

POINT DE VUE ÉCONOMIQUE

Une transition énergétique qui s'accélère... mais pas suffisamment

Par Marc-Antoine Dumont, économiste

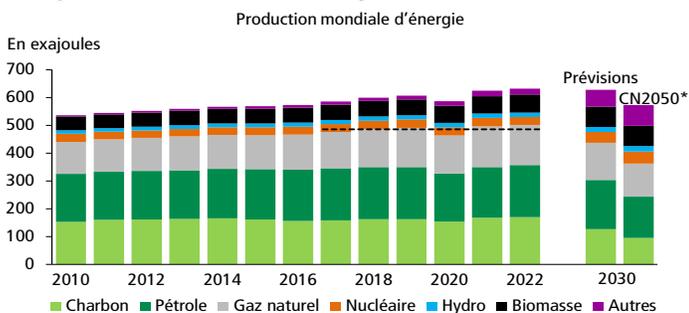
De plus en plus de pays ont rehaussé leurs efforts de décarbonation dans les dernières années, que ce soit les États-Unis, avec *Inflation Reduction Act*, l'Union européenne, avec ses projets en énergie verte, ou le Canada, avec sa hausse de la taxe carbone. Mais, est-ce suffisant pour placer la planète sur le chemin de la carboneutralité en 2050? Il semble que la cible ne sera pas atteinte dans la plupart des secteurs, et ce, malgré les promesses de construire davantage de champs éoliens, d'usines à batterie et de nouvelles mines d'ici 2030. Toutefois, ce manque à gagner n'est pas une fatalité et signifie plutôt que de nombreuses opportunités s'offriront à ceux qui sauront les saisir.

L'électrification

Bien que la guerre en Ukraine ait accéléré la substitution des énergies renouvelables aux énergies fossiles, particulièrement en Europe, le progrès des dernières années n'a permis de couvrir que les nouveaux besoins (graphique 1). Ce faisant, la consommation d'énergie fossile est demeurée relativement constante depuis 2017. Les gains faits ne sont toutefois pas en vain, puisqu'ils ont permis d'éviter l'ajout de nouvelles émissions de CO₂. La cadence devrait néanmoins s'accélérer, les dernières prévisions de l'[Agence internationale de l'énergie](#) (AIE) montrent que les projets et politiques annoncés permettront de réduire l'utilisation des énergies fossiles. Cette progression serait cependant inférieure à celle requise afin de tracer la route permettant d'atteindre la carboneutralité en 2050.

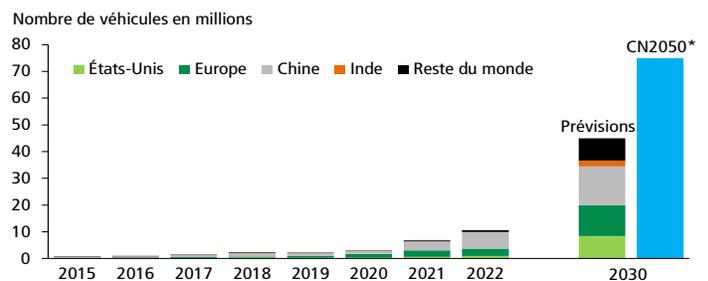
Les principaux secteurs dans lesquels l'électrification devrait progresser au courant de la prochaine décennie sont le transport et les industries lourdes étant donné le potentiel élevé de réduction des émissions dans ces activités. D'abord, le rythme de croissance des ventes de véhicules électriques s'est grandement accéléré et l'AIE prévoit que celles-ci devraient atteindre 45 millions par année en 2030, soit environ 35 % des ventes totales de véhicules (graphique 2). Ensuite, de nombreuses industries dépendent encore des énergies fossiles comme source principale d'énergie, particulièrement dans les économies émergentes. La Chine mène le bal avec une consommation de charbon quatre fois plus élevée que celle de l'Inde, qui est en seconde position. L'électrification par le moyen de sources renouvelables permettra de fortement réduire l'empreinte

GRAPHIQUE 1
Malgré les efforts des dernières années, la croissance des énergies renouvelables est incompatible avec la carboneutralité



*CN2050 : scénario pour la carboneutralité en 2050.
Sources : Agence internationale de l'énergie et Desjardins, Études économiques

GRAPHIQUE 2
La croissance des ventes des véhicules électriques s'est grandement accélérée

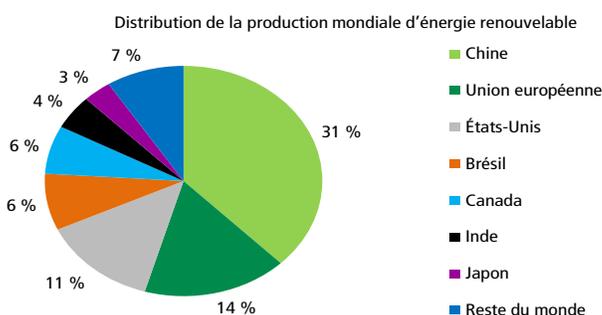


*CN2050 : scénario pour la carboneutralité en 2050.
Sources : Agence internationale de l'énergie et Desjardins, Études économiques

carbone de plusieurs secteurs. C'est par exemple le cas de la transition vers les fournaies à arc électrique dans le secteur de la métallurgie, où l'intensité en émissions de carbone est actuellement élevée.

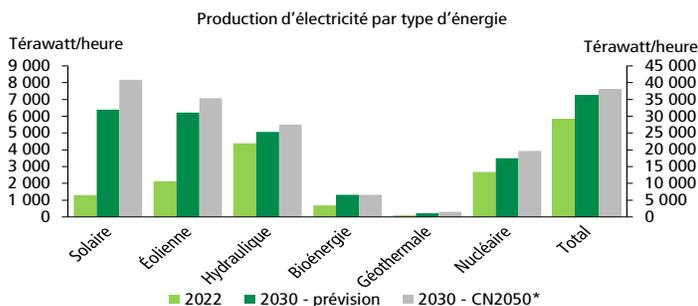
Bien qu'elle mène la planète au chapitre des émissions de CO₂, la Chine est également une cheffe de file en matière d'énergies renouvelables, puisqu'elle est responsable de 31 % des 7,8 millions de GWh d'énergie propre produite en 2021 (graphique 3). L'AIE estime que les besoins en électricité devraient s'accroître de plus de 25 % entre 2023 et 2030. Afin de répondre à cette demande croissante, il est prévu que la production d'électricité des énergies renouvelables augmente de 25 %, principalement du côté des panneaux solaires et des éoliennes (graphique 4). Cela demeurerait toutefois insuffisant pour tracer la route permettant d'atteindre la carboneutralité en 2050.

GRAPHIQUE 3
La Chine domine la production d'énergie renouvelable



Sources : Association internationale des énergies renouvelables et Desjardins, Études économiques

GRAPHIQUE 4
Malgré un important bond, la production de l'énergie renouvelable arrive sous la cible de la carboneutralité



*CN2050 : scénario pour la carboneutralité en 2050.
Sources : Agence internationale de l'énergie et Desjardins, Études économiques

Bien que les panneaux solaires et les éoliennes fassent partie de la solution, certains éléments sont à considérer. D'abord, il s'agit de sources intermittentes dont le déploiement massif demandera un développement proportionnel de batteries afin d'entreposer l'énergie durant les périodes non productives. Ensuite, les coûts

ainsi que la disponibilité des matériaux et de la main-d'œuvre peuvent grandement influencer les délais de construction et le coût total des projets ou des technologies connexes, particulièrement étant donné la volatilité observée dans les dernières années. Enfin, certaines régions géographiques ne sont tout simplement pas propices à l'utilisation de ces moyens de production d'électricité. D'autres énergies renouvelables peuvent toutefois les compléter afin de pallier ces enjeux, comme l'énergie nucléaire et l'hydroélectricité. Ces dernières ont toutefois leurs propres désavantages, comme toutes les sources d'énergie¹, tels que la destruction des écosystèmes lors de la création des réservoirs pour les barrages, les conséquences désastreuses d'une contamination radioactive et l'important coût en capital nécessaire. Néanmoins, elles offrent aussi quelques avantages, notamment une production moyenne constante et largement plus élevée, ainsi qu'une durée de vie des installations de deux à trois fois plus longue qu'un champ éolien.

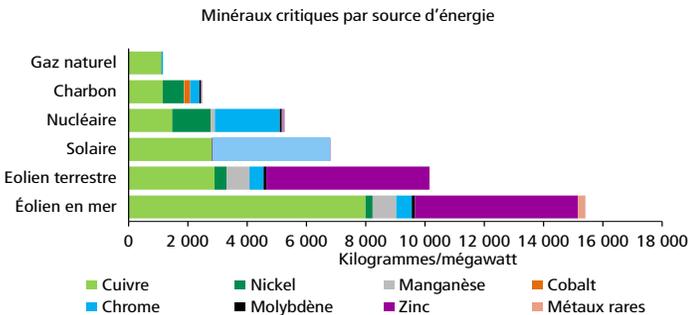
Peu importe la stratégie choisie, il est important de bien planifier la croissance de l'offre d'électricité, particulièrement si les délais de construction sont longs. L'accélération du rythme d'électrification de la société devrait provoquer un bond important de la demande d'électricité au courant de la prochaine décennie. Alors que seulement 14 % de la flotte totale d'automobiles serait électrique en 2030 selon l'AIE, ce ratio devrait franchir la barre des 50 % avant 2040 dans plusieurs pays. Bien qu'une meilleure efficacité énergétique, en isolant mieux les bâtiments ou avec des batteries qui ont une plus grande autonomie, puisse atténuer la croissance des besoins, il demeure que de plus en plus de véhicules et d'appareils seront branchés. Ainsi, un manque de capacité sur les réseaux pourrait freiner la transition énergétique.

Les minéraux critiques, la pierre angulaire de la transition

Toutes les technologies vertes névralgiques dans les efforts de décarbonation nécessitent des minéraux critiques. En fait, les sources d'énergie renouvelable en demandent de deux à huit fois plus que les énergies fossiles par mégawatt de production (graphique 5 à la page 3). Même les voitures électriques en requièrent six fois plus, principalement en raison des batteries. Les projets miniers et les politiques de soutien se sont d'ailleurs multipliés dans les dernières années afin de répondre à la croissance anticipée des besoins. Toutefois, cela ne suffirait pas encore pour atteindre la carboneutralité (graphique 6 à la page 3). Dans le cas du lithium, le manque à gagner est de 60 %. Pour le cuivre, l'écart est proportionnellement plus petit, mais il est colossal en volume, s'élevant à 3 500 kilotonnes.

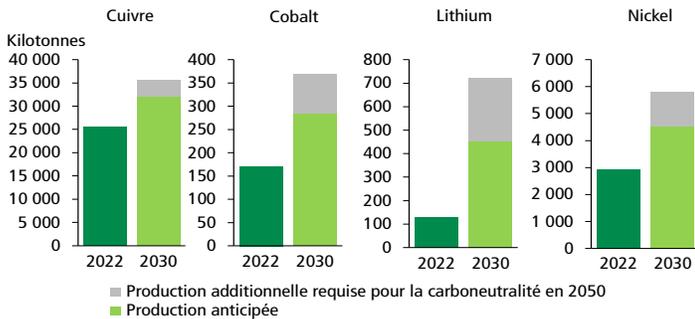
¹ Les énergies fossiles ont par exemple causé la mort de 1 à 2 millions de personnes en 2020 selon [The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels](#).

GRAPHIQUE 5
Les énergies propres demandent significativement plus de minéraux critiques



Sources : Agence internationale de l'énergie et Desjardins, Études économiques

GRAPHIQUE 6
La production de minéraux critiques doit augmenter afin d'atteindre les objectifs de carboneutralité



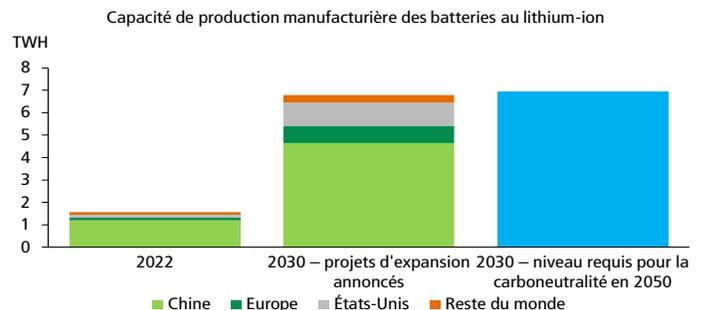
Sources : Agence internationale de l'énergie et Desjardins, Études économiques

Afin d'éviter les effets adverses d'une transition énergétique mal coordonnée tels que de l'inflation verte ou des pénuries de certains minerais (pour plus d'information, voir « [Quest-ce que la greenflation?](#) »), de nouveaux projets miniers devront être développés. Toutefois, cela n'est pas sans défis, puisque le processus d'obtention des permis est long et que la construction de la mine et des infrastructures adjacentes nécessite plusieurs années. À cela s'ajoutent des enjeux spécifiques à certains minerais, comme la dégradation de la qualité du cuivre extrait du sol. L'amélioration des processus de recyclage permettrait toutefois de résoudre plusieurs de ces problèmes simultanément. Alors que 85 % de l'acier est recyclé, c'est le cas de seulement 46 % du cuivre et de 32 % du nickel. Afin d'augmenter ces taux, de nouvelles infrastructures seront nécessaires, l'écoconception² sera à privilégier et de nouveaux procédés devront être développés.

² [Conception de produits](#) ou de procédés caractérisée par le souci de réduire ou de prévenir les impacts environnementaux tout au long de leur cycle de vie.

Une fois le minerai extrait du sol, celui-ci doit être raffiné. Pour le moment, la Chine est responsable de 80 % de l'accroissement anticipé de la capacité de raffinage du cuivre jusqu'en 2030. Ce chiffre s'élève à 95 % pour le cobalt et à 60 % pour le lithium et le nickel. Malgré les projets annoncés récemment, cela n'est pas suffisant pour atteindre la cible de carboneutralité. La situation est toutefois un peu mieux à l'étape suivante, l'usinage. La capacité de production de batteries se rapproche des cibles de carboneutralité (graphique 7). La Chine est encore une fois la cheffe de file avec 68 % de la capacité de production anticipée pour 2030. Les cibles sont aussi atteintes pour la production de panneaux solaires. D'autres maillons sont toutefois manquants dans les chaînes d'approvisionnement, comme dans la production d'éoliennes et d'électrolyseurs (utilisés dans les moteurs à l'hydrogène). Une offre adéquate de minéraux critiques est essentielle, puisqu'un important déséquilibre entre les besoins et la production pourrait freiner la transition.

GRAPHIQUE 7
La capacité de production prévue en 2030 est compatible avec les objectifs de carboneutralité



Sources : Agence internationale de l'énergie et Desjardins, Études économiques

La géopolitique prend de plus en plus de place

Le nombre de minéraux critiques et les sources potentielles d'approvisionnement en font des enjeux économiques et stratégiques d'importance. Ils deviennent de plus en plus essentiels au bon fonctionnement de la société et reflètent également la capacité militaire d'un pays ou de ses alliés. Dans un monde électrifié, les minéraux critiques représentent les ingrédients nécessaires à l'indépendance énergétique. Ainsi, le pétrole cédera sa place, dans les prochaines décennies, au lithium, au graphite, au nickel, etc.

Cette nouvelle catégorisation a amené les grandes économies à revoir leur stratégie quant à la décarbonation, surtout avec l'escalade des tensions géopolitiques et commerciales des dernières années. La Chine se trouve d'ailleurs au cœur de ces enjeux alors qu'elle souhaite être la cheffe de file dans les technologies et la production de ce qui est essentiel à la

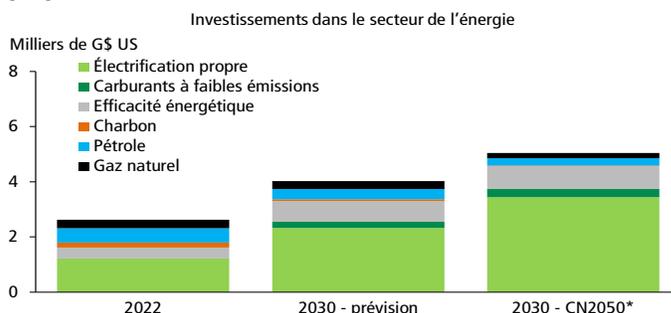
transition. Toutefois, l'Occident, particulièrement les États-Unis, a réagi à cette tentative de dominer le marché en mettant en place des mesures protectionnistes. Au sein du G20, [le nombre de politiques commerciales](#), souvent protectionnistes, mentionnant la transition a exponentiellement augmenté. La hausse des tensions commerciales, voire politiques, entre les deux plus grandes économies de la planète pourrait toutefois avoir des effets néfastes. Le [Fonds monétaire international](#) estime qu'un arrêt complet du commerce entre les États-Unis et la Chine réduirait le PIB réel mondial de 5 %, et qu'il y aurait un bond à court terme de l'inflation alors que les Américains se tournent vers des fournisseurs plus dispendieux.

L'Union européenne a aussi récemment monté le ton envers la Chine, particulièrement au sujet de l'industrie automobile. Souhaitant jouer à armes égales face à des juridictions plus laxistes quant aux normes environnementales, l'Union a mis en place une [taxe carbone frontalière](#) dont la première phase a débuté le 1^{er} octobre dernier. Celle-ci commence par couvrir quelques secteurs très intensifs en émissions comme le ciment, l'acier, l'aluminium et les fertilisants, mais sera graduellement élargie pour couvrir les voitures autour de 2030. Cette mesure a un but clair : retirer l'avantage qu'ont les pollueurs et protéger les industries locales. Toutefois, les considérations environnementales servent quelquefois de prétexte à des politiques protectionnistes afin de protéger certaines industries, comme le démontre [l'enquête de la Commission européenne antisubventions](#) sur les importations de véhicules électriques chinois. Cette taxe frontalière a néanmoins fait réagir à l'international, et ce, même aux États-Unis, qui préfèrent les solutions de marché à la taxation alors que [Clean Competition Act](#) (qui inclut un mécanisme d'ajustement frontalier du prix du carbone) a été introduit au Sénat.

Investir pour décarboner et devenir indépendant

Alors qu'une part des investissements sont motivés par des ambitions environnementales, d'autres le sont par des enjeux géopolitiques. Le gouvernement américain a d'ailleurs détaillé à l'intérieur de deux rapports, l'un du [Department of Energy](#) et l'autre du [Department of Defense](#), ses objectifs de développer à l'intérieur du pays et avec ses alliés les chaînes d'approvisionnement de batteries afin de sécuriser la transition énergétique. Depuis l'arrivée de l'administration Biden, environ 160 G\$ US ont été annoncés par les secteurs privé et public dans l'énergie solaire, dans les véhicules électriques et leurs composantes, dans les batteries et dans la production d'énergie éolienne en mer. Malgré cela, l'investissement prévu dans la transition énergétique d'ici 2030 tombe sous la cible intermédiaire qui permettrait d'atteindre la carboneutralité en 2050 (graphique 8). Il faudrait en fait des investissements supplémentaires de 157 G\$ US par année pour atteindre la cible intermédiaire en 2030. Il faut néanmoins noter la tendance haussière des dernières années et la multiplication des politiques gouvernementales de soutien.

GRAPHIQUE 8 Davantage d'investissements sont nécessaires dans les énergies propres



*CN2050 : scénario pour la carboneutralité en 2050.

Sources : Agence internationale de l'énergie et Desjardins, Études économiques

Ces chiffres peignent toutefois un portrait incomplet, puisque le cadre prévisionnel de l'AIE se limite aux efforts de décarbonation et ne rend pas justice aux investissements en infrastructure nécessaires, particulièrement dans les pays où elles sont vieillissantes. Par exemple, le réseau de distribution électrique américain n'a pas connu d'importante amélioration en plus de 30 ans et le [U.S. Department of Energy](#) a déclaré qu'il est présentement poussé au-delà des capacités de sa conception originale. Il n'existe cependant pas de consensus quant au coût total pour le moderniser et le rendre résilient face aux catastrophes naturelles. Cela dépend grandement des ambitions environnementales ainsi que des solutions privilégiées. Néanmoins, les plus récentes estimations de divers groupes d'experts situent ce coût entre 1 000 et 8 000 G\$ US sur une période de 20 ans, ce qui représente de 50 à 400 G\$ US par année. Les États-Unis ne sont pas les seuls dans cette position, plusieurs économies avancées comme le Canada, l'Allemagne et le Japon vivant une situation similaire à différents degrés d'intensité. Les investissements dans la transition énergétique entraîneront inévitablement des répercussions économiques, ne serait-ce que par les gains de productivité, mais aussi par le moyen de financement privilégié. Une hausse de l'endettement public, avec ses conséquences sur les taux d'intérêt, ou une augmentation des impôts aurait des conséquences sur les ménages et les entreprises.

Le Canada, stratégiquement bien positionné

Le constat est assez clair, la progression actuelle dans la transition énergétique est incompatible avec la cible de carboneutralité en 2050 et d'un réchauffement moyen inférieur à 1,5 °C. Toutefois, il est encore possible de corriger le tir. De belles occasions s'offriront donc à ceux qui sauront les saisir et le Canada fait partie de ceux qui pourraient en bénéficier le plus. Non seulement il entretient de bonnes relations diplomatiques avec un grand nombre de pays, mais il dispose aussi de nombreux accords de libre-échange avec les grandes économies comme les États-Unis et la zone euro. [La stratégie américaine sur les minéraux critiques](#) repose d'ailleurs en partie sur des

TABLEAU
Le sous-sol canadien est riche en minéraux critiques

MINÉRAIS	Utilisation	% des réserves mondiale	Rang
Cobalt	Batteries	2,7	6
Cuivre	Infrastructure	0,9	13
Graphite	Batteries	0,2	9
Lithium	Batteries	3,6	6
Fer	Infrastructure	2,7	6
Molybdenum	Paneaux solaires	0,6	6
Nickel	Éoliennes	2,2	7
Zinc	Éoliennes	0,9	10

Sources : U.S. Geological Survey et Desjardins, Études économiques

investissements dans l'industrie minière canadienne. Bien que le sous-sol canadien ne soit pas le plus riche en minéraux critiques, il dispose d'importantes réserves pour plusieurs d'entre eux (tableau), en plus d'avoir des entreprises minières de calibre mondial. Les normes environnementales rigoureuses et l'électricité propre font de la production canadienne l'une des plus écoresponsables, notamment pour l'aluminium au Québec, ce qui pourrait lui permettre d'éviter la taxation carbone frontalière. Le Canada dispose ainsi de plusieurs avantages non négligeables qui font de lui un pays stratégiquement bien positionné. Il y a toutefois plusieurs défis, comme la pénurie de main-d'œuvre dans certains secteurs, les conséquences environnementales d'une exploitation intérieure des ressources naturelles et la capacité du réseau électrique. Plusieurs des opportunités et enjeux énumérés dans cette recherche seront abordés dans des analyses subséquentes.