



Munich Personal RePEc Archive

# **Cobalt Governance and Strategic Power : A Hamiltonian Intertemporal Analysis of Export Suspension in the DRC**

PINSHI, Christian P.

University of Kinshasa

March 2025

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/124182/>  
MPRA Paper No. 124182, posted 01 Apr 2025 13:54 UTC

# Gouvernance du Cobalt et Pouvoir Stratégique : Une Analyse Intertemporelle Hamiltonienne de la Suspension des Exportations en RDC

Christian P. PINSHI <sup>1</sup>

Mars 2025

## Résumé

Dans un contexte de chute prolongée des prix et de volatilité accrue du marché mondial du cobalt, la RDC – premier producteur mondial – a, en février 2025, suspendu ses exportations dans le but de réajuster les cours, de renforcer sa souveraineté minérale et d’initier une transformation structurelle de la filière. Dans ce cadre, l’objectif de cet article est d’évaluer la soutenabilité économique de cette stratégie en s’appuyant sur une lecture dynamique des arbitrages intertemporels entre pertes immédiates et gains futurs.

Pour ce faire, la méthodologie adaptée repose sur un cadre analytique rigoureux fondé sur le modèle hamiltonien, lequel permet de modéliser les flux économiques pondérés par le facteur de préférence temporel du décideur public. Il ressort de cette analyse que, si à court terme la suspension engendre un solde négatif, un retournement favorable demeure envisageable à moyen terme.

En conséquence, il est recommandé que la RDC adopte une politique de patience stratégique fondée sur un taux d’actualisation bas, accélère la mise en œuvre des réformes industrielles telles que le développement du raffinage local et la traçabilité des flux, établisse une gouvernance contractuelle fondée sur un dialogue structuré entre l’État et les opérateurs miniers, et enfin, formalise une coopération bilatérale avec l’Indonésie afin de maîtriser le prix mondial. Ainsi, le cobalt ne doit plus être considéré comme une simple matière première stratégique, mais bien comme un levier de souveraineté à gouverner stratégiquement dans le temps.

Mots-clés : Cobalt, Suspension des exportations, Modèle hamiltonien, Arbitrage intertemporel, Gouvernance des ressources, Politique minière

Classification JEL : C61, D90, F13, Q34, Q31, 025

## Abstract

In a context of sustained price decline and heightened volatility in the global cobalt market, the Democratic Republic of the Congo (DRC)—the world’s leading producer—suspended its cobalt exports in February 2025. This decision aimed to recalibrate international prices, reinforce mineral sovereignty, and initiate a structural transformation of the domestic value chain. Against this backdrop, the objective of this article is to assess the economic sustainability of such a strategy by employing a dynamic framework of intertemporal trade-offs between short-term losses and long-term gains.

The adopted methodology relies on a rigorous analytical model grounded in the Hamiltonian formalism, allowing the modeling of economic flows weighted by the policymaker’s time preference factor. The

---

<sup>1</sup> Université de Kinshasa, [Christian.pinshi@unikin.ac.cd](mailto:Christian.pinshi@unikin.ac.cd)

findings suggest that while the suspension generates a negative welfare balance in the short term, a favorable reversal remains attainable in the medium term, provided that local transformation, institutional reforms, and bilateral cooperation are rapidly activated.

Accordingly, it is recommended that the DRC adopt a strategy of patient statecraft, characterized by a low discount rate, accelerate the implementation of industrial reforms such as local refining and supply chain traceability, establish a contract-based governance framework through structured dialogue between the state and mining operators, and formalize a bilateral partnership with Indonesia to exert coordinated influence on global pricing. In this perspective, cobalt must no longer be viewed as a mere strategic commodity, but rather as a sovereignty lever to be governed intertemporally through coherent and forward-looking economic policy.

Keywords : Cobalt, Export Suspension, Hamiltonian Model, Intertemporal Trade-off, Resource Governance, Mining Policy.

JEL Classification : C61, D90, F13, Q34, Q31, 025

## 1. Introduction

La République Démocratique du Congo (RDC), en sa qualité de premier producteur mondial de cobalt avec près de 78 % de la production globale en 2024<sup>2</sup>, se trouve à l'intersection d'un dilemme stratégique majeur. D'un côté, elle détient l'un des intrants critiques de la transition énergétique mondiale, essentiel à la fabrication des batteries lithium-ion utilisées dans les véhicules électriques, les équipements électroniques et les systèmes de stockage d'énergie. De l'autre, cette position dominante ne s'est pas encore traduite par une appropriation structurelle de la chaîne de valeur, ni par une optimisation des retombées économiques à l'échelle nationale. En effet, la volatilité des cours, les failles de gouvernance dans les circuits d'exportation et la prédominance des raffineurs étrangers constituent autant d'obstacles à la maximisation du multiplicateur économique interne de cette rente minérale (Auty & Furlonge, 2019).

C'est dans ce contexte de déséquilibre que s'inscrit la décision, prise le 22 février 2025 par l'Autorité de Régulation et de Contrôle des Marchés des Substances Minérales Stratégiques (ARECOMS)<sup>3</sup>, de suspendre les exportations de cobalt pour une durée de quatre mois. Inédite dans l'histoire du secteur, cette mesure de régulation a été adoptée de manière unilatérale, sans concertation préalable avec les opérateurs économiques, suscitant de vives réactions au niveau tant national qu'international. Officiellement, elle répondait à une triple ambition : restaurer la stabilité des prix, réorganiser les circuits de commercialisation et promouvoir la transformation locale. Toutefois, cette initiative a également été perçue comme une tentative de rupture avec les logiques extractivistes passées, traduisant la volonté croissante de l'État congolais de réaffirmer sa souveraineté minérale dans un environnement mondialisé.

De manière immédiate, l'impact sur les marchés a été manifeste : les prix du cobalt ont connu une envolée, témoignant d'une dépendance structurelle des chaînes d'approvisionnement mondiales vis-à-vis de la production congolaise. Si certains y voient une démonstration réussie de l'effet de rareté, d'autres s'interrogent sur la soutenabilité d'une telle approche. En effet, la suspension des flux soulève plusieurs interrogations quant à la continuité des contrats, aux réponses stratégiques des industriels et aux limites d'une régulation reposant sur des chocs d'offre. De ce fait, la RDC semble ouvrir une nouvelle séquence géoéconomique, dans laquelle l'objectif est moins de vendre un volume que de vendre une influence sur le prix – ce qui suppose une redéfinition des instruments et du positionnement stratégique.

---

<sup>2</sup> Fastmarkets, [Cobalt export suspension by DRC shakes global market](#)

<sup>3</sup> ARECOMS, [Décision n°001/ARECOMS/2025 du 22 février 2025 portant suspension temporaire de l'exportation du cobalt de la RDC](#)

Il convient également de souligner que cette initiative découle d'un contexte conjoncturel défavorable : entre janvier 2023 et fin 2024, les prix du cobalt ont été divisés par deux, passant de 50 000 à moins de 25 000 USD par tonne<sup>4</sup>. Cette chute prolongée est imputable à une offre excédentaire mal contrôlée, notamment en raison de l'essor de l'exploitation artisanale non régulée. Dès lors, la décision de suspendre les exportations peut être interprétée comme une réaction visant à rééquilibrer le marché par une contraction volontaire de l'offre, dans l'espoir de générer une tension favorable aux prix. Il s'agit, en somme, d'un acte de stabilisation par compression de flux, s'inscrivant dans une stratégie de reprise du contrôle sur la dynamique d'ajustement prix-quantité.

Au-delà de la réponse conjoncturelle, cette suspension semble révéler une ambition plus structurelle : imposer un nouveau paradigme de régulation du secteur du cobalt. En perturbant volontairement les équilibres d'exportation, l'État cherche à redéfinir les règles du jeu autour de la traçabilité, de la gouvernance contractuelle, et de l'intégration locale de la valeur. Ainsi, la suspension devient un instrument de politique industrielle déguisé, destiné à provoquer un effet de levier sur les investissements de transformation locale (Fliess *et al.*, 2017 ; Östensson, 2020 ; Terzi *et al.*, 2022 ; Fang, 2024). Elle sert également de levier diplomatique (Vandome, 2023 ; Surya, 2023 ; Humphreys, 2024) pour repositionner la RDC dans les discussions internationales sur les chaînes critiques de valeur, notamment en matière de normes ESG (Environnement, Sociale et Gouvernance), de souveraineté minérale, et d'industrialisation africaine.

Cependant, cette stratégie n'est pas sans effets collatéraux. À court terme, elle engendre une perte substantielle de recettes fiscales, un déséquilibre des balances de paiements, et une pression sur les opérateurs miniers, confrontés à des immobilisations de stocks et à des ruptures contractuelles. Sur le plan macroéconomique, la contraction des exportations entraîne une baisse des réserves en devises et un affaiblissement du taux de change, potentiellement inflationniste (Christensen, 2016 ; Pinshi, 2018 ; Gumata *et al.*, 2019). Ce choc, dans un environnement déjà marqué par des contraintes budgétaires et des tensions sociales, complexifie les marges de manœuvre de l'État pour conduire ses réformes structurelles.

En outre, des observations récentes suggèrent un risque de désintermédiation technologique : en tentant d'influencer les cours, la RDC pourrait accélérer les investissements dans des technologies de batteries sans cobalt, telles que le Lithium-Fer-Phosphate (LFP) (Tan & Keiding, 2023), particulièrement attractif pour les constructeurs asiatiques (Lee & Manthiram, 2022). Une telle substitution pourrait affaiblir durablement la position stratégique du cobalt congolais et, à terme, limiter la capacité du pays à tirer profit de cette ressource.

D'un autre côté, la rationalité stratégique derrière une telle approche mérite d'être soulignée. En établissant un parallèle avec le modèle de l'OPEP, cette stratégie cherche à positionner la RDC en acteur central des prix (« Price-Maker »), plutôt qu'en simple récepteur (« Price-Taker »). Toutefois, pour que cette volonté de maîtriser le « prix mondial » soit couronnée de succès, elle nécessite une gestion rigoureuse, un dialogue renforcé avec les opérateurs miniers, et la capacité à anticiper et gérer les effets transitoires. Bien que la RDC demeure incontournable en termes de volumes, sa capacité à influencer durablement les termes de l'échange dépendra de sa capacité à inscrire sa politique minière dans une dynamique de coopération et de prévisibilité.

Dans cette perspective, l'émergence de propositions alternatives — telles que la mise en place de Restriction volontaire aux exportations (VER)<sup>5</sup> (Tarr, 1989), ou l'instauration de droits de douane à l'export — témoigne d'un glissement vers des instruments de régulation plus nuancés, capables de concilier impératifs de souveraineté et contraintes du marché. De même, les perspectives des discussions en cours avec l'Indonésie,

---

<sup>4</sup> *London Metal Exchange*

<sup>5</sup> Une alternative au quota d'importation est la restriction volontaire à l'exportation (Voluntary Export Restraint - VER). C'est un terme utilisé dans le langage strict et technique de l'économie internationale.

Dans le langage populaire des journalistes, on parle souvent de quota d'exportation. Cependant, dans le jargon de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), on utilise également des expressions telles que « arrangement d'autolimitation des exportations », « autolimitation des exportations » ou « arrangement de commercialisation ordonnée » (Krugman *et al.*, 2012).

deuxième producteur mondial de cobalt, pourraient ouvrir la voie à l'émergence d'un cadre de gouvernance concertée du marché des métaux critiques, similaire aux arrangements multilatéraux dans le secteur pétrolier.

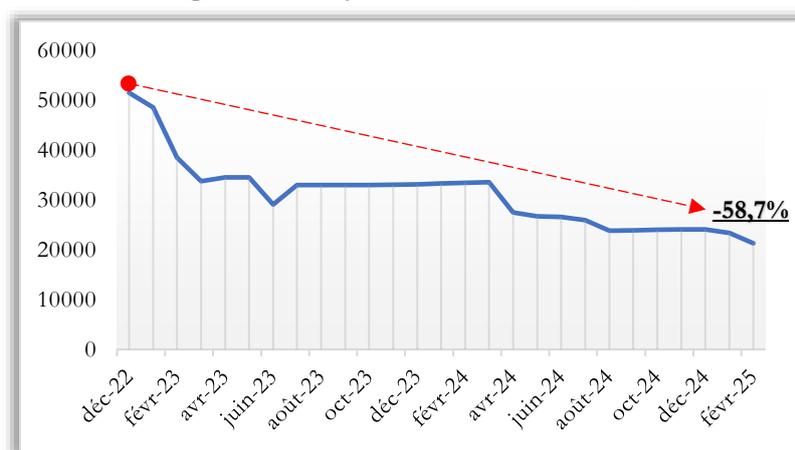
Dès lors, une double interrogation s'impose : la RDC est-elle en train d'opérer un tournant géoéconomique à long terme, susceptible de redéfinir les règles du commerce des métaux critiques ? Ou cette stratégie de rupture pourrait-elle entraîner un retournement conjoncturel, si elle n'est pas accompagnée des réformes structurelles nécessaires ? Afin de répondre à cette problématique, la présente étude propose une analyse en deux volets : dans un premier temps, une étude de l'évolution temporelle du prix du cobalt et une évaluation factuelle des effets de la suspension sur les cours mondiaux ; dans un second temps, une formalisation analytique via un modèle hamiltonien, permettant d'examiner l'arbitrage intertemporel entre les pertes immédiates et les gains futurs.

## 2. Du Tournant Structurel au Stress Spéculatif : L'Archéologie des Prix du Cobalt en Trois Actes

L'évolution récente du prix du cobalt ne saurait être appréhendée à travers une simple lecture conjoncturelle. Elle traduit, au contraire, une succession de ruptures profondes – économiques, technologiques et géopolitiques – qui structurent désormais la trajectoire de cette ressource stratégique. Cette section propose une archéologie des dynamiques de prix observées entre décembre 2022 et mars 2025, en trois temps distincts mais interdépendants. Le premier acte expose la dépression prolongée des cours dans un contexte de déséquilibre structurel entre une offre globalement excédentaire et une demande en recomposition. Le deuxième acte s'attarde sur la décision de suspension des exportations par la RDC et ses effets immédiats sur les marchés, marqués par un stress spéculatif sans précédent. Enfin, le troisième acte interroge les signaux d'adaptation technologique dans la demande mondiale, révélant un tournant silencieux mais déterminant pour l'avenir du cobalt. Cette mise en perspective historique et analytique des prix constitue le socle empirique sur lequel s'appuie la modélisation intertemporelle développée dans la section suivante.

L'analyse longitudinale des prix du cobalt sur la période allant de décembre 2022 à février 2025 met en évidence une dynamique baissière marquée, révélatrice d'un déséquilibre persistant entre l'offre croissante et une demande en mutation (figure 1).

Figure 1. Prix moyen mensuel du Cobalt USD/t



Source : INSEE ; London Metal Exchange (LME)

Comme l'indique le Tableau 1, le prix mensuel moyen de la tonne de cobalt est passé de 51 481 USD en décembre 2022 à 21 282 USD en février 2025, soit une baisse cumulée de 58,7 % en quinze mois. Cette chute prolongée ne constitue pas une simple fluctuation conjoncturelle, mais bien une déformation structurelle du marché : elle résulte de l'amplification des volumes mis sur le marché mondial, principalement

alimentés par l'essor de l'exploitation artisanale peu encadrée en RDC, mais également par l'émergence rapide de nouveaux producteurs comme l'Indonésie, dont les projets HPAL (High Pressure Acid Leaching) ont accru l'offre en hydroxyde de cobalt. Ce choc d'offre non régulé a provoqué une saturation progressive du marché, exerçant une pression constante à la baisse sur les cours. Parallèlement, la demande mondiale a connu une inflexion stratégique. Les incertitudes géopolitiques croissantes (guerre en Ukraine, tensions sino-occidentales, effet Donald Trump<sup>6</sup>), combinées aux préoccupations environnementales et à l'évolution des technologies de stockage d'énergie, ont modifié la structure de la demande. Les constructeurs de véhicules électriques, notamment en Chine, ont accéléré l'adoption de batteries au Lithium-Fer-Phosphate (LFP), qui ne nécessitent pas de cobalt, afin de réduire leur exposition aux chaînes d'approvisionnement à risque (Walvekar *et al.*, 2022 ; Chen *et al.*, 2024). Ce glissement technologique a contribué à limiter la capacité d'absorption de l'offre excédentaire, intensifiant la pression baissière sur les prix (Hu *et al.*, 2024 ; George *et al.*, 2024).

**Tableau 1. Prix mensuel moyen du cobalt (USD/t)**

Mois	Prix (USD/t)
Décembre-22	51 481
Janvier-23	48 556
Juin-23	29 083
Décembre-23	33 110
Janvier-25	23 346
Février-25	21 282

Source : INSEE ; London Metal Exchange (LME)

Dès lors, la baisse du prix du cobalt ne peut être dissociée de cette recomposition globale de la chaîne de valeur, où la RDC, malgré son poids en termes de production, reste vulnérable en l'absence de leviers de régulation efficaces. Cette vulnérabilité structurelle constitue l'un des fondements de la stratégie de suspension des exportations adoptée en février 2025, analysée plus en détail dans les sections suivantes.

Au-delà de la tendance baissière observée sur le long terme, l'analyse des données met également en lumière une volatilité structurellement élevée du marché du cobalt.

**Tableau 2. Volatilité mensuelle du cobalt (%)**

Mois	Variation mensuelle (%)
Janvier-23	-5,69%
Mars-23	-12,32%
Juin-23	-15,67%
Avril-24	-18,15%
Février-25	-8,89%

Source : Calcul sur base de données LME

En effet, comme présenté dans le Tableau 2, les variations mensuelles de prix atteignent en moyenne 14,87 %, un niveau critique pour une ressource aussi stratégique et sensible aux dynamiques industrielles mondiales. Certaines fluctuations ont été particulièrement marquées, à l'instar des mois d'avril 2024 (-18,15

<sup>6</sup> *Effet Donald Trump* : L'arrivée de Donald Trump à la présidence des États-Unis a provoqué des bouleversements importants sur les marchés financiers et dans les relations internationales. Son style de gouvernance, marqué par des décisions imprévisibles et un discours souvent agressif (en confrontation), pourrait créer une instabilité géopolitique.

Des événements tels que des guerres commerciales, des politiques protectionnistes, ainsi que des décisions surprenantes sur la scène internationale ont généré des incertitudes, affectant les marchés mondiaux et engendrant une volatilité accrue. Ces tensions ont exacerbé les risques géopolitiques et pourrait contribuer à l'instabilité des prix des matières premières et des investissements internationaux, influençant ainsi la structure de la demande dans divers secteurs, notamment les métaux critiques.

%) et de juin 2023 (-15,67 %). Cette volatilité, en grande partie induite par l'absence de mécanismes de régulation robustes, perturbe gravement la prévisibilité des revenus pour les États exportateurs comme la RDC, tout en affaiblissant la stabilité financière des opérateurs miniers. Elle rend difficile l'établissement de contrats de fourniture à moyen terme, tout en exposant les acteurs du secteur à des risques de trésorerie et à une incertitude chronique sur les marges.

Par ailleurs, cette instabilité des cours accentue les comportements spéculatifs sur les marchés, amplifiant les distorsions entre les signaux économiques réels et les anticipations financières. Elle crée une asymétrie d'information défavorable aux producteurs primaires, souvent dépendants de recettes fiscales volatiles, peu compensées par des outils d'amortissement macroéconomique. À l'échelle nationale, cette volatilité renforce l'exposition de la RDC aux chocs exogènes, notamment ceux liés à la demande chinoise ou aux ajustements technologiques en cours dans les industries automobiles. En l'absence d'une politique de stabilisation efficace – comme celle reposant sur des mécanismes de restrictions volontaires aux exportations (VER), de droits de douane à l'export ou d'accords de coordination interétatiques – cette volatilité pourrait compromettre les objectifs de souveraineté économique et de transformation structurelle portés par la récente suspension des exportations. Dès lors, l'intervention de l'État en février 2025 peut être lue comme une tentative de briser cette spirale déstabilisatrice.

C'est dans ce contexte de volatilité aiguë et de déséquilibre prolongé que la RDC a pris, le 22 février 2025, une décision sans précédent : la suspension temporaire des exportations de cobalt pour une période initiale de quatre mois. L'objectif affiché était double : provoquer une contraction de l'offre mondiale afin d'enclencher un redressement des prix, tout en réaffirmant la souveraineté sur une ressource critique pour la transition énergétique. Les effets de cette mesure ont été quasi-immédiats : comme le montre le Tableau 3, le prix moyen du cobalt est passé de 21 282 USD/t en février 2025 à 35 110 USD/t en mars 2025, soit une hausse de 64,96 % en un mois seulement. Cette réaction spectaculaire confirme la centralité stratégique de la RDC sur le marché mondial du cobalt, ainsi que la sensibilité extrême des chaînes d'approvisionnement à toute perturbation en provenance du pays.

**Tableau 3. Impact immédiat de la suspension sur les prix**

Mois	Prix (USD/t)	Variation mensuelle (%)
Février-25	21 282	—
Mars-25	35 110	64,9%

Source : Calcul sur base de données LME

Cependant, bien que cette hausse rapide ait temporairement redonné un souffle aux marges des producteurs et offert une fenêtre de négociation renforcée à l'État congolais, elle n'est pas exempte de risques systémiques. En effet, en l'absence de cadre réglementaire prévisible et concerté, une telle variation brutale peut générer des distorsions importantes sur les marchés en aval, notamment auprès des raffineurs, assembleurs de batteries et constructeurs automobiles. Cette flambée spéculative, si elle venait à se prolonger ou à se répéter, pourrait inciter les industriels à accélérer leur transition vers des technologies alternatives, telles que les batteries LFP (lithium-fer-phosphate), moins dépendantes du cobalt. Par conséquent, le levier conjoncturel activé par la RDC, bien qu'efficace à court terme, soulève la nécessité d'une stratégie structurelle d'accompagnement, notamment via des instruments de régulation graduée (Restrictions volontaires aux exportations, droits de douane, partenariats bilatéraux), pour éviter que le pays ne perde, à long terme, sa position de leader dans la chaîne mondiale de valeur du cobalt.

Par ailleurs, il convient de souligner que la flambée des prix consécutive à la suspension congolaise ne s'est pas limitée au cobalt raffiné coté sur les marchés occidentaux. En effet, l'hydroxyde de cobalt, produit intermédiaire indispensable dans la chaîne de production des batteries lithium-ion, a également connu une revalorisation spectaculaire. Comme l'indique le Tableau 4, son prix moyen est passé de 12 566 USD/tonne le 21 février 2025 à 23 149 USD/tonne le 21 mars 2025, soit une augmentation de 84 % en seulement un mois. Cette envolée traduit la transversalité du choc d'offre provoqué par la suspension, affectant non seulement les produits finis destinés à la cotation internationale, mais aussi les intrants critiques utilisés par les raffineurs, principalement en Chine. Cette situation a révélé une vulnérabilité accrue des marchés

asiatiques, fortement dépendants des exportations congolaises et contraints d'anticiper des ruptures logistiques pour sécuriser leurs chaînes de transformation. En outre, cette poussée brutale du prix de l'hydroxyde reflète une dynamique de précaution plus qu'une réalité de pénurie immédiate. L'anticipation d'un durcissement prolongé des conditions d'approvisionnement a entraîné un effet de panique sur les marchés, où les raffineurs et industriels asiatiques ont tenté de se prémunir contre des tensions durables, voire l'instauration des restrictions volontaires aux exportations ou de droits de douane à l'exportation. Cette tension spéculative illustre également le pouvoir de levier structurel que conserve la RDC, même sur des segments intermédiaires de la chaîne de valeur. Toutefois, cette dépendance, si elle est exploitée sans coordination avec les grands centres de transformation, pourrait à terme alimenter une stratégie d'évitement de la part des acteurs asiatiques, soucieux de sécuriser des approvisionnements alternatifs.

**Tableau 4. Impact sur l'hydroxyde de cobalt**

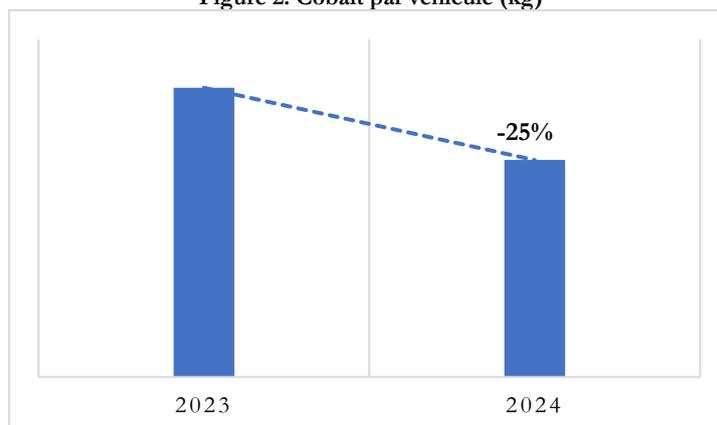
Date	Prix (USD/t)	Évolution (%)
21 fév. 2025	12 566	—
21-mars-25	23 149	84%

Source: *Fastmarkets, Cobalt standard grade; Alexander Cook and Sabil Shaw (Mars, 2025)*

Cependant, un signal d'alerte structurel émerge du côté de la demande mondiale. En effet, le volume moyen de cobalt utilisé par véhicule électrique a diminué de 25 % entre 2023 et 2024, marquant une inflexion technologique majeure dans le secteur des batteries (figure 2). Cette évolution n'est pas marginale : elle reflète l'essor rapide des batteries au lithium-fer-phosphate (LFP), qui présentent plusieurs avantages décisifs – moindre coût de production, stabilité thermique accrue et absence totale de cobalt dans leur composition (Shen *et al.*, 2024). Longtemps cantonnée au marché chinois, cette technologie gagne désormais du terrain dans les marchés occidentaux, y compris en Europe et en Amérique du Nord, où les constructeurs cherchent à réduire leur dépendance vis-à-vis des matières premières critiques, en particulier celles issues de contextes géopolitiques instables.

Dès lors, un paradoxe stratégique se dessine : si la suspension des exportations décidée par la RDC en février 2025 a produit un effet immédiat de hausse des prix, elle pourrait, à moyen et long terme, accélérer une dynamique de substitution. En effet, en rendant le cobalt plus cher et plus incertain d'accès, cette mesure incite mécaniquement les fabricants à accroître leurs investissements dans les technologies alternatives, tout en révisant leurs chaînes d'approvisionnement globales. Ce double mouvement pourrait fragiliser durablement la position du cobalt congolais sur le marché international, surtout si la régulation de l'offre reste imprévisible ou unilatérale.

**Figure 2. Cobalt par véhicule (kg)**



Source : *Fastmarkets*

Par conséquent, la RDC doit impérativement passer d'une logique de choc à une logique de gouvernance coordonnée, en combinant régulation de l'exportation (via des restrictions volontaires aux exportations ou droits de douane intelligemment calibrés), incitations à la transformation locale, et intégration plus poussée dans les chaînes de valeur régionales et mondiales.

Face à cette équation complexe, il devient nécessaire de dépasser les approches conjoncturelles pour modéliser rigoureusement les arbitrages intertemporels auxquels est confrontée la RDC. La question centrale devient alors : les bénéfices attendus à long terme justifient-ils les pertes économiques immédiates engendrées par la suspension ? Pour répondre à cette interrogation, la section suivante mobilise un cadre théorique fondé sur le formalisme hamiltonien, qui permet d'agrèger dans le temps les coûts (fiscaux, privés (opérateurs miniers) et macroéconomiques) et les bénéfices potentiels (hausse des prix, montée en gamme industrielle, pouvoir de marché). Cette approche analytique offre ainsi une lecture dynamique de la stratégie congolaise, en confrontant rigueur économique et réalisme politique.

### 3. Modéliser la Souveraineté Minérale : Une Lecture Hamiltonienne de la Stratégie Congolaise

À la lumière des bouleversements empiriques observés sur les prix du cobalt dans les mois ayant précédé et suivi la décision de la RDC de suspendre ses exportations, il devient impératif de dépasser une lecture strictement conjoncturelle des faits. En effet, la mesure prise par Kinshasa ne saurait être interprétée comme une simple réponse réactive aux signaux du marché ; elle s'inscrit dans une logique plus profonde d'optimisation intertemporelle, où les décideurs arbitrent stratégiquement entre des coûts immédiats assumés et des bénéfices différés attendus (Martínez-Martínez, 2014 ; Bakker & Knoben, 2015 ; Medina-López *et al.*, 2023). Pour en évaluer la soutenabilité économique, cette section mobilise un cadre théorique rigoureux basé sur le formalisme hamiltonien (Vinogradov & Krasil'shchik, 1975 ; Cass & Shell, 1976 ; Wulwick, 2002 ; Velupillai & Zambelli, 2015), permettant d'agrèger les flux économiques sur l'horizon temporel pertinent et d'en projeter la valeur actualisée nette.

Toutefois, la robustesse de cette stratégie dépend d'un ensemble de conditions structurelles dont la maîtrise est déterminante. Premièrement, la gestion du taux d'actualisation politique oriente la capacité de l'État à arbitrer entre urgence budgétaire et vision stratégique. Deuxièmement, la temporalité d'exécution des réformes doit être synchronisée avec l'horizon d'actualisation pour éviter la dévalorisation des gains futurs. Troisièmement, une gouvernance adaptative et inclusive, fondée sur un dialogue structuré avec les parties prenantes privées, conditionne l'acceptabilité et l'efficacité des instruments déployés. Enfin, une coordination géoéconomique bilatérale, notamment avec l'Indonésie, peut agir comme un multiplicateur systémique de stabilité et de pouvoir de marché. L'examen approfondi de ces leviers constitue donc le socle analytique d'une stratégie minière congolaise durable et souveraine.

La suspension des exportations de cobalt ne peut être analysée uniquement sous l'angle de l'économie immédiate ou des réactions de marché à court terme. Elle s'inscrit plutôt dans ce que l'on appelle une stratégie d'optimisation intertemporelle, où les décideurs publics choisissent volontairement de subir un coût initial en espérant obtenir des gains différés plus importants dans le futur. Pour modéliser rationnellement cette prise de risque dans le temps, on peut mobiliser un formalisme économique avancé : le modèle hamiltonien.

#### a. Formalisation du problème intertemporel : arbitrer entre pertes présentes et rentes futures

La stratégie gouvernementale peut être formalisée selon le cadre canonique du modèle hamiltonien, tel que défini ci-dessous :

$$H = \int_t^T [B(t) - C(t)] e^{-\rho t} dt$$

Ce formalisme permet d'évaluer la valeur actualisée nette  $H$  de la stratégie nationale, en agréant tous les coûts et tous les bénéfices attendus sur l'horizon de temps  $[0, T]$ , tout en pondérant chaque flux par un facteur de préférence temporelle  $e^{-\rho t}$ .

Avec une identification synthétisant la structure des coûts et des bénéfices dans le cadre du modèle hamiltonien intertemporel, tel qu'il s'appliquerait à l'analyse de la suspension des exportations de cobalt par la RDC :

- $C(t)$  – Les Coûts immédiats : Ce sont toutes les pertes économiques induites par la suspension. Elles incluent :
  - ❖ Les pertes de recettes fiscales liées à l'interdiction temporaire d'exportation ;
  - ❖ Le ralentissement du PIB due à la baisse d'activité dans la chaîne minière ;
  - ❖ La perte de réserves en devises par réduction du rapatriement des recettes d'exportation, qui peut peser sur la dépréciation du franc congolais (CDF) et accentuer les tensions inflationnistes ;
  - ❖ Les coûts privés supportés par les opérateurs miniers : immobilisation des stocks, rupture de contrats, ralentissement de l'investissement.
- $B(t)$  – Les Bénéfices projetés : Ce sont les gains espérés qui ne se manifestent qu'avec le temps :
  - ❖ Hausse des prix du cobalt sur le marché mondial, entraînant un potentiel de recettes accru à la reprise des exportations ;
  - ❖ Renforcement du pouvoir de négociation de la RDC comme « Price-maker » en mettant en place un régime des restrictions volontaires aux exportations (VER) ou des droits de douane à l'exportation ;
  - ❖ Promotion de la transformation locale, par la pression faite sur les opérateurs à créer des chaînes de traitement en RDC (raffinage, composants, batteries) ;
  - ❖ Repositionnement géostratégique dans un éventuel axe RDC-Indonésie pour coordonner l'offre mondiale.
- $\rho$  – Le taux d'actualisation : Ce paramètre critique reflète la préférence temporelle du décideur public :
  - ❖ Un taux élevé ( $\rho \gg 0$ ) reflète une préférence forte pour les gains immédiats de sorte que les gains futurs ont peu de poids → stratégie orientée court terme ;
  - ❖ Un taux faible ( $\rho \approx 0$ ) traduit une stratégie patiente, où l'État est prêt à supporter des coûts présents pour capturer des bénéfices futurs plus importants → stratégie à long terme privilégiée.

### b. Court terme : Une trajectoire déficitaire initiale

Dans la phase initiale suivant la suspension des exportations de cobalt, soit pour  $t = 0 \rightarrow t_1$ , la dynamique économique du pays entre dans une phase déséquilibrée, caractérisée par une prédominance des coûts sur les bénéfices, traduit par :

$$C(t) > B(t) \rightarrow H(t) < 0$$

Autrement dit, la valeur hamiltonienne à court terme est négative, traduisant un déséquilibre où les pertes économiques immédiates dépassent largement les bénéfices potentiels encore hypothétiques.

## ✚ Décomposition des coûts à court terme

Les coûts immédiats peuvent être ventilés en trois grandes catégories :

$$C(t) = C_{fiscal} + C_{privé} + C_{macro}$$

- $C_{fiscal}$  : Il correspond à la perte directe de recettes publiques. En l'absence d'exportation, l'État ne perçoit plus de redevances minières. *En supposant une chute de 40 % des exportations de cobalt, cela pourrait se traduire par une diminution des recettes fiscales de l'ordre de 12 à 15 %. Cette contraction vient directement impacter le budget national, déjà fragilisé par des pressions sociales et les impératifs sécuritaires liés à la guerre.*
- $C_{privé}$  : Ce poste englobe les pertes supportées par les opérateurs miniers, notamment :
  - L'immobilisation des stocks, qui ne peuvent être exportés ;
  - La pression sur la trésorerie, avec des charges fixes à couvrir mais des revenus différés ;
  - Les pénalités contractuelles liées au non-respect des délais de livraison ;
  - Le ralentissement ou l'arrêt partiel des chaînes de production ;

Ces effets sont particulièrement lourds pour les petites entreprises minières, dont la capacité à absorber des chocs exogènes est limitée. Il est possible que des pertes mensuelles atteignent plusieurs millions de dollars pour des projets de taille intermédiaire.

- $C_{macro}$  : Il s'agit des effets d'entraînement sur l'économie. Le secteur minier étant le principal moteur du PIB congolais (près de 50 % de la richesse nationale et plus de 80 % des recettes en devises), une contraction de son activité provoque un ralentissement de la croissance. Les effets immédiats pourront tabler sur une baisse de 2 à 3 points du taux de croissance prévu (initialement 5,1 % pour 2025), sous l'effet combiné :
  - D'un recul de l'investissement privé,
  - D'un affaiblissement de la demande intérieure,
  - Et d'une pression accrue sur le taux de change due à la baisse des réserves en devises.

Au total, dans cette phase initiale, l'équation :

$$H(t) = (B(t) - C(t)) \cdot e^{-\rho t}$$

Renvoie une valeur négative, car  $C(t)$  est élevé tandis que  $B(t)$  reste marginal, voire quasi nul. En effet, les bénéfices potentiels ne se matérialisent pas immédiatement.

Le facteur d'actualisation  $e^{-\rho t}$  accentue ce déséquilibre en diminuant la valeur des gains futurs. Plus le taux d'actualisation  $\rho$  est élevé (forte préférence pour les gains immédiats), plus le poids des pertes présentes est pénalisant dans l'arbitrage.

Le coût de la suspension est certain et immédiat, tandis que les bénéfices demeurent incertains et différés. C'est précisément cette asymétrie temporelle qui rend la stratégie risquée, mais potentiellement payante si elle est bien exécutée. Ainsi, ce diagnostic économique souligne l'importance d'une trajectoire de sortie crédible pour éviter un découplage des anticipations et un affaiblissement de la légitimité stratégique du pays.

### c. Moyen terme : Basculement potentiel vers un solde hamiltonien positif

Sous réserve de la mise en œuvre d'une politique de transformation structurelle rigoureuse, la trajectoire intertemporelle du modèle hamiltonien peut s'infléchir favorablement. À l'issue d'une période initiale d'ajustement estimée entre six et douze mois – période correspondant à la phase post-suspension – l'économie nationale pourrait entamer un redressement progressif, à condition toutefois que la stratégie adoptée ne se limite pas à l'interdiction unilatérale des exportations, mais qu'elle soit complétée par des mesures tangibles d'industrialisation locale, de consolidation de la gouvernance sectorielle et de conclusion de partenariats structurants.

- **Croissance progressive de  $B(t)$**

Dans l'hypothèse où l'État engagerait effectivement des initiatives favorisant l'implantation d'unités locales de transformation du cobalt – notamment par des incitations fiscales ou des dispositifs réglementaires robustes tels que la traçabilité numérique – alors la fonction des bénéfices futurs, représentée par  $B(t)$ , entamerait une dynamique croissante. Cette évolution serait caractérisée mathématiquement par :

$$\frac{dB(t)}{dt} > \frac{dC(t)}{dt}$$

Ce qui traduit une situation où le taux d'accroissement des bénéfices dépasse celui des coûts résiduels. D'un point de vue économique, cette configuration se manifeste par :

- ❖ Une augmentation des marges locales, due au maintien de la valeur ajoutée sur le territoire national ;
- ❖ Une progression différée mais significative des recettes fiscales, notamment via la TVA sur les produits transformés et l'impôt sur les sociétés nouvellement créées ;
- ❖ Une dynamique positive sur le marché de l'emploi, notamment qualifié, induisant un effet multiplicateur sur la demande intérieure et la consommation.

- **Retour progressif vers une valeur hamiltonienne positive**

Lorsque la somme cumulée des bénéfices futurs devient supérieure à celle des coûts initiaux, le solde de la stratégie, tel que défini par le modèle hamiltonien,

$$H(t) = \int_t^T [B(t) - C(t)] e^{-\rho t} dt$$

devient potentiellement positif. Ce renversement de tendance constitue un signal de viabilité économique à moyen terme, indiquant que la politique économique commence à générer des retombées nettes favorables. Toutefois, cette évolution demeure conditionnée par deux déterminants critiques :

- ❖ La vitesse de mise en œuvre des réformes : un déploiement lent des mécanismes d'accompagnement retarde la croissance de  $B(t)$ , accentuant l'effet réducteur de l'actualisation ;
- ❖ Le taux d'actualisation  $\rho$  : plus la préférence pour les gains immédiats est élevée, plus il devient politiquement complexe de justifier une stratégie dont les résultats sont différés.

### d. Intégration des instruments de politique commerciale : moduler sans perturber

À la lumière des déséquilibres budgétaires observés à court terme et des incertitudes inhérentes à la trajectoire de redressement à moyen terme, il apparaît essentiel pour la RDC d'adopter une stratégie d'ajustement graduel. En lieu et place d'une suspension totale et prolongée des exportations de cobalt, l'introduction des restrictions volontaires aux exportations (VER) modulables et/ou de droits de douane différenciés s'impose comme une option intermédiaire à forte rationalité économique (Espa, 2015). Cette approche permettrait de maintenir un effet de rareté relatif sur les prix internationaux, tout en rétablissant partiellement les flux financiers indispensables à l'équilibre budgétaire de l'État et à la liquidité des opérateurs (Hoekman & Nicita, 2018).

- **Formalisation Mathématique de la Modulation Commerciale**

D'un point de vue formel, ces instruments de politique commerciale peuvent être intégrés au sein de la fonction bénéfice du modèle hamiltonien, selon l'équation suivante :

$$B_{policy}(t) = B(t) + \theta_1 \cdot VER(t) + \theta_2 \cdot Droit\ de\ Douane(t)$$

Où :

- ❖  $B(t)$  désigne le bénéfice endogène, issu notamment de la transformation locale, de la montée en gamme industrielle et de la stabilisation du marché ;
- ❖  $VER(t)$  représente le volume autorisé à l'exportation à la période  $t$  ;
- ❖  $Droit\ de\ Douane(t)$  correspond au taux de prélèvement appliqué sur les exportations ;
- ❖  $\theta_1$  et  $\theta_2$  sont des coefficients de transmission, mesurant l'effet marginal de chaque instrument sur la fonction bénéfice agrégée.

Cette formulation permet de simuler les effets combinés de ces leviers sur l'équilibre intertemporel, en orientant la courbe  $H(t)$  vers des valeurs positives, tout en maintenant un équilibre macro-commercial.

- **Restrictions volontaires aux exportations (VER) : Vers une Rareté Contrôlée et Régulée**

Les restrictions volontaires aux exportations constituent un mécanisme de rareté maîtrisée, se distinguant d'une suspension brutale par leur flexibilité. En autorisant un flux réduit mais prévisible de cobalt vers les marchés internationaux, ils :

- ❖ Préviennent l'accumulation excessive de stocks au niveau des producteurs ;
- ❖ Permettent de maintenir les engagements contractuels à un niveau minimal, réduisant ainsi les risques réglementaires et réputationnels ;
- ❖ Et contribuent à soutenir les prix mondiaux sans altérer la continuité des relations commerciales.

Ainsi, ces restrictions volontaires aux exportations favorisent simultanément la stabilité des revenus pour les opérateurs et la prévisibilité pour les partenaires commerciaux, dans une logique de conciliation entre souveraineté et intégration internationale.

- **Droits de Douane à l'Exportation : Reconstituer la Rente Publique**

Les droits de douane appliqués à l'exportation, lorsqu'ils sont calibrés de manière dynamique, représentent un outil fiscal de stabilisation budgétaire sans retour au modèle extractif brut. Appliqués de façon proportionnelle au volume exporté ou ajustés selon le niveau des prix internationaux, ces prélèvements :

- ❖ Offrent une marge de manœuvre budgétaire à court terme ;

- ❖ Incitent les opérateurs à réorienter une part de leur activité vers la transformation locale, moins fiscalement pénalisée ;
- ❖ Et renforcent la captation étatique de la rente minière dans une logique de souveraineté redistributive.

En d'autres termes, ces droits permettent une régulation à la fois budgétaire et industrielle, contribuant à renforcer la fonction  $B(t)$  dans la dynamique intertemporelle du modèle hamiltonien.

- **Progressivité et Gouvernance Partagée**

Toutefois, la réussite de cette stratégie commerciale intégrée repose sur deux conditions institutionnelles majeures :

1. **La progressivité de l'implémentation** : une introduction graduelle des restrictions volontaires aux exportations (VER) et/ou des droits de douane évite les effets de rupture pour les opérateurs miniers. Une phase transitoire calibrée, assortie d'un accompagnement administratif, est indispensable pour assurer l'acceptabilité et la fluidité de la réforme.
2. **Le dialogue public-privé** : la construction d'un consensus sectoriel est déterminante. Une concertation étroite entre l'État, la Chambre des Mines, les entreprises exportatrices, les raffineurs et les partenaires internationaux doit permettre de co-définir les barèmes, les volumes autorisés et les mécanismes de suivi. Cela éviterait les comportements d'évitement, de contournement, voire de désengagement.

In fine, ces instruments apparaissent comme des outils hybrides, situés à l'interface entre régulation étatique et fonctionnement des marchés. S'ils sont correctement conçus et mis en œuvre dans un cadre de gouvernance inclusive, ils permettent d'augmenter la valeur actualisée nette  $H$  du modèle hamiltonien sans alourdir excessivement la fonction coût  $C(t)$ . Par conséquent, ils peuvent accélérer la transition de la RDC vers une gestion souveraine, prédictive et stratégique de ses ressources critiques, tout en consolidant un climat d'investissement rationnellement favorable.

#### e. Vers une Architecture Bilatérale de Régulation : Le Pari RDC-Indonésie d'une OPEP du Cobalt ?

En dernier ressort, la soutenabilité stratégique de la suspension des exportations de cobalt par la RDC ne saurait reposer exclusivement sur des instruments unilatéraux (restrictions volontaires aux exportations (VER), droits de douane). Elle pourrait être significativement renforcée par une architecture de coopération bilatérale, structurée autour d'un partenariat avec l'Indonésie, second producteur mondial. Cette initiative, en cours de négociation, ouvre la voie à une gouvernance concertée de l'offre mondiale de cobalt — préfigurant une organisation coopérative analogue à l'OPEP dans le secteur pétrolier.

- **Une Alliance des Producteurs Dominants : 88 % de l'Offre Mondiale**

En 2024, la RDC et l'Indonésie représentaient à elles seules environ 88 % de la production mondiale de cobalt<sup>7</sup>. Tandis que la RDC concentre les plus vastes gisements à haute teneur, l'Indonésie s'affirme rapidement via ses projets HPAL (High Pressure Acid Leaching), qui produisent du précipité d'hydroxyde mixte (MHP), composant clé dans la chaîne d'approvisionnement des batteries (ChuanYu, 2024 ; Michel, 2024). Une coordination entre ces deux géants permettrait d'instaurer des instruments conjoints de régulation – VER synchronisés, prix planchers, contrôle différencié des exportations – instaurant ainsi les bases d'une gouvernance oligopolistique du marché.

---

<sup>7</sup> *Fastmarkets*

- **Stabiliser les Marchés, Réduire la Volatilité**

Sur le plan économique, une telle coopération permettrait de lisser la volatilité excessive des prix, facteur délétère pour la planification industrielle des utilisateurs comme pour la soutenabilité des politiques minières nationales. Dans le cadre du modèle hamiltonien, cette stabilisation peut être formalisée comme suit :

$$H_{Coop} = H + \gamma \cdot Stabilité_{Marché}$$

Ici,  $H_{Coop}$  désigne la valeur intertemporelle nette sous coopération bilatérale, et  $\gamma$  un coefficient d'amplification associé à l'effet stabilisateur global. Plus la coordination est efficace, plus le paramètre  $\gamma$  s'élève, réduisant l'incertitude, attirant les investissements, et augmentant le pouvoir de négociation collectif des producteurs vis-à-vis des centres mondiaux de raffinage.

- **De Price-Taker à Price-Maker : Un Changement de Paradigme**

Historiquement, la RDC a opéré en tant que *price-taker*, subissant la formation des prix imposée par les acteurs en aval de la chaîne de valeur. Une alliance bilatérale avec l'Indonésie offrirait une opportunité structurelle de basculer vers un rôle de *price-maker*, permettant une influence directe sur les dynamiques d'offre globale. Toutefois, cette mutation exige :

- ❖ Une harmonisation des régimes de change, fiscaux et des politiques minières ;
- ❖ Une transparence opérationnelle sur les capacités de production ;
- ❖ Et une diplomatie économique active auprès des principaux centres de transformation (Chine, Union européenne, États-Unis).

En outre, la mise en place de planchers de prix ou de VER conjoints offrirait aux deux pays une capacité de réponse anti-critique face aux cycles de surproduction.

- **Une Coopération Gagnant-Gagnant, Sous Contraintes Politiques**

Malgré son potentiel stratégique, la faisabilité politique d'une telle alliance dépend de variables multiples : stabilité institutionnelle des partenaires, convergence de leurs agendas économiques, et résistance potentielle des acteurs industriels mondiaux, qui pourraient chercher à fragmenter ou à neutraliser cette initiative par des stratégies de contournement ou de substitution. De surcroît, une exploitation excessive de ce levier pourrait accélérer le basculement technologique vers des batteries LFP, moins dépendantes du cobalt, affaiblissant à terme le levier de négociation construit.

## f. Conditions de Réussite : Paramétrage Stratégique, Gouvernance Polycentrique et Coordination Multiniveaux

À l'issue de la modélisation hamiltonienne, il apparaît que la valeur actualisée nette de la stratégie congolaise de suspension des exportations repose sur la maîtrise d'un ensemble cohérent de variables structurelles et institutionnelles. La performance intertemporelle de cette stratégie dépend, en effet, de quatre leviers fondamentaux, dont l'agencement adéquat constitue la condition sine qua non d'un passage d'une logique de choc à une logique de souveraineté durable. Ces leviers sont : **(i) le calibrage du taux d'actualisation politique**, **(ii) la temporalité de mise en œuvre des réformes**, **(iii) la qualité de la gouvernance contractuelle multi-acteurs**, et **(iv) l'intensité de la coordination géoéconomique bilatérale**. Chacun d'eux représente une variable critique dans l'optimisation de la fonction hamiltonienne de la stratégie congolaise.

- **Le taux d'actualisation politique : Arbitrer entre urgence budgétaire et vision stratégique**

Dans le cadre du modèle hamiltonien, le paramètre  $\rho$  exprime la préférence temporelle du décideur public. Un taux élevé ( $\rho \gg 0$ ) traduit une impatience stratégique, où les bénéfices futurs sont fortement

dévalorisés, rendant tout effort différé politiquement et budgétairement coûteux. À l'inverse, un taux faible ( $\rho \approx 0$ ) témoigne d'une orientation stratégique de long terme, privilégiant une logique de sacrifice présent pour gain futur.

**Proposition** : Pour inscrire sa politique minière dans une trajectoire soutenable, la RDC gagnerait à adopter une logique de patience stratégique, en maintenant un taux d'actualisation bas. Cela suppose la mise en place de stabilisateurs macroéconomiques — tels qu'un fonds souverain, comme le fonds minier<sup>8</sup> ou des appuis budgétaires multilatéraux — afin d'absorber les pertes fiscales temporaires et préserver la soutenabilité budgétaire à court terme (Ntungila & Pinshi, 2019).

- **Temporalité des réformes : Synchroniser l'impact réel avec la fenêtre d'actualisation**

La temporalité d'implémentation des réformes constitue une variable d'arbitrage décisive (Reuben, 2004). Plus les mesures d'accompagnement (raffinage local, traçabilité logistique, réglementations et fiscalité incitatives) sont mises en œuvre avec lenteur, plus la dérivée temporelle de la fonction bénéfice  $B(t)$  reste faible. Or, en présence d'un facteur d'actualisation  $e^{-\rho t}$ , ce retard engendre une diminution substantielle de la valeur nette des gains futurs dans l'équation hamiltonienne.

**Proposition** : Il est impératif de réduire l'inertie administrative par un calendrier réglementaire contraignant, d'opérationnaliser rapidement les unités locales de transformation, et d'accélérer l'intégration de technologies de traçabilité afin de garantir une croissance effective de  $B(t)$  dans la fenêtre temporelle pertinente.

- **Gouvernance adaptative : Vers un contrat public-privé négocié**

Le succès d'une politique de régulation repose sur son acceptabilité (North, 1990 ; Rodrik, 2008 ; Baldwin *et al.*, 2011 ; Stigler, 2021). Une approche purement unilatérale (imposition des restrictions volontaires aux exportations (VER) ou de prélèvements douaniers sans concertation) risque de générer des effets adverses : comportements d'évitement, désengagement des investisseurs, ou désorganisation des chaînes d'approvisionnement. Le modèle hamiltonien, en tant que fonction agrégée du bien-être intertemporel, intègre implicitement les rétroactions comportementales des agents économiques.

**Proposition** : Instituer un cadre contractuel de gouvernance minière associant l'État, la Chambre des Mines, les raffineurs, et autres institutions nationales apparaît comme une nécessité. La création d'un *Comité National de Gouvernance du Cobalt*, doté d'un mandat de négociation sur les paramètres des VER et des droits de douane, permettrait de calibrer les instruments dans une logique adaptative, évitant toute discontinuité de la fonction bénéfice.

- **Coopération stratégique RDC–Indonésie : stabiliser le modèle par une externalité positive**

Le levier géoéconomique de coopération bilatérale offre un potentiel de stabilisation systémique (Sachs & Warner, 1995 ; Keohane, 1977). Dans le cadre du modèle hamiltonien, cette coopération peut être modélisée par une externalité positive représentée par un facteur d'amplification  $\gamma$ , dont l'effet stabilisateur augmente la robustesse de la stratégie. L'expression devient alors :

$$H_{Coop} = H + \gamma \cdot Stabilité_{Marché}$$

---

<sup>8</sup> La *Loi n° 007/2002 du 11 juillet 2002 portant Code minier, telle que modifiée et complétée par la Loi n° 18/001 du 09 mars 2018*, stipule la création d'un Fonds Minier pour les générations futures, financé par 10 % de la redevance minière (*Article 242*). Bien que ce fonds représente une initiative stratégique pour la stabilité économique et la résilience, sa mise en œuvre reste entravée par des problèmes de transparence et de suivi. Comme le soulignent Ntungila et Pinshi (2019), malgré son potentiel, la gouvernance et la stratégie de gestion du fonds demeurent opaques, nécessitant une définition claire et une gouvernance transparente pour garantir son efficacité et son impact à long terme.

Ici,  $H_{Coop}$  désigne la valeur intertemporelle nette sous coopération, et  $\gamma$  la sensibilité marginale de la stratégie à la stabilité induite.

**Proposition** : Il est fortement recommandé de formaliser un accord de coopération RDC–Indonésie via un *Memorandum of Understanding*, intégrant des mécanismes de coordination sur les VER, les prix planchers et la prévisibilité des flux. L’instauration d’un *Data Hub bilatéral*, couplé à un comité de prévision de la demande, pourrait constituer le socle technique d’une future organisation internationale des producteurs de cobalt.

Ainsi, loin de constituer un exercice abstrait, l’application du modèle hamiltonien à la politique de suspension des exportations de cobalt permet de rationaliser les arbitrages intertemporels, en intégrant les contraintes de court terme et les potentialités structurelles de long terme. Elle montre que la réussite de la stratégie dépend d’une cohérence fine entre préférences temporelles, tempo des réformes, gouvernance négociée, et alliances géoéconomiques. En ce sens, le cobalt congolais ne saurait être réduit à une simple rente extractive : il devient une variable stratégique de politique économique, appelant des outils d’analyse rigoureux et des décisions fondées sur des équilibres dynamiques.

## 4. Conclusion

La suspension des exportations de cobalt décidée par la RDC en février 2025 marque un tournant historique dans la gouvernance de ses ressources stratégiques. Loin d’être une simple mesure réactive face à la chute des prix, cette décision s’inscrit dans une stratégie de reconfiguration du rapport de force entre pays producteurs et chaînes mondiales de valeur, visant à transformer une rente minérale volatile en levier de souveraineté économique.

L’analyse empirique des prix, les dynamiques de stress spéculatif, et les mutations technologiques en cours dans la demande mondiale – notamment l’essor des batteries LFP – confirment la complexité croissante de l’environnement géoéconomique du cobalt. Dans ce contexte incertain, la RDC a tenté d’imposer une rupture par l’offre, dans l’espoir de renverser un rapport de dépendance asymétrique. Toutefois, l’efficacité durable d’une telle stratégie dépend moins de sa capacité à provoquer un choc que de son aptitude à s’ancrer dans une trajectoire de gouvernance intertemporelle robuste.

C’est précisément ce que permet de modéliser le cadre hamiltonien : en agrégeant les coûts immédiats (fiscaux, privés, macroéconomiques) et les bénéfices projetés (hausse des prix, industrialisation locale, pouvoir de marché), ce formalisme met en lumière les conditions nécessaires pour qu’un choc initial se transforme en gain stratégique. Le modèle révèle ainsi une asymétrie critique entre temporalité des coûts (instantanés) et matérialisation des bénéfices (différés), que seul un pilotage stratégique fin peut surmonter.

À cet égard, quatre leviers apparaissent décisifs : le calibrage du taux d’actualisation politique (préférence pour le long terme), la rapidité d’exécution des réformes structurelles (notamment industrielles), la mise en place d’une gouvernance contractuelle partagée avec les opérateurs miniers, et l’instauration d’une coopération bilatérale structurante avec l’Indonésie, susceptible d’amplifier la valeur intertemporelle nette de la stratégie congolaise.

En définitive, cette étude montre que le cobalt ne doit plus être conçu comme une matière première à écouler, mais comme un instrument de négociation, un actif géostratégique à encadrer, un catalyseur de transformation industrielle à intégrer. Le défi de la RDC ne réside donc pas dans sa capacité à extraire, mais dans sa capacité à gouverner – dans le temps, dans l’espace, et en interaction avec un système économique mondial en recomposition. L’économie congolaise se trouve ainsi à l’orée d’un possible basculement : de la dépendance à l’influence, du volume au pouvoir, de la rente à la souveraineté. À condition, toutefois, de traduire les équations théoriques en politiques cohérentes, adaptatives et inclusives.

## Références

- Auty, R. M., & Furlonge, H. I. (2019). *The rent curse: Natural resources, policy choice, and economic development*. Oxford University Press.
- Bakker, R. M., & Knobens, J. (2015). Built to last or meant to end: Intertemporal choice in strategic alliance portfolios. *Organization Science*, 26(1), 256-276.
- Baldwin, R., Cave, M., & Lodge, M. (2011). *Understanding regulation: theory, strategy, and practice*. (2e éd.) Oxford university press.
- Baldwin, Robert, Martin Cave, and Martin Lodge, *Understanding Regulation: Theory, Strategy, and Practice*, 2nd edn (Oxford, 2011; online edn, Oxford Academic, 20 Apr. 2015),
- Cass, D., & Shell, K. (1976). Introduction to Hamiltonian dynamics in economics. In *The Hamiltonian Approach to Dynamic Economics* (pp. 1-10). Academic Press.
- Chen, T., Li, M., & Bae, J. (2024). Recent Advances in Lithium Iron Phosphate Battery Technology: A Comprehensive Review. *Batteries*, 10(12), 424.
- Christensen, B. (2016). L'Afrique face aux défis liés à la faiblesse des prix des produits de base. *BIS Papers*, 87.
- ChuanYu, J., Manurung, H., Anggara, F., & Petrus, H. T. B. M. (2024). Indonesian Nickel Overview: Potential, Development and Future Prospects. In *Conference of Metallurgists* (pp. 753-763). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Espa, I. (2015). *Export restrictions on critical minerals and metals: testing the adequacy of WTO disciplines* (No. 19). Cambridge University Press.
- Fang, M. M. (2024). Climbing up the critical mineral value chains: The global south and green industrialization in an era of disruption. *Vand. J. Transnat'l L.*, 57, 795.
- Fliess, B. B. B., Idsardi, E., & Rossouw, R. (2017). *Export controls and competitiveness in African mining and minerals processing industries* (No. 204). OECD Publishing.
- George, A. S. (2024). Strategic Battery Autarky: Reducing Foreign Dependence in the Electric Vehicle Supply Chain. *Partners Universal International Research Journal*, 3(1), 168-182.
- Gumata, N., Ndou, E., Gumata, N., & Ndou, E. (2019). The Impact of Mining Commodity Price Booms and Sharp Exchange Rate Depreciation Episodes on Mining Output and Employment Growth. *Accelerated Land Reform, Mining, Growth, Unemployment and Inequality in South Africa: A Case for Bold Supply Side Policy Interventions*, 261-288.
- Hoekman, B., & Nicita, A. (2018). Non-tariff measures and trade facilitation: WTO disciplines and policy space for development. *Non-Tariff Measures*, 13.
- Hu, C., Geng, M., Yang, H., Fan, M., Sun, Z., Yu, R., & Wei, B. (2024). A Review of Capacity Fade Mechanism and Promotion Strategies for Lithium Iron Phosphate Batteries. *Coatings*, 14(7), 832.
- Humphreys, D. (2024). Mining and might: reflections on the history of metals and power. *Mineral Economics*, 37(2), 193-205.
- Keohane, R. O. (1977). *Power and Interdependence: World Politics in Transition*. TBS The Book Service Ltd.
- Krugman, P., Obstfeld, M., & Melitz, M. (2012). *Économie internationale*. (9e éd.). Pearson Education France.
- Lee, S., & Manthiram, A. (2022). Can cobalt be eliminated from lithium-ion batteries?. *ACS Energy Letters*, 7(9), 3058-3063.

- Martínez-Martínez, I. (2014). A connection between quantum decision theory and quantum games: the Hamiltonian of strategic interaction. *Journal of Mathematical Psychology*, 58, 33-44.
- Medina-López, A., Jiménez-Partearroyo, M., & Cámara, Á. (2023). A Dynamic CGE Model for Optimization in Business Analytics: Simulating the Impact of Investment Shocks. *Mathematics*, 12(1), 41.
- Michel, T. (2024). *The Prospects of Indonesia's Nickel Boom Amidst a Systemic Challenge from Coal*.
- North, D. C. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. *Cambridge University*.
- Ntungila, F., & PINSHI, C. P. (2019). Fluctuations de prix des matieres premieres et économie congolaise: manne d'espoir ou de malédiction?.
- Östensson, O. (2020). *The potential of extractive industries as anchor investments for broader regional development* (No. 2020/87). WIDER Working Paper.
- Pinshi, C. (2018). Les effets macroéconomiques de la chute des cours des produits de base : Evaluation sur la République démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24, 167-180.
- Reuben, R. C. (2004). Democracy and dispute resolution: the problem of arbitration. *Law and contemporary problems*, 67(1/2), 279-320.
- Rodrik, D. (2008). One economics, many recipes: globalization, institutions, and economic growth. In *One Economics, Many Recipes*. Princeton university press.
- Sachs, J. D., & Warner, A. M. (1995). Natural Resource Abundance and Economic Growth. *NBER Working Paper*, (w5398).
- Shen, C., Slowik, P., & Beach, A. (2024). Investigating the US battery supply chain and its impact on electric vehicle costs through 2032.
- Stigler, G. J. (2021). The theory of economic regulation. In *The political economy: Readings in the politics and economics of American public policy* (pp. 67-81). Routledge.
- Surya, A. (2023). International Business Diplomacy: Mining For Good Practices in Indonesia. *Jurnal Perdagangan Internasional*, 1(2), 73-86.
- Tan, J., & Keiding, J. K. (2023). *The cobalt and lithium global supply chains: status, risks and recommendations*. MiMa rapport 2023/3
- Tarr, D. G. (1989). *A General Equilibrium Analysis of the Welfare and Employment Effects of Us Quotas in Textiles, Autos and Steel*, Federal Trade Commission, Washington DC, 1989.
- Terzi, A., Singh, A., & Sherwood, M. (2022). *Industrial policy for the 21st century: lessons from the past*. Publications Office of the European Union.
- Vandome, C. (2023). Zambia's economic diplomacy and the mining industry: An African case study of presidential impact and hopes of a New Dawn. *South African Journal of International Affairs*, 30(2), 205-224.
- Velupillai, K. V., & Zambelli, S. (2015). Simulation, computation and dynamics in economics. *Journal of Economic Methodology*, 22(1), 1-27.
- Vinogradov, A. M., & Krasil'shchik, I. S. (1975). What is the Hamiltonian formalism?. *Russian mathematical surveys*, 30(1), 177.
- Walvekar, H., Beltran, H., Sripad, S., & Pecht, M. (2022). Implications of the electric vehicle manufacturers' decision to mass adopt lithium-iron phosphate batteries. *Ieee Access*, 10, 63834-63843.
- Wulwick, N. J. (2002). The Hamiltonian formalism and optimal growth theory. In *Measurement, Quantification and Economic Analysis* (pp. 418-447). Routledge.