

La stratégie de la France dans la **sécurité** des approvisionnements en matières premières stratégiques

Philippe VARIN a consacré la quasi-totalité de sa vie industrielle au thème des matériaux, qu'on les appelle stratégiques ou non : vingt-cinq ans chez Aluminium Pechiney, six ans comme PDG de Corus dans l'acier, six ans comme PDG de PSA, puis six ans comme président du Conseil d'administration de Areva (aujourd'hui Orano), et, pour finir, deux ans comme président de Suez.

Philippe Varin a été missionné par le ministère de la Transition écologique et le ministère de l'Industrie pour remettre en début d'année 2022 un rapport sur « la sécurisation de l'approvisionnement de l'industrie française en matériaux stratégiques ».

La première partie de cette présentation est consacrée aux matériaux critiques pour la transition écologique qui ont fait l'objet de mon rapport « sur la sécurisation de l'approvisionnement de l'industrie française en matériaux stratégiques », présenté au début de l'année 2022. Puis, dans un deuxième temps, seront données quelques clés du succès pour le futur, puis un résumé de quelques recommandations pour la France qui ont été faites dans ce rapport.

1 Les matériaux critiques pour la transition écologique

Pour commencer, je rappellerai quelques vérités sur la transition écologique. Je ferai ensuite le point sur la balance offre/demande probable au moins pour les dix années à venir.

1.1. Quelques vérités sur la transition écologique

Quelques vérités sur la transition écologique, qui dérangent

un peu, méritent d'être rappelées. Elles concernent : l'intensité en matériaux de cette transition, les signaux économiques qui n'existent pas franchement pour le moment, les problèmes liés à la souveraineté et enfin l'aspect systématique de la transition.

La période qui est devant nous sera très gourmande en matériaux. On dit que l'on passe de l'âge du pétrole à l'âge des matériaux, et c'est complètement vrai. Le tonnage annuel de matériaux consommés par un Européen moyen directement ou indirectement est considérable. En prenant le total de la consommation française et en divisant par le nombre d'habitants dans le pays, nous consommons vingt tonnes par an. La moyenne mondiale est plutôt de douze/treize tonnes, mais nous sommes en Europe, et, dans la moyenne mondiale, il y a l'Afrique, l'Amérique et la Chine. Dans les trente ans à venir, nous allons consommer autant que depuis le début de l'humanité en termes d'extraction des matériaux du sol. En effet, dans le cadre de la transition écologique, il faut rappeler les chiffres suivants : un véhicule électrique, c'est six fois en empreinte matériaux le montant d'un véhicule thermique, et l'empreinte matériaux d'un kilowattheure¹ éolien

1. Unité de puissance électrique, 1 kWh correspondant à l'utilisation de 1 000 watts en une heure, et ainsi à une énergie totale de 3 600 kJ (unité du système international pour l'énergie). À titre indicatif, 1 kWh correspond à 1 cycle de lave-linge, 1 journée de réfrigérateur, ou encore environ 5 km en voiture électrique. (Source : EDF, HelloWatt)

est aussi à peu près six fois celle d'un kilowattheure gaz.

La transition écologique ne consommera donc pas moins de matériaux qu'avant mais, au contraire, cela va plutôt renforcer les problèmes. C'est un sujet très sérieux et il ne faudrait pas que pour résoudre un problème de CO₂, qui est manifeste et indiscutable, on se crée un autre vrai problème général sur la ressource en matériaux.

La deuxième vérité est que **la transition écologique est politique.** Elle est politique au bon sens du terme, c'est-à-dire que les responsables politiques, compte tenu des perspectives du GIEC, ont simplement décidé qu'il fallait être « net zéro² » en 2050, au moins en Europe. Ceci dit, elle est politique parce que cette décision régaliennne a été faite sans véritable étude d'impact, et elle n'est pas accompagnée, comme dans le cas des transitions antérieures, du signal économique qui fait que les acteurs peuvent faire cette transition naturellement. Quand on est passé du bois au charbon, puis du charbon au pétrole, et ensuite du pétrole au gaz, il y avait à chaque transition un avantage de la nouvelle source d'énergie par rapport à la précédente, sans compter les externalités comme disent les économistes. De plus, on avait le temps, et l'économie de marché faisait en sorte que les

2. Principe selon lequel toute émission de CO₂ est compensée par l'élimination des gaz à effet de serre ; cela peut se faire aujourd'hui en stockant du CO₂ ou en le réutilisant (comme avec des arbres).

bonnes pratiques pouvaient se répandre. Pour la transition écologique, c'est totalement différent. Il s'agit de faire zéro carbone en 2050, ce qui est un laps de temps très bref, et comme on n'aime pas trop parler du prix du CO₂, on n'en parle pas, ou très peu. Le coût n'est pas aujourd'hui le driver³ des acteurs économiques en France comme ailleurs. Cette transition est donc politique. Ainsi elle suppose que **les acteurs politiques utilisent d'autres moyens que ceux qu'ils utilisent habituellement** dans l'économie de marché, c'est-à-dire qu'il faut dépasser les outils réglementaires, il faut dépasser les aides à l'innovation et **il faudra payer, parce que sinon, cela ne se passera pas.**

La troisième vérité dont il faut tenir compte, c'est la politique de la Chine, parce que, depuis vingt ans, les responsables chinois se sont engagés, avec une volonté très claire, à ne plus dépendre du pétrole et du gaz pour des questions de sécurité. Il y a dix ans, quand j'étais patron de PSA, j'avais présenté au ministre de l'Économie et de l'Industrie de l'époque nos idées et nos réalisations à venir en matière de véhicules électriques, et annoncé que nous ne souhaitons pas acheter les batteries en Chine, mais en Corée. Mais cela n'a pas été possible et au bout de deux ans nous avons dû prendre des batteries chinoises, ce qui montre que l'engagement politique de la Chine dans le domaine du véhicule électrique existe depuis déjà un

certain temps. De plus, il n'y a pas en Chine de problèmes de financement par l'État de la transition écologique, car les sociétés minières, comme les entreprises automobiles, sont des entreprises de l'État, et le programme *Belt and Road Initiative*⁴ permet de financer les investissements extérieurs dans un certain nombre de pays, notamment en Afrique. Le résultat est que la Chine a pris 50 % du contrôle des chaînes de valeur sur les batteries (c'est-à-dire Nickel, Cobalt, Lithium) et jusqu'à 90 % actuellement du contrôle des chaînes de valeur sur les aimants. **Il s'agit donc d'un sujet de souveraineté extrêmement sérieux** sur lequel les États-Unis ont déjà réagi depuis cinq ans, et plus récemment avec l'*Inflation Reduction Act*⁵ qui consiste à mettre 367 milliards de dollars d'investissement gouvernemental. On ne parle pas dans cette loi de réduction du prix du CO₂. L'État américain investit pour favoriser tout ce qui permet dans le triptyque : transition énergétique, transition écologique, matériaux, de dire que l'on fait du « *made in USA* » ou dans les pays qui ont des accords commerciaux avec les États-Unis. C'est un point extrêmement important notamment pour nos exportations et pour les risques que

4. Projet économique lancé sous l'impulsion du gouvernement chinois en 2013 afin de relancer l'historique route de la soie.

5. L'*Inflation Reduction Act*, ou loi de réduction de l'inflation, est une loi adoptée en 2022 aux États-Unis visant à réduire les effets de l'inflation causée par la crise sanitaire de la Covid-19 et de l'invasion russe en Ukraine.

3. Moteur.

cela pose aussi sur l'importation de nouvelles unités industrielles dont certaines, prévues en Europe, vont avoir tendance à rester aux États-Unis.

L'Europe a donc réagi depuis environ un an, et très récemment avec la loi promue par le commissaire Breton sur les matériaux critiques (*Critical Raw Materials Act*⁶), qui reste encore à implémenter et à réaliser, mais qui donne déjà un certain nombre d'indications sur ce que l'Union européenne envisage de faire. **Néanmoins, dans la course mondiale, nous ne partons pas avec de l'avance. C'est peut-être la troisième vérité.**

La quatrième vérité, c'est que la transition écologique est une révolution systémique.

Aujourd'hui, il est facile de promouvoir les véhicules électriques : tous les responsables politiques les promeuvent d'une seule voix, ou presque. Mais derrière chaque véhicule électrique on oublie la mine, et on oublie que la transition écologique n'a de sens que si le système électrique est décarboné. Or si on consulte « *Electricity Map* », cette application qui donne en temps réel les émissions de CO₂ des différents systèmes électriques européens, la France n'apparaît pas très brillante actuellement. Nous produisons 90 g de CO₂ par kilowattheure, alors

6. Le *Critical Raw Materials Act*, ou loi pour les matériaux critiques, est une loi européenne visant à augmenter les capacités de minage, de traitement et de recyclage des matériaux critiques, ainsi qu'à réguler leur utilisation dans le but de limiter sa dépendance. Elle devrait prendre place en 2023.

qu'avant nous étions plutôt autour de 60 g en moyenne. L'Allemagne produit dans les 450 g, la Pologne 600 g, et la moyenne européenne est à 350 g de CO₂ produit par kilowattheure. Un véhicule électrique émet actuellement en moyenne 60 g au km. Quand on roule sur 200 000 km avec une voiture (durée de vie moyenne), cela correspond à l'émission de 12 tonnes de CO₂. À ces douze tonnes, il faut aussi ajouter les émissions résultant de la fabrication de la batterie, donc si cette batterie est faite comme pour la Tesla 3, avec du nickel indonésien et du graphite chinois, cela correspond à une émission de 8 tonnes supplémentaires. Donc, au total, cela correspond à une émission de 20 tonnes de CO₂ pour 200 000 km, soit 100 g de CO₂ au kilomètre.

De plus, il ne faut pas oublier que, pour produire les métaux utilisés, il faut des mines qui n'émettent pas de CO₂, qu'elles soient à proximité du centre d'utilisation, et qu'elles utilisent une électricité décarbonée.

Ces quatre vérités ne sont pas forcément très agréables, mais il faut les rappeler parce qu'elles ne sont pas évidentes pour un certain nombre de responsables.

1.2. L'évolution de la balance des offres et de la demande

La demande du marché va devenir explosive dans les dix prochaines années. Il faudra deux à trois fois plus de nickel, six, sept ou huit fois plus de lithium et quatre fois plus de terres rares qu'actuellement.

Une telle croissance de la demande n'a encore jamais été observée dans le passé. Pour pouvoir produire, ces croissances nécessiteront l'ouverture de 70 à 100 mines ou usines nouvelles au niveau mondial.

Face à cette demande, **l'offre est très contrainte**, pour au moins cinq raisons :

La première est liée aux nombreuses **instabilités politiques**. En effet, l'Amérique latine est passée maintenant à gauche. En Afrique, il y a *de facto* une alliance des pays africains, d'une part avec la Chine dont les entreprises y sont très présentes, d'autre part de plus en plus avec Wagner pour la sécurité, et cela conduit les Européens et les Américains à être dans une situation parfois inconfortable. Avec les tensions résultant de la guerre en Ukraine, nous avons un autre exemple de difficultés évident.

La deuxième raison est que, en termes d'investissements, **les entreprises minières sont dans un bas de cycle** : il y a une dizaine d'années, les vingt premières entreprises minières investissaient une centaine de milliards de dollars ; elles sont passées il y a trois ans par un creux à cinquante milliards. Cela commence à remonter, mais il n'y a pas de réserves de capacité vraiment disponibles.

La troisième raison est la **décroissance des rendements**, notamment pour certains minerais : les mines de cuivre tournent aujourd'hui à moins de 1 %, alors qu'il y a dix ans on était plutôt à 2 ou 3 %. De plus, parce que les mines sont des grandes consommatrices d'eau, la sécheresse liée

aux perturbations climatiques va de plus en plus devenir un problème.

La quatrième raison, c'est la **réticence des populations à l'installation d'une exploitation minière**, ce qu'on appelle la réaction Nimby (*Not In My Backyard*⁷). On comprend pourquoi l'opinion publique peut réagir négativement sur ces sujets puisque les mines ont une histoire qui n'est pas extrêmement positive et que, **d'autre part, on recycle peu ou mal**. En effet, nous utilisons tous des smartphones qui ne sont recyclés qu'à environ 0,1 %. Ils sont effectivement collectés mais, même si on retire la coque, l'intérieur n'est pas recyclé. Il en est de même pour les aimants aujourd'hui, ils sont collectés, d'ailleurs souvent pas toujours, et 0 % sont recyclés en Europe. Les aimants à recycler ont pour l'instant tendance à quitter l'Europe. Ainsi, si l'on ne recycle pas complètement les métaux stratégiques utilisés, il sera difficile de convaincre qu'il faut creuser pour extraire de nouveaux minerais.

Cela dit, le nouveau règlement sur les batteries est une bonne nouvelle puisqu'il obligera les batteries à avoir dès le début un écodesign⁸ et donc

7. *Not in my Backyard*, ou « pas dans mon jardin » est un syndrome désignant l'attitude du grand public à approuver certaines décisions tant qu'elles ne se font pas à proximité de chez eux [Wikipédia].

8. L'écodesign vise à repenser la conception d'un produit afin que celui-ci soit plus respectueux de l'environnement et plus durable tout au long de son cycle de vie, tout en restant économiquement viable.

on ne sera pas confronté aux mêmes problèmes qu'avec les smartphones. Et puis enfin, **les réglementations sont toujours de plus en plus contraignantes**. Entre le moment où l'on décide d'ouvrir une mine et le moment où on va le réaliser, il faut quand même aujourd'hui, selon les pays, 7 à 10 ans pour obtenir un *permitting*⁹, ce qui est un vrai problème quand on connaît la demande qui est devant nous.

On sait donc à peu près comment les choses vont se passer en termes d'offre/demande dans les prochaines années.

2 Quelques clés de succès pour le futur

2.1. Au niveau mondial

La première clé de succès au niveau mondial est la **vitesse de l'innovation** : la concurrence au niveau mondial est très efficace comme on peut par exemple le voir au salon de l'auto où les producteurs chinois sont tous là et prêts à fournir assez vite. L'Agence internationale de l'énergie a dit que nous ne disposons pas de 50 % des innovations qui vont être nécessaires dans le futur. De gros efforts d'innovation sont donc à faire le plus rapidement possible et pour cela en termes d'organisation, **il faut que nous puissions fonctionner en mode projet pour aller plus vite**. Or, nos organisations, nos administrations, nos responsables industriels fonctionnent, en particulier

9. Correspond au « feu vert » des administrations, une fois que l'ensemble des normes et réglementations sont respectées.

en France, souvent de façon indépendante les uns des autres. Le mode projet n'est pas forcément en Europe aussi répandu qu'aux États-Unis où la DARPA¹⁰ est une agence qui associe les efforts des universités, des laboratoires de recherche et des entreprises sur un certain nombre de gros projets avec de gros enjeux. **Il faut travailler sur des écosystèmes complets**, comme celui des batteries ou celui des aimants, et traiter l'ensemble des problèmes concernant la matière première, la production et la recherche, y compris les compétences qui seront nécessaires. Pour cela, la mise en place du mode projet est nécessaire.

Deuxièmement, **l'exploitation minière au niveau mondial doit être responsable** : c'est la condition de l'investissement et pour que l'opinion publique suive sur ce sujet. Sur les batteries, ce n'est pas encore le cas. Pourtant, dans le « règlement batteries » qui se prépare au niveau européen et qui est maintenant presque prêt, il y a des éléments très concrets comme le taux de recyclage dans les batteries qui doit monter dans le temps, avec des points de repère et des jalons. Mais il y a aussi le fait que la batterie doit avoir un passeport CO₂ : c'est assez simple dans le principe mais moins dans la pratique où il faut y associer les matériaux

10. La DARPA, ou « Defense Advanced Research Projects Agency », est une agence liée à la Défense américaine en charge de la recherche et du développement de technologies, en faisant appel aux universités, aux entreprises et aux laboratoires de recherche.

de la batterie et les systèmes électriques. Et on dit aussi dans le règlement que les matériaux doivent provenir de mines responsables et ce concept de la mine responsable n'est pas aujourd'hui complètement délimité. Il existe des standards, il y a la norme européenne, il y a la norme canadienne, il y a les principes de l'OCDE, il y a des principes de l'ICMM, qui est l'organisation des miniers. Il y a une norme dite IRMA, qui certifie la performance sociale et environnementale des sites miniers dans le monde entier qui, en raison de sa rigueur, est consultée par un large éventail de parties prenantes. Donc on a un certain nombre de standards, mais la question en accord avec la demande du « règlement batteries », c'est de **pouvoir dire à quelle norme on se réfère**, et il faut que ces normes soient certifiables par des tiers ; c'est une condition pour l'opinion publique. En effet, on ne pourra ouvrir de nouvelles mines que si l'on peut garantir à l'opinion publique, de manière robuste, que sur le plan de l'éthique, cela sera bien traité, qu'il n'y aura pas d'enfants dans les mines, que le CO₂ sera très limité, que l'eau sera minimisée, etc. **Il est donc très important que ces standards soient mis en place.**

La troisième clé, c'est l'éco-design dont nous avons déjà parlé à propos des batteries : il faut faire la même chose sur les aimants, de telle manière que l'opinion publique voit bien que l'on s'occupe de ce sujet dès le début.

Et enfin, la quatrième clé du succès mondial, c'est la

question financière. Il y a des fonds disponibles qui sont prêts à s'investir. Dans les infrastructures de l'écologie, on va passer de 2 trillions de dollars par an mondialement, à typiquement 5 trillions de dollars pour faire face aux besoins de la transition écologique. Mais il est nécessaire de « dérisquer » un certain nombre d'investissements, parce que beaucoup d'entre eux comportent des risques forts. La tendance générale sera probablement positive sur les prix, mais pas toujours en revanche pour la localisation, à la fois pour les questions d'environnement, pour les questions politiques et autres. Il est donc indispensable que **les fonds publics puissent s'engager aussi dans ce domaine.** Les États-Unis viennent de le démontrer en y investissant 367 milliards de dollars. La Chine n'a pas de problèmes sur ce point ; au niveau européen, c'est un sujet qui est peut-être plus difficile mais qui paraît indispensable.

2.2. Des clés de succès pour l'Europe

L'Europe va investir 150 milliards d'euros dans 36 gigafactories¹¹ dans les dix années qui viennent.

Premièrement, il est absolument aberrant que les mines de lithium ou autres ne soient pas dans la taxonomie¹². Ce sont, comme on peut les

11. Usine de grande taille permettant la fabrication en grand volume et à haute cadence de produits.

12. Réglementation, classification prenant en compte les activités économiques avec un impact favorable sur l'environnement.

appeler, des activités habilitantes au sens de la réglementation européenne, au même titre que le nucléaire et le gaz. **Si les mines ne sont pas dans la taxonomie, cela pose un problème parce que les banques et les investisseurs font appel à des fonds verts, et donc c'est la taxonomie qui est le point de repère.** Ainsi, il y a un lien direct avec les standards évoqués à propos de la mine responsable pour que cette réglementation puisse intégrer les mines.

Deuxièmement, il n'existe pas aujourd'hui de dispositif européen de levée de fonds, à part un fonds d'investissement privé appelé InnoEnergy de 300 à 400 millions d'euros. Mais il est en grande partie pour les start-ups et les jeunes entreprises dans le domaine des mines ou de la transformation en Europe, à part la BEI¹³, en dette, mais **il n'y a pas un véritable outil pour pouvoir agir en matière d'investissements en fonds propres dans des mines.** Le commissaire Breton a annoncé récemment, dans le cadre du *Critical Materials Act*, qu'il réfléchissait

13. Banque européenne d'investissement.

sérieusement à créer un fonds souverain en Europe.

Au niveau européen, en matière d'innovation, beaucoup de fonds ont été développés pour l'optimisation de la batterie lithium-ion, mais réfléchir, y compris en France, sur **les chimies alternatives pour les batteries, est un sujet vraiment très important.** En effet, si le lithium-ion est justifié, en général et pour de grandes distances en particulier, sur de plus petites distances, les Chinois ont la technologie LFP (Lithium Fer Phosphate) qui n'utilise que le lithium comme « matériau critique », et qui est très efficace, certes, avec une moindre autonomie. Mais pour des usages urbains ou périurbains, cela peut être une solution. Il y a donc une nécessité d'innovation qui s'appelle *Breakthrough Affair*¹⁴ en matière de développement sur les batteries.

Le *Critical Materials Act* va aussi mettre en place un réseau d'observatoires en Europe pour identifier la criticité des matériaux, et en tout cas la réévaluer régulièrement en anticipant.

14. Point de rupture, notant une rupture avec ce qui existait avant.

Conclusion : recommandations pour la France

Au niveau français, il a été recommandé de **mettre en place un observatoire des minéraux industriels**, l'OFREMI (voir le chapitre de Christophe Poinssot¹⁵) qui est sous la tutelle du

15. Christophe POINSSOT : Conférence sur « Risques et opportunités pour le nucléaire actuel et futur en termes de ressources minérales stratégiques ».

BRGM, avec le soutien étroit du CSF (Comité Stratégique des Filières mines et métaux).

Il a été recommandé également qu'il y ait un **délégué interministériel**. En ce qui concerne les plateformes pour les batteries et pour les aimants, il faut des responsables pour promouvoir ces plateformes aussi vis-à-vis des interlocuteurs extérieurs : Business France fait une partie du travail, mais il faut aller certainement plus loin.

J'ai recommandé également que le fonds d'investissement puisse être un fonds d'investissement français. Des réflexions sont en cours sur ce sujet.

Il faudrait mettre en place une « diplomatie efficace des métaux », parce qu'il est clair que nos OEM, nos constructeurs, nos utilisateurs, vont avoir à passer des contrats de long terme, de type *Take-or-Pay*¹⁶ sur de très grandes périodes (dix ans par exemple), ce qui est tout nouveau. J'ai été constructeur automobile, je n'aurais jamais pensé passer un contrat de dix ans avec un opérateur minier, et encore moins de prendre une participation. Or aujourd'hui, ce n'est pas encore la norme, mais c'est devenu une obligation. Il faut donc pouvoir aider les constructeurs, automobiles entre autres, dans leur négociation.

Une feuille de route pour développer les recherches des années à venir est mise en œuvre entre les acteurs de l'innovation de la plière batterie : CEA, CNRS, avec les gigafactories¹⁷.

Une revalorisation des compétences est à faire, dans le domaine minier. Nous avons plusieurs Écoles des mines en France, mais aujourd'hui on n'y fait plus beaucoup d'ensei-

16. Type de contrat laissant le choix à une entreprise, soit de prendre le produit d'un fournisseur, soit de payer des pénalités à ce fournisseur.

17. Usine permettant de produire de très grands volumes.

gnement dans le domaine des mines, on fait de l'intelligence artificielle. Pourtant, si on veut de la mine responsable, il faut des technologies propres et parfois nouvelles. Il va donc falloir travailler sur ce sujet.

Il faut aussi, dans le domaine des batteries, des compétences que l'on n'a pas forcément. La région Hauts-de-France a les gigafactories, la région de Grenoble est le deuxième pôle, et un troisième pôle de développement en Aquitaine est aussi prévu.

Il faut avoir beaucoup de bon sens pour naviguer sans instruments, parce qu'il n'y a pas de boussole économique dans cette transition écologique ; ce n'est pas le PIB qui va vous donner des réponses, et il n'y a pas de valorisation du capital nature aujourd'hui dans les outils économiques. Ainsi, il est important que les organisations industrielles puissent faire entendre leurs voix de bon sens parce que l'on n'a pas forcément les points de repère habituels.

Enfin, nous avons été dans les 40 dernières années sous l'effet de guerres liées au pétrole ; il faut éviter que cette guerre des matériaux se termine mal. Dans cet aspect, la transition écologique doit être inclusive globalement, et pas uniquement en France. Les pays émergents n'ont pas du tout la même vision des choses que la nôtre : ils ont pour cela de bonnes raisons parce que leur problème c'est de rattraper notre niveau de vie. Aussi, considérer, et c'est à mon avis le sujet du Green Deal européen, qu'on va avoir une île verte européenne au milieu d'un monde qui ne serait pas forcément si vert, est peut-être un peu une illusion.

Il faut donc une transition écologique qui soit à la fois inclusive et équitable, ce qui n'est pas forcément le comportement spontané sur la planète en ce moment.