

Policy Brief

Le nickel : quels enjeux économiques et géopolitiques à l'horizon 2030

Par Yves Jégourel

PB - 09/22

Cela n'est plus à démontrer : la transition environnementale se traduit par une demande accrue pour un certain nombre de minerais et de métaux nécessaires au développement de l'électromobilité et à la génération électrique décarbonée permettant de l'alimenter. Le nickel compte parmi ceux-ci. L'essor des batteries lithium-ion crée, en effet, une forte demande pour le sulfate de nickel, alors que l'offre demeure contrainte, pour des raisons d'ordres technologique et économique principalement. Les incertitudes géostratégiques qui l'accompagnent sont également importantes. Depuis l'effondrement des cours observé au premier trimestre 2020, les prix du nickel flambent en conséquence. Comme pour de très nombreux métaux portés par ces vents ascendants, une question s'impose : cette situation sera-t-elle amenée à perdurer ?

Le minerai de nickel, surnommé « Le métal du diable », après que le chimiste suédois Axel Fredrik von Cronstedt l'eut isolé en 1751, était à l'origine considéré, à tort, comme du cuivre en raison de sa couleur. L'extraction du soi-disant métal rouge était toutefois impossible et les croyances anciennes laissaient à penser que des esprits malins avaient œuvré dans ce sens. Les mineurs choisirent alors de l'appeler kopparnickel en suédois ou kupfernickel en allemand (littéralement cuivre du diable), conduisant von Cronstedt à en garder la forme contractée de « nickel ». Par ailleurs et bien qu'elle soit commune à nombre de métaux de base (aluminium, cuivre, étain, nickel, plomb, zinc), la forte volatilité de ses cours n'est probablement pas tout à fait étrangère à cette appellation. D'ordres économique, financier, industriel, mais également géopolitique, plusieurs facteurs permettent de l'expliquer.

DES FONDAMENTAUX DU MARCHÉ EN PLEINE ÉVOLUTION

Selon l'International Nickel Study Group (INSG)¹, la demande de nickel a atteint 2,374 millions de tonnes en 2020, en progression quasi-constante depuis le début des années deux-mille. En effet, toujours selon l'INSG, cette dernière s'établissait à 1,123 millions de tonnes (Mt) en 2000, soit une croissance de plus de 111 % en deux décennies. Dans le domaine industriel, le nickel est particulièrement apprécié en tant qu'alliage en raison de ses propriétés physiques (forgeable, ductile) et chimiques (stabilité, résistance aux milieux acides) et l'acier inoxydable est son principal débouché : environ deux-tiers des ressources primaires, i.e. issues de l'extraction minière (par opposition aux ressources secondaires provenant du recyclage), lui sont consacrées². Il est également présent dans d'autres alliages –les cupro-nickels résistants à la corrosion et utilisés dans un environnement marin ou acide, les superalliages (dans les turbines d'avion par exemple), les alliages fer-nickel, nickel-molybdène, etc. –, pour la galvanoplastie, dans les catalyseurs ainsi que dans les batteries. À l'image de très nombreuses « commodités », le nickel est fort logiquement très dépendant du dynamisme de la demande chinoise. Pour rappel, et selon les statistiques de l'association WorldSteel³, la Chine a produit, en 2020, 1 064,8 Mt d'acier brut pour une offre totale de 1 878 Mt, soit 56 % de la production mondiale. Cette domination sans partage s'observe également sur le segment de l'acier inoxydable : sur les 50,9 Mt produites en 2020, 30,14 Mt (59 %) venaient de Chine selon les données de l'International Stainless Steel Forum (ISSF)⁴. Sans surprise, le plus grand producteur mondial, Tsingshan Group, est chinois et ses stratégies industrielles sont fort logiquement scrutées de tous.

Pour le nickel comme pour de nombreux métaux appelés à nourrir la transition environnementale, les débouchés d'aujourd'hui ne seront pas ceux de 2030 ou de 2050. Les batteries lithium-ion (Li-Ion) équipant les véhicules électriques sont en effet amenées à prendre une part croissante de la demande de nickel. Il importe toutefois de rappeler la dichotomie existant sur le marché entre le nickel dit « de classe 1 » dont la teneur en métal est supérieure à 99,98 % et, par opposition, celui « de classe 2 ». Tandis que le second est utilisé pour produire du ferronickel et de la fonte brute de nickel (nickel pig iron – NPI), le premier est indispensable pour servir à la production de ces batteries. Ce métal est, certes,

1. <https://insg.org/>

2. <https://nickelinstitute.org/about-nickel-and-its-applications/stainless-steel/>

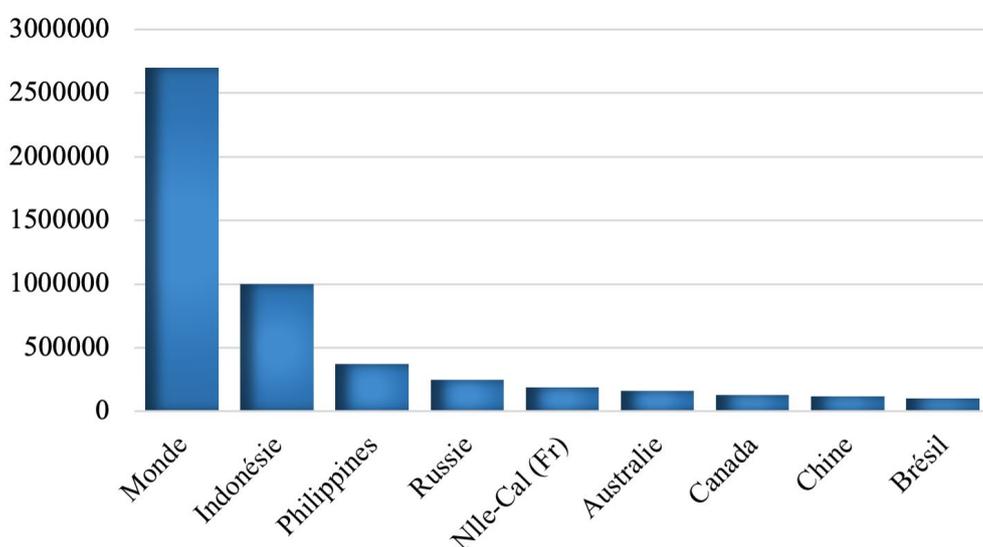
3. <https://worldsteel.org/>

4. <https://www.worldstainless.org/>

depuis longtemps, utilisé dans les batteries, celles au nickel-cadmium (NiCd) ou dans les accumulateurs nickel-hydrure métallique ou NiMH. L'électromobilité devrait toutefois considérablement accroître l'usage via les batteries Li-Ion reposant sur les technologies NCA (Nickel, Cobalt, Aluminium) ou NMC (Nickel, manganèse, cobalt). Ceci est d'autant plus vrai que, face à la concentration de l'offre de cobalt (concentrés et produits raffinés), aux interrogations sociétales que pose l'extraction de ce minerai et au coût de ce dernier, les industriels ont accru la proportion de sulfate de nickel dans les cathodes des batteries NMC⁵. Alors que les NMC 333 équilibrent les quantités de nickel, de manganèse et de cobalt, les dernières générations –de type NMC 811 – associent, elles, 80 % de nickel pour 10 % de manganèse et de 10 % de cobalt. Les batteries NCA incorporent également 80 % de nickel. Or, selon le Nickel Institute, la part des technologies NMC à fort contenu en nickel représenteraient près de 50 % des batteries Li-Ion en 2030, contre 8 % aujourd'hui⁶. D'après l'Agence internationale de l'énergie (IEA, 2021), l'utilisation de nickel pour les véhicules électriques pourrait ainsi passer de 81 000 tonnes en 2020 à 986 000 tonnes en 2040, si les ambitions environnementales actuelles sont tenues (scénario dit STEP : Stated Policies Scenario) et à 3,334 Mt, toujours à l'échéance 2040, si l'on souhaite respecter l'objectif de neutralité carbone d'ici à 2050 (scénario SDS : Sustainable Development Scenario), soit des besoins multipliés par un facteur compris entre 12 (STEP) et 41 (SDS). Pour le cabinet d'analyse Rystad Energies, les batteries pourraient représenter 31 % de la demande de nickel dès 2026, alors que cette part de marché est estimée à 9 % pour 2021. Les besoins de la sidérurgie devraient, eux aussi, croître, ce ne pourra que renforcer les tensions sur l'offre.

Graphique 1 :

Production minière de nickel (en tonnes de métal contenu)



Source : United States Geological Survey

5. La cathode et l'anode représentent une part significative du coût de production d'une batterie : près de 30% et 24%, respectivement pour une batterie NMC 622, selon les estimations de Berckmans *et al.* (2017). Si le progrès technique et les économies d'échelle consécutives à l'accroissement des ventes de véhicules électriques sont de nature à réduire ce coût, l'élévation des prix du nickel pourrait avoir l'effet inverse.

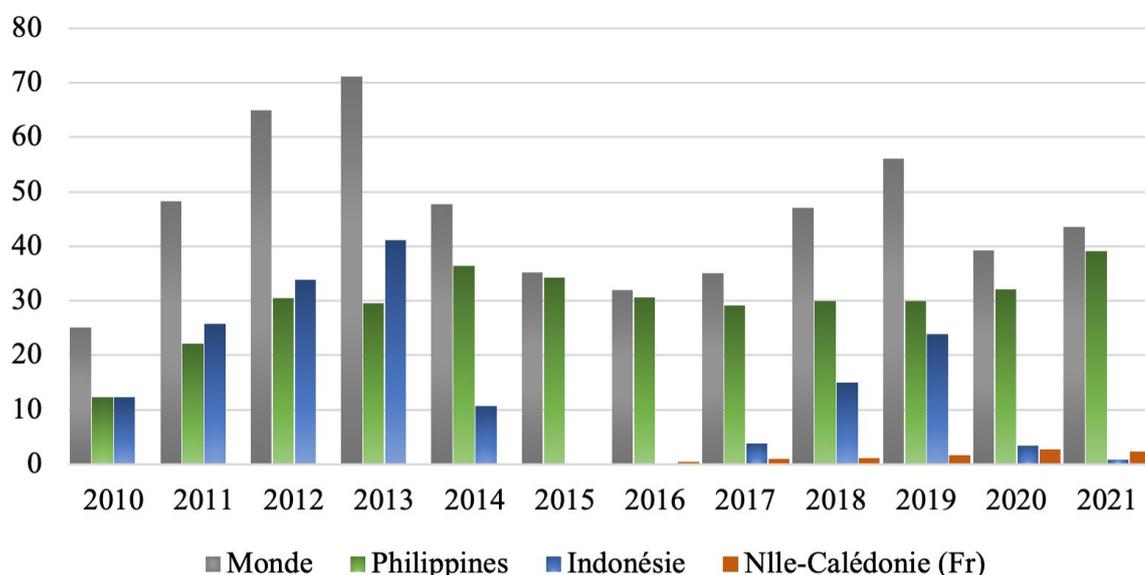
6. https://nickelinstitute.org/media/8d926a9b562cbb4/2021-review-ni_energizing-batteries-v3.pdf

À la différence du cuivre, par exemple, la problématique du nickel dans la transition environnementale n'est pas tant liée à une insuffisante disponibilité géologique. Selon les premières estimations du service géologique américain (USGS), la production minière de nickel s'est établie à 2,7 Mt en 2021, dont une très large part venant d'Indonésie (1 Mt), en forte hausse par rapport à 2020, puis des Philippines (graphique 1). Les réserves sont, elles, évaluées à plus de 95 Mt. Elles sont principalement situées en Indonésie et en Australie (21 Mt chacun), ainsi qu'au Brésil (16 Mt), en Russie (7,5 Mt) et aux Philippines (4,8 Mt). Quant aux ressources terrestres identifiées⁷, elles seraient de 300 Mt pour une teneur moyenne supérieure ou égale à 0,5%, toujours selon l'USGS.

Deux types de gisement peuvent être exploités pour obtenir du nickel : les amas sulfurés et les latérites nickélifères. Si tous deux permettent d'obtenir du nickel de classe 1, les enjeux technologiques ne sont pas les mêmes et ceci explique pourquoi ce métal est fort probablement promis à un avenir radieux. Selon l'USGS, 60 % des ressources mondiales de nickel sont des latérites et 40 % des gisements sulfurés. Leur répartition géographique diffère toutefois sensiblement, les premiers se situant en Indonésie, aux Philippines, en Australie au Brésil ou en Nouvelle-Calédonie, tandis que les seconds sont localisés en Australie, en Russie, au Canada et en Afrique du Sud. Les gisements de sulfure sont particulièrement adaptés pour produire du nickel de classe 1⁸ (notamment du sulfate de nickel), mais face à des découvertes de nouveaux gisements de ce type limitées, ce sont les latérites (limonite/saprolite) qui devront, selon toute logique, répondre à l'explosion de la demande issue du secteur des batteries.

Graphique 2 :

Importations chinoises de concentrés de nickel (en Mt)



Source : China Customs & Trade Data Monitor

7. Du nickel, ainsi que de nombreux autres éléments, peuvent également être trouvés sur le plancher océanique.

8. 60 % du nickel de classe 1 provient de ce type de gisement.

Comme évoqué précédemment, la disponibilité géologique des latérites ne pose pas de problème en tant que telle, mais deux contraintes fortes existent néanmoins. La première est liée aux interdictions répétées de l'Indonésie d'exporter du minerai depuis 2014⁹, dans le but de favoriser le développement des fonderies dans le pays et, plus globalement, une montée en gamme que la filière du nickel autorise désormais (Jégourel, 2022). Premier fournisseur en concentrés de la Chine jusqu'en 2013, l'Indonésie a laissé sa place aux Philippines dont les exportations vers la Chine se sont établies à près de 40 Mt en 2021. La seconde contrainte est d'ordre technologique et liée à la coûteuse transformation des minerais latéritiques en sulfate de nickel par le procédé de lixiviation acide sous pression (high pressure acid leaching – HPAL).

LES ENJEUX TECHNOLOGIQUES ASSOCIÉS AU SULFATE DE NICKEL ET AUX TECHNOLOGIES LI-ION

Les usines hydro-métallurgiques HPAL permettent de transformer des limonites ou un mélange limonites/saprolites en hydroxydes de nickel-cobalt (Mixed Hydroxyde Precipitate – MHP – ou Nickel Hydroxyde Cake – NHC) ou en sulfures mixtes de nickel-cobalt servant à la fabrication du sulfate de nickel intégré dans les cathodes des batteries NMC ou NCA. Le procédé HPAL permet ainsi de récupérer également le cobalt contenu¹⁰ et est, en cela, particulièrement utile pour alimenter les besoins issus du développement de l'électromobilité où nickel et cobalt sont souvent associés. Le bilan des projets HPAL menés jusqu'à présent apparaît toutefois mitigé et la complexité technologique qui les caractérise n'y est pas étrangère. Reposant sur l'utilisation d'autoclaves en titane où, de manière très schématique, de la boue chauffée issue d'un mélange « eau-minerai » entre en contact avec de l'acide sulfurique pour déclencher le processus de lixiviation, le traitement du minerai impose des températures et des niveaux de pression particulièrement élevés. La capacité de production des usines HPAL est, en outre, largement dépendante des caractéristiques chimiques du minerai, ce qui réduit fortement son adaptabilité. Le coût financier d'une telle infrastructure de production est, par ailleurs, considérable et le niveau anticipé des prix à moyen ou long terme compte bien évidemment parmi les variables cardinales de la décision d'investissement. De nombreux surcoûts ont d'ailleurs été enregistrés sur les projets passés. La rentabilité est, pour sa part, dépendante des prix du nickel, mais également du cobalt ainsi que de celui de l'acide sulfurique. La question environnementale – du type de génération électrique utilisant ou non des énergies fossiles à la gestion des résidus issus de la lixiviation – est tout aussi centrale dans un contexte de standards nationaux et internationaux largement renforcés à cet égard.

9. Prise initialement en 2014, cette décision avait été reportée en 2017 à l'échéance 2022 avant d'être ramenée, en juillet 2019, à l'échéance de janvier 2020. Elle devrait se doubler d'une taxe sur les exportations de ferronickel et de NPI en 2022.

10. À l'exception de la mine de Bou Azzer qui est le seul gisement primaire de cobalt connu au monde, les mines permettant d'extraire du cobalt sont celles de cuivre (dans la Copperbelt, en République démocratique du Congo) et de nickel.

Graphique 2 :

Dynamique des prix du nickel (en usd/tonne)



Source : la Banque mondiale (The Pink Sheet)

De manière schématique, face au déséquilibre possible entre l'offre et la demande de nickel de classe 1 dû à l'essor des batteries NMC et NCA, deux solutions non mutuellement exclusives sont possibles : accroître l'offre et/ou réduire la demande.

Plusieurs stratégies ont logiquement été mises en œuvre pour répondre au premier de ces deux défis. La plus importante d'entre elles tient précisément au développement des projets HPAL. Neuf sites de production de ce type existent aujourd'hui, dont le plus ancien se situe à Cuba. Plusieurs d'entre eux ont été redémarrés au cours des dernières années en raison de la forte remontée des cours observée depuis avril 2020 (graphique 2) – notamment celui de Ravensthorpe en 2020 (désormais codétenu, depuis mai 2021, par le groupe minier canadien First Quantum et le sidérurgiste coréen Posco) –, tandis que d'autres sont en cours de développement, comme en témoigne le recensement fait par le site français Mineralinfo (2021). C'est notamment le cas en Indonésie où de nombreux projets sont en voie d'achèvement ou de construction. PT Halmahera Persada Lygend, co-entreprise entre le Chinois Lygend Mining et le groupe indonésien Harita est ainsi devenue, en mai 2021, le premier site de production de MHP du pays, tandis que la co-entreprise PT Huayue associant les groupes chinois Huayou, Tsingshan et China Molybdenum a démarré sa production test en décembre 2021 sur le parc industriel de Morowali (Sulawesi)¹¹. C'est sur ce même lieu qu'est positionné le projet porté par PT QMB NewEnergy Material associant notamment le producteur de batteries chinois GEM (détenant désormais une part majoritaire¹²) à CATL, à Hanwa, une maison de négoce japonaise, ainsi qu'à l'Indonésien IMIP. Il devrait entrer en production en 2022¹³. Huayou dispose également d'une part minoritaire dans un autre projet HPAL développé sur le parc industriel de Weda Bay en association avec le fabricant

11. <https://www.mining.com/web/huayou-indonesia-cobalt/>

12. <https://www.reuters.com/article/gem-indonesia-nickel-cobalt-idUSL4N2JF0UG>

13. <https://www.benchmarkminerals.com/membership/supply-disruption-leaves-mhp-nickel-refiners-high-and-dry/>

de batteries chinois Eve Energy, ainsi que d'autres partenaires dont Yongrui, une filiale de Tsingshan¹⁴ avec une première production possible à partir de 2025. Toujours dans ces perspectives de long terme, se trouvent le projet (en phase d'étude) associant le groupe minier français Eramet au chimiste allemand BASF, mais également celui de Pomolaa du Brésilien Vale dont la mise en production est envisagée pour 2026. Plusieurs autres projets HPAL sont également en phase de développement en dehors de l'Indonésie : ceux de Sconi, de Sunrise, de Wingellina, de NiWest, de Nico Young et de Goongarrie¹⁵, tous situés en Australie. Hors technologie HPAL, d'autres capacités de production sont en phase d'expansion, notamment en Finlande : Terrafame traitant par biolixiviation les minerais issus de la mine de Sotkamo et dont la production devait débuter en 2021 et le complexe d'Harjavalta opéré par Nornickel.

Hormis la technologie HPAL, l'autre « route » de production défendue par Tsingshan est de convertir de la fonte brute de nickel (du nickel de classe 2 donc) en matte de nickel (de classe 1) qui pourra ensuite être transformée, en fonction des besoins, en sulfate de nickel¹⁶. La technologie pour le faire est ancienne et a déjà été utilisée, tandis que le NPI, porté par l'accroissement des capacités de production indonésiennes, est abondant. Annoncée le 3 mars 2021, cette stratégie n'a pas manqué de faire réagir les cours du nickel face à cette potentielle levée d'une contrainte forte sur l'offre. Entre le 1er mars et le 4 mars, le cours au comptant du nickel sur le London Metal Exchange est ainsi passé de 18 655 USD/t à 16 144 USD/t, soit une baisse de 13 % en quelques jours seulement. Outre les interrogations relatives à la soutenabilité financière d'une telle route et son intérêt économique par rapport à la dissolution de briquettes, ce sont ses conséquences environnementales qui questionnent en raison des émissions de dioxyde de carbone et de dioxyde de soufre qu'elles impliquent a priori (Tsingshan ayant toutefois indiqué vouloir recourir à des énergies renouvelables), peu compatibles avec les ambitions des producteurs automobiles d'Europe ou d'Amérique du Nord. Quoi qu'il en soit, le groupe chinois a annoncé, en décembre 2021, avoir débuté la production de mattes de nickel, conformément aux accords d'approvisionnement conclus avec Huayou Cobalt et CNGR Advanced Materials, pour 60 000 tonnes et 40 000 tonnes, respectivement. En transférant du nickel de classe 2 vers celui de classe 1, cette conversion de NPI en mattes ne change probablement pas les fondamentaux du marché à long terme caractérisés par une insuffisance de l'offre. Cependant, elle en modifie probablement les conditions d'ajustement en autorisant un rééquilibrage à court et moyen termes entre les deux grands débouchés de ce métal : l'acier et les batteries.

Si l'accroissement de l'offre n'est pas suffisant pour répondre à celui des besoins exprimés par les fabricants de batteries, alors convient-il peut-être de faire évoluer les technologies Li-ion pour réduire le risque de dépendance aux approvisionnements. Comme évoqué précédemment, les diverses problématiques d'approvisionnement et de prix relatives au cobalt ont d'ores et déjà conduit à une modification des batteries NMC visant à réduire la part de ce métal. La forte dynamique d'innovation dans ce secteur laisse à penser que ces stratégies de substitution pourront perdurer. Offrant moins d'autonomie aux véhicules qui en sont équipés en raison d'une densité énergétique (rapport énergie/poids) plus faible mais échappant à la problématique du nickel, les batteries Lithium-Fer-Phosphate retrouvent ainsi les faveurs de certains constructeurs automobiles, à l'instar de Tesla sur certains de ses modèles, et du marché chinois. À plus long terme, d'autres technologies que celles Li-Ion sont enfin possibles, notamment celles de type zinc-ion ou sodium-ion, comme l'envisage

14. <https://www.mining.com/web/chinas-huayou-eve-energy-to-set-up-nickel-smelter-in-indonesia/>

15. <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/blogs/metals/030321-nickel-hpal-technology-ev-batteries-emissions-environment-mining>

16. <https://www.mining.com/mixed-hydroxide-precipitate-the-new-class-one-nickel/>

CATL. Le développement des véhicules utilisant des piles à combustible (hydrogène) doit également être considéré mais, une fois encore, l'arbitrage entre le coût/bénéfices de la solution technologique doit être apprécié à l'aune de la rentabilité économique qu'elle peut offrir. Du prix des batteries à celui des métaux qui la constituent : l'endogénéité de la relation est forte, tout comme l'est, probablement, l'incertitude à moyen terme sur la forme que prendra l'électromobilité.

CONCLUSION

Comme en témoigne la très forte élévation de ses cours sur le marché de Londres où il est coté, le nickel est assurément un métal d'avenir porté par la croissance de la production d'acier inoxydable, d'une part, et par le formidable potentiel de développement des batteries lithium-ion NMC et NCA, d'autre part. Toutefois, des incertitudes demeurent tant sur le niveau de la demande que sur celui de l'offre en raison de la montée en puissance de certains projets HPAL. Actant d'un déséquilibre du marché, la tension sur les prix devrait probablement rester substantielle à court et moyen termes, mais des dynamiques cycliques (liées au fort décalage entre la décision d'investissement et la mise en production effective) et une importante volatilité propre à toute commodité accompagneront cette tendance haussière. Si l'heure est bien logiquement à la sécurisation des approvisionnements pour les industriels du secteur des batteries et celui de l'automobile (via des contrats de long terme et/ou des prises de participation en aval), l'adoption d'outils ou de stratégies permettant de s'accommoder de cette instabilité semble également nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Berckmans, G., Messagie, M., Smekens, J., Omar, N., Vanhaverbeke, L., Van Mierlo, J. (2017), "Cost Projection of State of the Art Lithium-Ion Batteries for Electric Vehicles Up to 2030", *Energies*, 10, 1314. <https://doi.org/10.3390/en10091314>
- International Energy Agency | IEA (2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*.
- Jégourel Y. « Transition environnementale, matières premières et industrialisation : quelles synergies engager ? », Policy Brief, 14 février, Policy Center for the new South.
- Mineralinfo (2021), "Le sulfate de nickel : un ingrédient clé des batteries Li-ion », document librement consultable à l'adresse suivante : <https://www.mineralinfo.fr/fr/ecomine/sulfate-de-nickel-un-ingredient-cle-des-batteries-li-ion>
- Mudd, G.M., (2010), "Global trends and environmental issues in nickel mining: Sulfides versus laterites", *Ore Geology Reviews*, 38: 9-26.

À propos de l'auteur, Yves Jégourel

Yves Jégourel, Senior Fellow au Policy Center for the New South et professeur des Universités à l'Université de Bordeaux où il dirige le master 2 Banque, finance et négoce international (BFNI). Il est également Vice-doyen en charge des relations avec les entreprises au sein de la Faculté d'économie, gestion et AES. Ses enseignements et travaux de recherche portent sur l'économie des matières premières avec un regard tout particulier porté sur les dynamiques communes qui caractérisent les filières agricoles, celles de l'énergie, ainsi que des minerais et des métaux : internationalisation des marchés physiques, rôle des négociants, dynamiques de financiarisation, rôle de l'intelligence artificielle, gestion du risque de prix, etc. Yves Jégourel est par ailleurs expert invité auprès de la Conférence des Nations Unies pour le commerce et le développement. Il intervient en outre auprès d'entreprises, d'organisations professionnelles et d'institutions publiques – françaises et étrangères – dans la définition de leur politique stratégique relative aux matières premières. Yves Jégourel a été nommé Conseiller du commerce extérieur de la France en 2018 pour une durée de trois ans. Il est chevalier de l'Ordre national du mérite français.

À propos de Policy Center for the New South

Le Policy Center for the New South: Un bien public pour le renforcement des politiques publiques. Le Policy Center for the New South (PCNS) est un think tank marocain dont la mission est de contribuer à l'amélioration des politiques publiques, aussi bien économiques que sociales et internationales, qui concernent le Maroc et l'Afrique, parties intégrantes du Sud global.

Le PCNS défend le concept d'un « nouveau Sud » ouvert, responsable et entreprenant ; un Sud qui définit ses propres narratifs, ainsi que les cartes mentales autour des bassins de la Méditerranée et de l'Atlantique Sud, dans le cadre d'un rapport décomplexé avec le reste du monde. Le think tank se propose d'accompagner, par ses travaux, l'élaboration des politiques publiques en Afrique, et de donner la parole aux experts du Sud sur les évolutions géopolitiques qui les concernent. Ce positionnement, axé sur le dialogue et les partenariats, consiste à cultiver une expertise et une excellence africaines, à même de contribuer au diagnostic et aux solutions des défis africains. [Read more](#)

Les opinions exprimées dans cette publication sont celles de l'auteur.

Policy Center for the New South

Building C, Suncity Complex, Al Bortokal Street, Hay Riad 10100 - Rabat

Email : contact@policycenter.ma

Phone : +212 (0) 537 54 04 04 / Fax : +212 (0) 537 71 31 54

Website : www.policycenter.ma



THINK • STIMULATE • BRIDGE