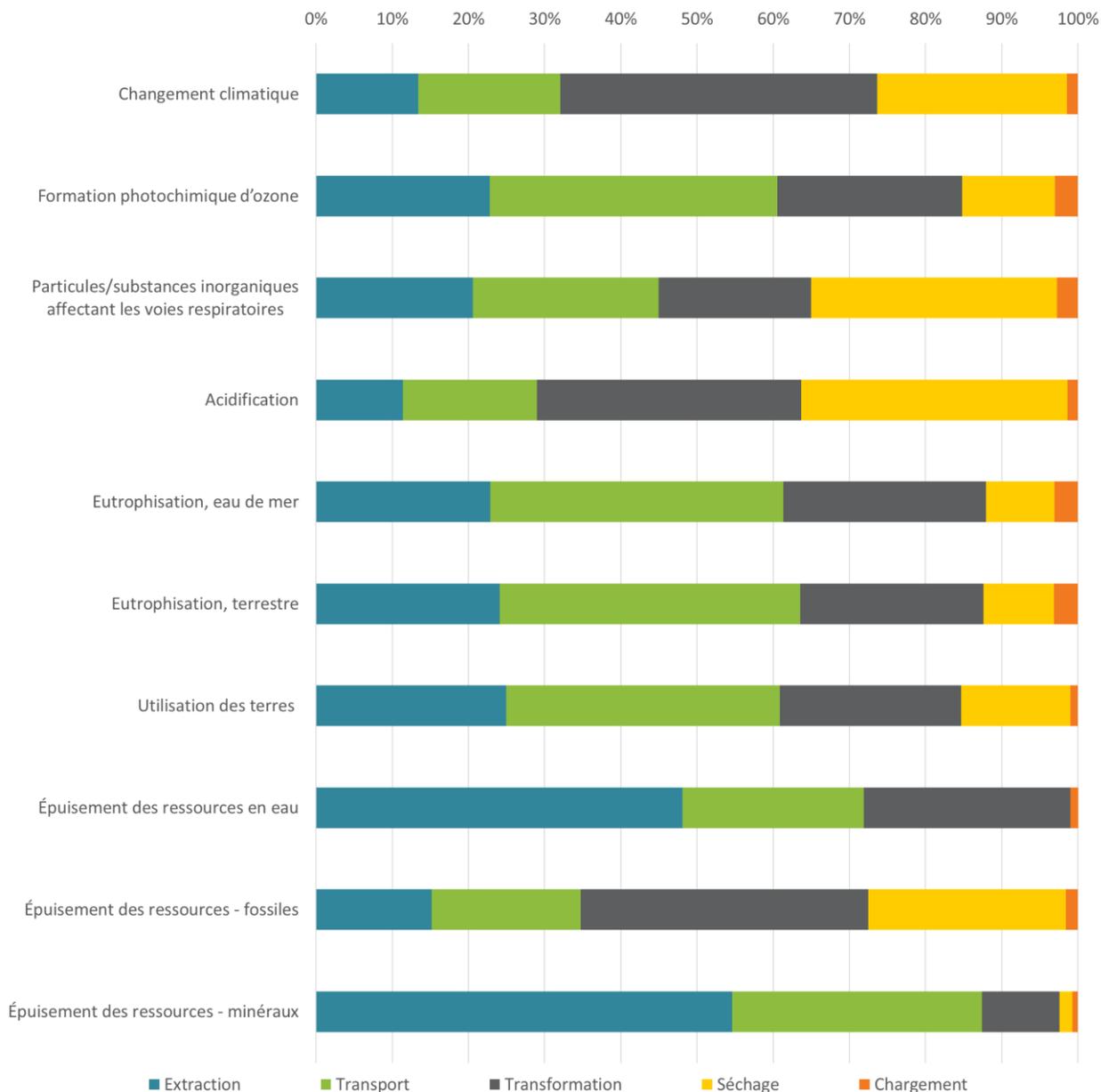


Figure 4.1 : Impacts environnementaux de la production de bauxite par la CBG

Les résultats absolus par tonne de bauxite chargée en navire sont présentés au Tableau 4.3 et l'analyse de contribution du profil environnemental de la production de bauxite est présentée au Tableau 4.4. Le tableau permet de constater la forte contribution des étapes de transformation et de séchage en raison des besoins énergétiques et donc de la combustion des carburants fossiles.

Tableau 4.3 : Résultats des impacts environnementaux par tonne de bauxite expédiée en 2021 par la CBG

Catégorie d'impact	Unité	Extraction	Transport	Transformation	Séchage	Chargement	Total
Changement climatique	kg d'équivalent CO ₂	3,8E+00	5,2E+00	1,2E+01	7,0E+00	4,1E-01	2,8E+01
Formation photochimique d'ozone	kg d'équivalent COVNM	4,2E-02	7,0E-02	4,5E-02	2,3E-02	5,7E-03	1,9E-01
Particules/substances inorganiques affectant les voies respiratoires	Incidence des maladies dans les décès	8,4E-07	9,9E-07	8,2E-07	1,3E-06	1,1E-07	4,1E-06
Acidification	mol d'équivalent H ⁺	3,4E-02	5,3E-02	1,0E-01	1,1E-01	4,2E-03	3,0E-01
Eutrophisation, eau de mer	kg d'équivalent N	1,4E-02	2,3E-02	1,6E-02	5,5E-03	1,9E-03	6,1E-02
Eutrophisation, terrestre	mol d'équivalent N	1,6E-01	2,6E-01	1,6E-01	6,0E-02	2,1E-02	6,5E-01
Utilisation des terres	Adimensionnelle	1,9E+01	2,7E+01	1,8E+01	1,1E+01	7,4E-01	7,5E+01
Épuisement des ressources en eau	m ³ d'équivalent mondial économisé	5,8E-01	2,8E-01	3,3E-01	-8,5E-04	1,3E-02	1,2E+00
Épuisement des ressources, fossiles	MJ	5,4E+01	6,9E+01	1,3E+02	9,2E+01	5,7E+00	3,5E+02
Épuisement des ressources, minéraux	kg d'équivalent Sb	2,2E-05	1,3E-05	4,1E-06	6,8E-07	3,0E-07	4,0E-05

Tableau 4.4 : Analyse de contribution

Catégorie d'impact	Étape	Sous-étape	Processus	Substance
Changement climatique	Transformation (42 %) Séchage (25 %)	Combustion du fioul lourd (HFO)	Production d'électricité	CO ₂
Formation photochimique d'ozone	Transport (38 %) Transformation (24 %)	Combustion des carburants (HFO et diesel)	Production d'électricité Transport, train Diesel brûlé dans les machines	NOx
Particules/substances inorganiques affectant les voies respiratoires	Séchage (32 %) Transport (24 %)	Combustion des carburants (HFO et diesel)	Production d'électricité Diesel brûlé dans les machines	PM 2,5 et SO ₂
Acidification	Transformation (35 %) Séchage (35 %)	Combustion des carburants (HFO et diesel)	Production d'électricité Diesel brûlé dans les machines	SO ₂
Eutrophisation, eau de mer	Transport (38 %) Transformation (27 %)	Combustion des carburants (HFO et diesel)	Production d'électricité Transport, train Diesel brûlé dans les machines	NOx
Eutrophisation, terrestre	Transport (39 %) Transformation (24 %)	Combustion des carburants (HFO et diesel)	Production d'électricité Transport, train Diesel brûlé dans les machines	NOx
Utilisation des terres	Ouverture de la mine (88 %), compensée par réhabilitation. Résulte un impact de seulement 25 % pour l'Extraction	Exploitation des terres	Transformation du site bowal	Transformation, extraction minière
Épuisement des ressources en eau	Extraction (48 %) Transformation (27 %)	Concassage	Consommation d'eau	Eau, Guinée
Épuisement des ressources - fossiles	Transformation (38 %) Séchage (26 %)	Extraction du pétrole pour les carburants	Extraction du pétrole	Pétrole brut
Épuisement des ressources - minéraux	Extraction (55 %) Transport (33 %)	Extraction et machinerie	Flux élémentaires d'extraction	Tellurium et Fer

5. CONCLUSIONS, LIMITES ET SUITE DU PROJET

CONCLUSIONS

L'objectif de cette étude était de réaliser le profil environnemental de l'extraction et la transformation de bauxite en Guinée selon les activités de la CBG. Le périmètre se termine lors du chargement sur les navires pour exportation. Cette analyse sert à répondre aux exigences de la certification ASI et permet également à la CBG de comprendre l'impact environnemental de leurs activités afin de potentiellement mettre en place des mesures de réduction.

L'analyse du profil environnemental a permis d'identifier les principales activités contributrices aux impacts environnementaux, à savoir la consommation de carburants lors des étapes d'extraction, de concassage et de séchage.

LIMITES – INCERTITUDES DES DONNÉES, DU MODÈLE ET HYPOTHÈSES

Il est important de noter que les résultats de l'évaluation des impacts sont des expressions relatives et qu'elles ne prédisent pas les effets sur les impacts finaux par catégorie, le dépassement des seuils, les marges de sécurité ou les risques. Les indicateurs considérés ne couvrent pas l'ensemble des impacts environnementaux associés aux activités humaines. Les impacts comme le bruit, les odeurs, les microparticules de plastique et les champs ne sont pas inclus dans l'analyse. Les développements méthodologiques de ces impacts ne sont pas suffisamment avancés pour permettre leur prise en compte dans l'ACV. De plus, certains entrants, substances ou émissions ne possèdent pas de facteur de caractérisation ce qui peut entraîner une sous-estimation de l'impact total des scénarios à l'étude.

SUITE DU PROJET

Ce rapport constitue la première analyse de cycle de vie réalisée par la CBG. À la suite de ce premier exercice de bonne qualité, une démarche d'amélioration continue est mise en place pour améliorer la collecte de données et la modélisation des impacts environnementaux.

RÉFÉRENCES

- ASI (2022). Aluminium Stewardship Initiative – Performance Standard. Version 3 – May 2022. Consulté en janvier 2023 : <https://aluminium-stewardship.org/wp-content/uploads/2023/02/ASI-Performance-Standard-V3-May2022.pdf>
- Bos U., Horn R., Beck T., Lindner J.P., Fischer M. (2016). LANCA® - Characterisation Factors for Life Cycle Impact Assessment, Version 2.0, 978-3-8396-0953-8Fraunhofer Verlag, Stuttgart.
- Boulay A.M., Bare J., Benini L., Berger M., Lathuillière M.J., Manzardo A., Margni M., Motoshita M., Núñez M., Pastor A.V., Ridoutt B., Oki T., Worbe S., Pfister S. (2016). The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: Assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). The International Journal of Life Cycle Assessment 2017, 1– 11. DOI: 10.1007/s11367-017-1333-8
- CBG (2023a). Compagnie des Bauxites de Guinée – Opérations. Consulté en février 2023 : <http://cbg-guinee.com/fr/operations>
- CBG (2023b). Compagnie des Bauxites de Guinée – Nos produits. Consulté en février 2023 : <http://cbg-guinee.com/nos-produits/>
- CBG (2023c). Compagnie des Bauxites de Guinée. Ensemble des documents, courriels, informations orales échangées lors de la collecte de données.
- Dominion Diamond (2014), Ekati Mine - Developer's assessment report. Jay Project, Consulté en février 2023 : https://reviewboard.ca/upload/project_document/EA1314-01_S_07B_Air_Emission_Details.PDF
- ecoinvent (2022). SCLCI, Swiss Center for Life Cycle Inventories. ecoinvent 3.8. Tiré de <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>
- EPLCA (2019). European Commission - European Platform on LCA. Environmental Footprint (EF) Method. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml>
- Fantke, P., Evans, J., Hodas, N., Apte, J., Jantunen, M., Jolliet, O., McKone, T.E. (2016). Health impacts of fine particulate matter. In: Frischknecht, R., Jolliet, O. (Eds.), Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment Indicators: Volume 1. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, Paris, pp. 76-99 (available at: www.lifecycleinitiative.org/applying-lca/lcia-cf/, accessed January 2017).
- ISO (2006a). ISO 14040. Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. International Standard Organization. Geneva. Switzerland.
- ISO (2006b). ISO 14044. Environmental management – life cycle assessment – requirements and guidelines. International Standard Organization. Geneva. Switzerland.
- Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura & H. Zhang (2013). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. En ligne : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf.
- Posch, M., Seppälä, J., Hettelingh, J.P., Johansson, M., Margni M., Jolliet, O. (2008). The role of atmospheric dispersion models and ecosystem sensitivity in the determination of characterisation factors for acidifying and eutrophying emissions in LCIA. International Journal of Life Cycle Assessment (13) pp.477–486. <https://doi.org/10.1007/s11367-008-0025-9>
- Seppälä, J., Posch, M., Johansson, M. et al (2006). Country-dependent Characterisation Factors for Acidification and Terrestrial Eutrophication Based on Accumulated Exceedance as an Impact Category Indicator (14 pp). Int J Life Cycle Assessment 11, 403–416. <https://doi.org/10.1065/lca2005.06.215>

- Struijs, J., Beusen, A., van Jaarsveld, H. and Huijbregts, M (2009). Aquatic Eutrophication. Chapter 6 in: Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M.A.J., De Schryver, A., Struijs, J., Van Zelm, R. (2009). ReCiPe 2008 A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. Report I: Characterisation factors, first edition
- Van Oers L, de Koning A, Guinee JB, Huppes G (2002). Abiotic Resource Depletion in LCA. Road and Hydraulic Engineering Institute, Ministry of Transport and Water, Amsterdam.
- Van Zelm R; Preiss P; Van Goethem T; Van Dingenen R; Huijbregts M (2016). Regionalized life cycle impact assessment of air pollution on the global scale: damage to human health and vegetation. *ATMOSPHERIC ENVIRONMENT* 134; p. 129-137. JRC98795
- US EPA (2020). Air Emissions Factors and Quantification. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors, Chapter 13 – Miscellaneous Sources. Consulté en février 2023 : https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-10/documents/13.2.4_aggregate_handling_and_storage_piles.pdf

ANNEXE A : PROCESSUS MODÉLISÉS

Le Tableau A.1 suivant présente les processus ecoinvent utilisés pour l'analyse de cycle de vie de la production de la bauxite.

Tableau A.1 : Processus ecoinvent 3.8 utilisés et adaptations réalisées

Étape	Sous-étape	Flux (Quantité par UF)	Processus ecoinvent 3.8 et adaptation
Extraction	Décapage	Ouverture du site (0,093 m ²)	Transformation, from shrub land, sclerophyllous Transformation, to mineral extraction site Occupation, mineral extraction site
		Composition du overburden (0,079 t)	Gangue, bauxite, dans le sol
		Fermeture de site (0,093 m ²)	Transformation, from mineral extraction site Transformation, to shrub land, sclerophyllous
	Dynamitage	Explosif (0,29 kg Blendex 30, 0,013 kg Blendex 70)	Explosive, toxev {RoW} production Cut-off, U adapté pour Blendex 70 Explosive, toxev {RoW} production Cut-off, U adapté pour Blendex 30 Ratios de nitrate ammonium et de composé organique adaptés.
		Émissions d'explosion (0,31 kg d'explosif dans l'air)	Blasting {RoW} processing Cut-off, U
	Excavation	Production et combustion du carburant (0,0057 h)	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U
Composition du sol (1,11 t de minerai)		Substances dans le sol : Aluminium, Titanium, Iron, Silicon, Oxygen	
Transport	Transport en camion	Production et combustion du carburant (25,7 MJ)	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U
	Transport en train	Transport (55 tkm)	Transport, freight train {RoW} diesel Cut-off, U
Transformation	Production d'électricité	Production (12,5 kWh)	Electricity, high voltage {RoW} electricity production, oil Cut-off, U
	Concassage	Infrastructure (6,2 x 10 ⁻⁸ an)	Mine infrastructure, bauxite {GLO} mine construction, bauxite Cut-off, U

Étape	Sous-étape	Flux (Quantité par UF)	Processus ecoinvent 3.8 et adaptation
		Convoyeur (1,5 x 10 ⁻⁵ m)	Conveyor belt {RoW} production Cut-off, U
		Gestion des huiles usées (0,0033 kg)	Non applicable selon l'approche Cut-off (réutilisation dans explosif)
		Gestion des déchets d'usage non-dangereux (1,1 kg)	Municipal solid waste {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U
		Gestion des déchets d'usage dangereux (1,2 x 10 ⁻⁴ kg)	Hazardous waste, for incineration {RoW} treatment of hazardous waste, hazardous waste incineration Cut-off, U
		Consommation d'eau (0,017 m ³)	Water, groundwater, unspecified
Séchage	Production de chaleur (réchauffage)	Carburant pour le réchauffage (0,12 kWh)	Diesel {RoW} market for Cut-off, U
		Émissions liées au réchauffage (0,12 kWh)	Carbon dioxide, fossil, low.pop., to air Carbon monoxide, fossil, low.pop., to air Nitrogen oxides, GN, low.pop., to air Sulfur dioxide, GN, low.pop., to air Particulates, < 10 µm, low.pop., to air Particulates, < 2.5 µm, low.pop., to air Aluminium, low.pop., to air Iron, low.pop., to air Nickel, low.pop., to air Sodium, low.pop., to air Calcium, low.pop., to air
	Production de chaleur (fours)	Carburant des fours (82,9 MJ)	Heavy fuel oil, burned in refinery furnace {RoW} processing Cut-off, U
Chargement pour expédition	Chargement vers navires	Convoyeur (6,0 x 10 ⁻⁶ m)	Conveyor belt {RoW} production Cut-off, U
	Gestion du port	Dragage du port (0,012 m ²)	Transformation, from seabed, unspecified, in water.
		Carburant d'opération (0,10 L)	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U

ANNEXE B : RÉSULTATS DÉTAILLÉS

La Figure B.1 présente les résultats détaillés (voir tableau sous la figure) des impacts environnementaux associés à la production d'une tonne de bauxite par la CBG.

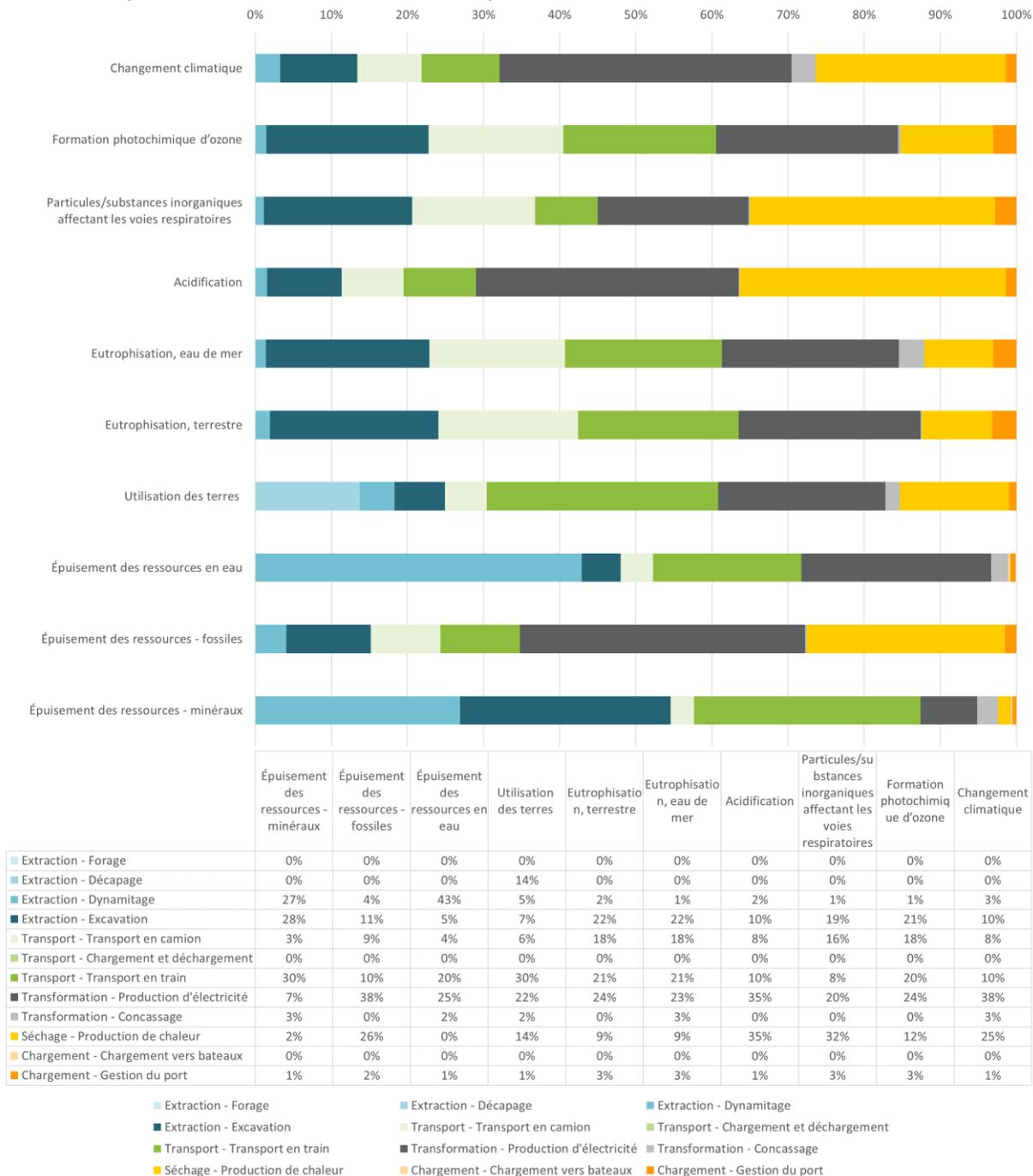


Figure B.1 : Contribution et résultats détaillés des impacts environnementaux des étapes de production de bauxite par la CBG