

# Comment définir le périmètre des matériaux stratégiques ?

*Jean-François GAILLAUD est chef du Bureau de la politique des ressources minérales non énergétiques à la Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature du ministère de la Transition énergétique.*

L'objectif de ce chapitre est d'expliquer comment autour de l'usage des matériaux stratégiques, on peut essayer de les hiérarchiser et d'exprimer le risque vis-à-vis d'un certain nombre de facteurs : facteur géopolitique, d'approvisionnement ou ne serait-ce que vis-à-vis des mutations industrielles.

## 1 Introduction

Les ressources naturelles sont variées et multiples (**Figure 1**).

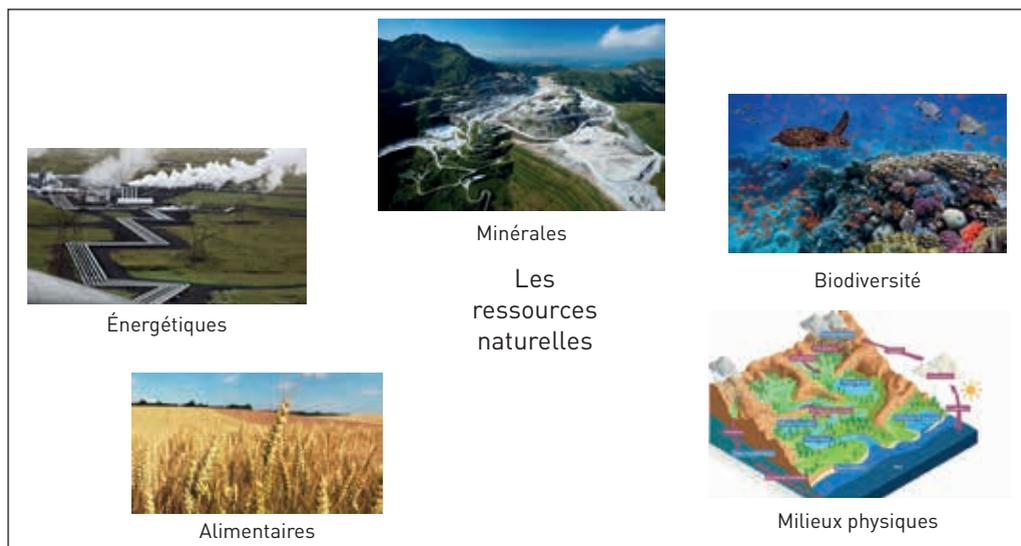
Elles sont extraites des milieux physiques<sup>1</sup>, que sont

1. Un milieu physique peut être soit solide (la terre), liquide (les océans, les mers...) ou gazeux (l'atmosphère).

les rivières, les océans, les sols, l'atmosphère. Dans ces écosystèmes des milieux physiques, on peut retrouver une biodiversité, par exemple les ressources issues des grands fonds marins. On parle de ressources minérales<sup>2</sup>, de ressources énergétiques, comme le pétrole, le gaz ou la géothermie<sup>3</sup>, mais aussi des ressources alimentaires. L'eau est aussi une ressource dont nous pouvons apprécier toutes les incidences de sa rareté ou de son abondance, notamment

2. Une ressource minérale correspond à une substance extraite de la terre, et qui possède des propriétés intéressantes, ou qui peut être exploitée.

3. Chaleur de la Terre et exploitation par l'Homme.



**Figure 1**

Les différentes ressources naturelles.

dans le contexte du changement climatique.

Aujourd'hui ces ressources naturelles sont une préoccupation constante pour notre société, mise en exergue par les crises telles que récemment les masques et les médicaments avec la crise liée au Covid, ou l'alimentation avec la crise ukrainienne et les interrogations sur les approvisionnements en blé de l'Afrique. Ces préoccupations irriguent tous les domaines de nos sociétés (**Figure 2**).

L'approche de l'État et des entreprises est différente vis-à-vis de la définition des ressources stratégiques.

**Pour l'État**, ce qui est stratégique dans une ressource, ce sont les fonctions qu'elle va pouvoir garantir à ses citoyens, telles que l'alimentation, la santé, l'approvisionnement

en carburant, l'énergie. Si on prend l'exemple actuel du gouvernement ukrainien : sa préoccupation première, au-delà de défendre ses frontières, c'est d'avoir un approvisionnement énergétique pour pouvoir passer l'hiver. C'est aussi les produits et services qui vont permettre de garantir la souveraineté économique, c'est-à-dire comment l'industrie et les filières industrielles peuvent poursuivre leurs activités dans un environnement qui est constamment en évolution.

**Pour l'entreprise**, la vision est plus réduite. Une ressource stratégique est une ressource qui va avoir une valeur, qui est rare, inimitable et non substituable et qui est un entrant indispensable à la production et procure un avantage concurrentiel durable.



Figure 2

Exemples d'articles présentant les retombées des pénuries liées aux crises sur les ressources alimentaires, en semi-conducteurs, en masques, en médicaments et en eau.

## 2 Les minéraux stratégiques

Les ressources minérales potentiellement stratégiques sont extrêmement variées et leurs applications sont diverses. Quelques exemples sont donnés dans la **Figure 3**.

- Le kaolin, une roche granitique dégradée, est une argile qui permet de faire de la porcelaine.
- La diatomite est une roche fossile indispensable aujourd'hui pour la filtration de la bière et du vin, donc dans

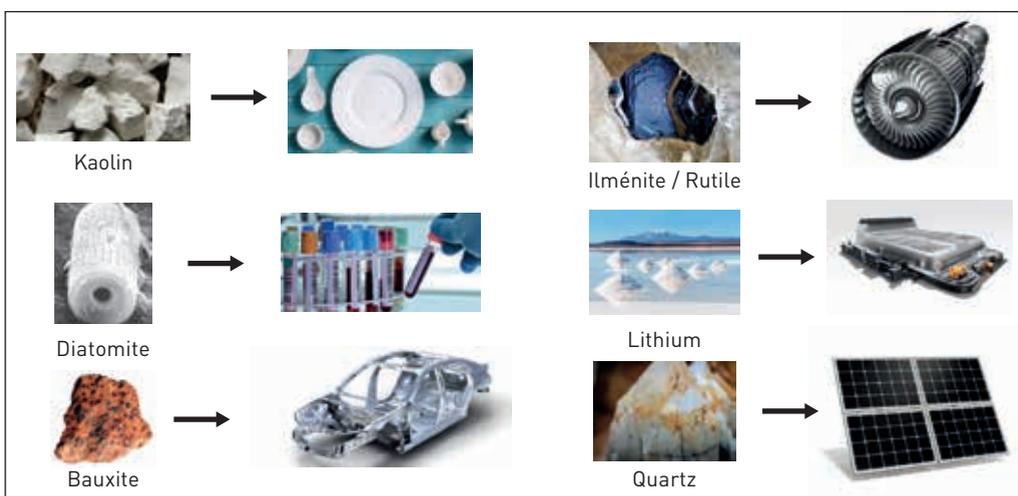


Figure 3

Exemples de ressources minérales stratégiques.

Source : Minéraux industriels de France.

l'agroalimentaire, mais également la filtration du sérum sanguin. Sa disponibilité concerne donc tout le marché de la santé et de la sécurité pour les populations.

- La bauxite permet de produire de l'alumine donc, *in fine*, de produire de l'aluminium qui irrigue largement notre société et notre environnement, ne serait-ce que dans l'industrie de l'automobile.

- L'ilménite et le rutile sont des minerais qui, une fois transformés, permettent la production du titane. Le titane est aujourd'hui un matériau indispensable dans l'aéronautique puisqu'il entre notamment dans la fabrication des disques et d'autres pièces structurelles des moteurs.

- Le lithium, utilisé comme agent fondant dans l'industrie verrière, a beaucoup d'autres applications et surtout trouve un nouvel usage dans la fabrication des batteries au lithium notamment dans l'industrie automobile.

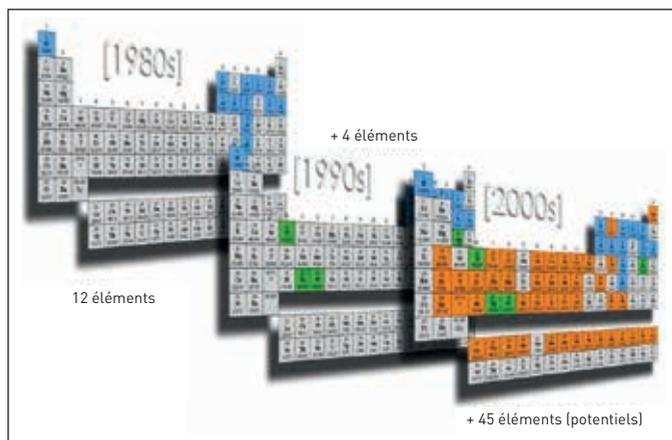
- Le quartz conduit à la production de panneaux solaires.

Les « hautes technologies », et notamment les deux applications largement répandues que sont les smartphones et les véhicules, n'utilisent pas que les métaux mais plus généralement des minéraux industriels stratégiques.

Le talc est un bon exemple de ressource minérale stratégique insoupçonnée dans les applications quotidiennes. Ce minéral qui favorise le glissement et réduit la friction, a aussi un usage essentiel dans la chimie, notamment dans la chimie du plastique, pour donner de la structure aux plastiques et alléger les plastiques de l'industrie automobile, mais aussi dans la chimie des peintures, puisqu'il permet d'optimiser l'effet de brillance de la peinture blanche.

Au fur et à mesure que la société s'est développée, elle a utilisé de plus en plus de ressources minérales : dans les années quatre-vingt, 12 éléments du tableau de Mendeleïev étaient utilisés pour leurs applications dans notre vie quotidienne, alors qu'aujourd'hui c'est presque la totalité du tableau de Mendeleïev (**Figure 4**).

La complexité des objets et des moyens que l'on emploie est de plus en plus grande. Les **Figures 5** et **6** montrent la grande diversité des matériaux stratégiques utilisés sur un avion de chasse tel que le *Rafale* et sur un char *Leclerc*. Il est difficile aujourd'hui d'avoir un seul intrant sur un système ou pour un usage. Même la charrue n'est plus aujourd'hui



**Figure 4**

Au cours du temps, de plus en plus d'éléments sont utilisés pour leurs applications dans notre vie quotidienne.



Figure 5

Ensemble des matériaux présents dans le Rafale.

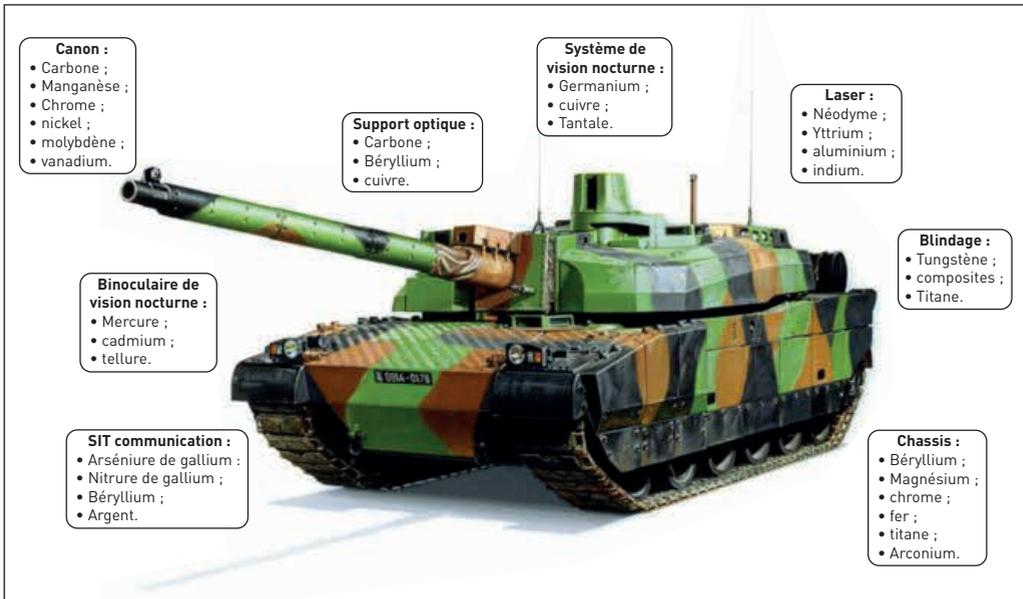


Figure 6

Ensemble des matériaux présents dans le char Leclerc.

uniquement en fer, le tracteur qui la conduit va embarquer de l'électronique et des systèmes qui font appel à des matériaux tous plus ou moins stratégiques.

D'autres facteurs influencent ce côté stratégique, notamment **l'augmentation de la démographie mondiale** et l'exemple suivant est assez emblématique : 50 milliards de tonnes de sable et de graviers sont utilisés annuellement sur la planète pour la construction, ce qui correspondrait à la construction d'un mur de 27 mètres de large et 27 mètres de haut qui ferait le tour de la Terre. On imagine le nombre de murailles de Chine que l'on pourrait ainsi construire tous les ans autour de la Terre. De même, les objets que nous utilisons ne sont pas forcément recyclables à l'infini, et les taux de renouvellement de certains équipements peuvent être assez rapides : nous sommes tentés, par exemple, de changer de smartphone assez

régulièrement. Tout cela a un impact sur l'usage et le besoin que l'on va avoir dans les matériaux qui les constituent.

La définition du mot stratégique doit être également couplée à une analyse des vulnérabilités au sein des **différents maillons de la chaîne de valeur**. Une chaîne de valeur est ce qui va nous permettre de produire et de mettre sur le marché le bien de consommation final. Prenons l'exemple de la production d'un câble électrique (**Figure 7**). Elle commence par une extraction de minerai de cuivre, dans une mine quelque part dans le monde, en l'occurrence il s'agit d'une mine de cuivre au Chili.

Le process<sup>4</sup> extractif nécessite lui-même une succession de transformations : la concentration du minerai puis le raffinage<sup>5</sup> par pyrométallurgie<sup>6</sup>

4. Anglicisme pour dire procédé.

5. Technique de purification.

6. Technique de métallurgie extractive faisant appel à un traitement thermique.

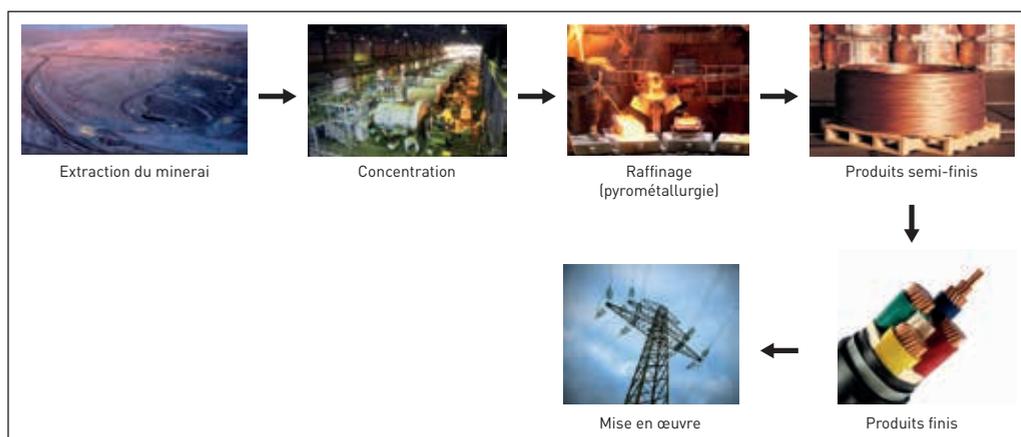


Figure 7

Exemple de la chaîne de valeur appliquée à la fabrication d'un câble électrique.

permettent de fabriquer un produit semi-fini qui nécessite également d'autres transformations et potentiellement l'usage d'autres matériaux pour en faire des câbles qui seront mis en œuvre à la fin par l'opérateur du réseau électrique ; si on prend la haute tension, ce sera RTE<sup>7</sup>.

De plus, derrière chaque fournisseur il y a une série de processus de transformation de la matière première mise en jeu pour arriver à une puce, un écran tactile, une batterie... Dans le cas d'un smartphone, on parle d'une valeur en termes de coût des matériaux, mais il faut ajouter la nécessité d'avoir plus d'une trentaine de mines à l'origine des matériaux utilisés pour pouvoir réaliser le smartphone.

On voit donc les enjeux dans la chaîne de valeur qui peuvent naître de la multiplicité des matériaux auxquels on va faire appel, mais aussi de la multiplicité des acteurs qui vont intervenir au sein de cette chaîne de valeur.

### 3 Les ressources stratégiques en France métropolitaine

La France dispose de ressources géologiques qui permettraient potentiellement d'accéder à une souveraineté minière (Figure 8).

Nous avons du tantale, du tungstène, du cuivre, du plomb, du lithium, du sel, du zinc... mais l'industrie minière en France a complètement disparu (Figure 9). Il ne reste plus que quelques activités

minières concentrées sur la bauxite dans le Sud de la France, pour faire des aluminés de spécialités qui vont servir à faire des bétons.



Figure 8

Ressources géologiques présentes en France.

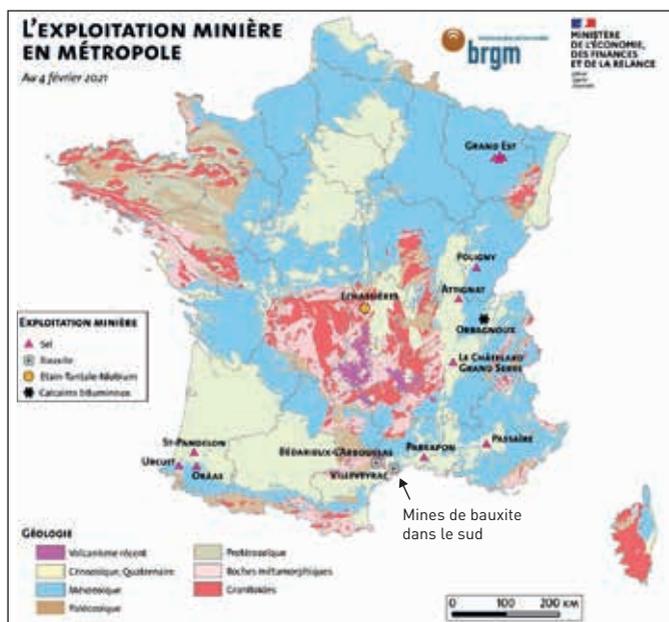


Figure 9

Carte de la France montrant les exploitations minières en sel, en bauxite, en étain/tantale/niobium et en calcaire bitumineux.

7. RTE : Réseau de Transport d'Électricité.

Nous avons aussi une industrie minière saline qui heureusement est encore prospère, qui est la base de toute la chimie du chlore, notamment dans le Grand Est et dans le Sud de la France.

Il existe un projet d'ouverture d'une mine de lithium à Échassières.

Le potentiel minier dont dispose la France est néanmoins trop réduit alors que nous sommes confrontés à des besoins importants pour notre industrie de transformation. La **Figure 10** montre la localisation des acteurs industriels qui transforment ces métaux dont nous avons besoin pour leurs applications. Prenons l'exemple de Solvay à La Rochelle (**Figure 10**), dont les installations industrielles

permettent de séparer et de purifier les terres rares légères dont l'importance pour la production des aimants est évoquée dans un autre chapitre de cet ouvrage ou encore la production de titane par EcoTitanium, qui fait du recyclage, alors que nous n'avons pas de mines d'ilménite ou de rutile en France qui nous permettent d'avoir une source de titane. Ce titane provenait entre autres d'Ukraine, ce qui permet d'imaginer la difficulté actuelle de l'approvisionnement.

## 4 Les ressources stratégiques mondiales

### 4.1. Les terres rares

La France a certes une petite installation de production de

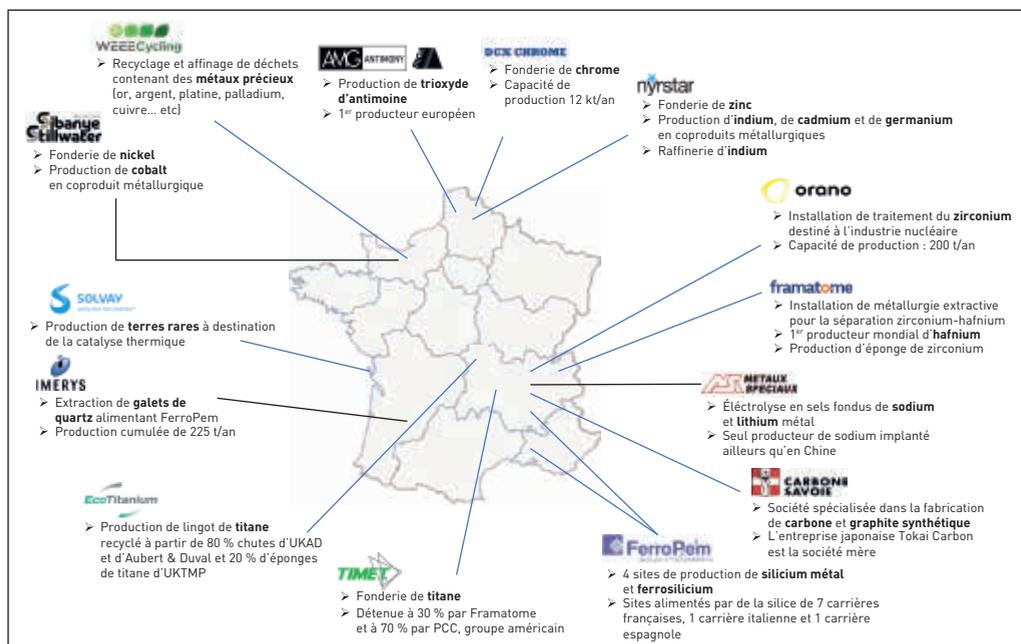


Figure 10

Les sites industriels français de transformation des métaux : leur localisation et leurs activités.



trouve un petit peu de tantale radioactif, donc il faudra prévoir la gestion.

#### 4.2. Les fournisseurs de matières premières critiques

Il y a donc une forte dépendance vis-à-vis d'une part des pays qui possèdent les ressources en matières premières, mais aussi vis-à-vis des pays qui les transforment (*Figure 12*). C'est le cas de la Chine qui, par sa géographie mais aussi par sa géologie, dispose non seulement des terres rares mais aussi de très nombreuses autres ressources stratégiques, et est aujourd'hui le principal producteur au monde de la quasi-majorité des métaux dont nous avons besoin, ce qui pose certains risques géopolitiques. Prenons aussi l'exemple actuel de la Russie qui est un acteur

majeur en matière de production de platinoïdes<sup>10</sup>, qui sont entre autres des catalyseurs essentiels pour notre industrie chimique, et servent aussi pour abaisser les émissions des véhicules thermiques.

Cette dépendance pose donc des enjeux dès lors que les relations avec les pays avec qui on était relativement amis peuvent changer.

#### 4.3. Matrice de criticité

Ces difficultés nous ont amenés à construire une matrice de criticité (*Figure 13*), qui prend en compte les risques d'approvisionnement et l'impact économique.

Un certain nombre de critères ont été retenus pour construire

10. Correspond aux métaux présents dans un gisement de platine.

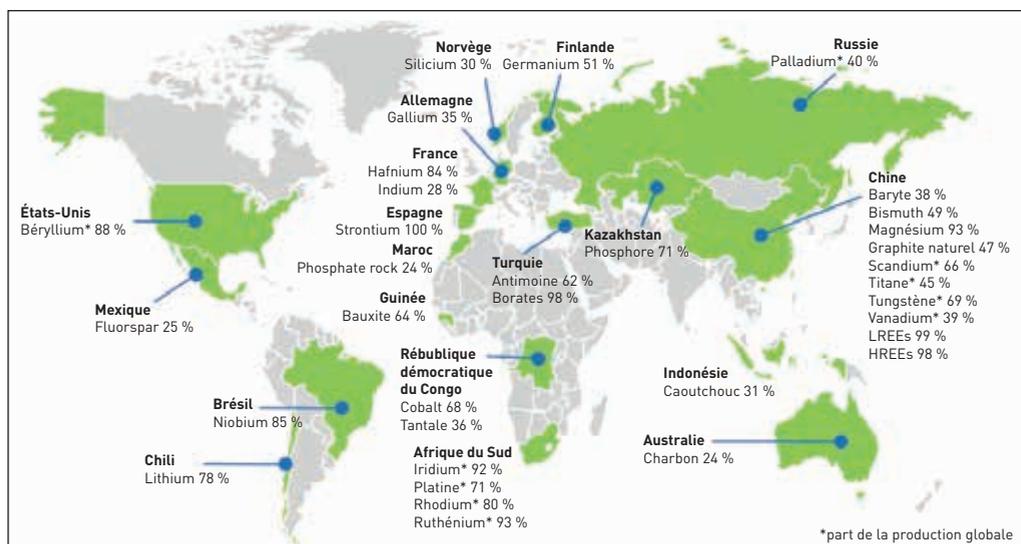
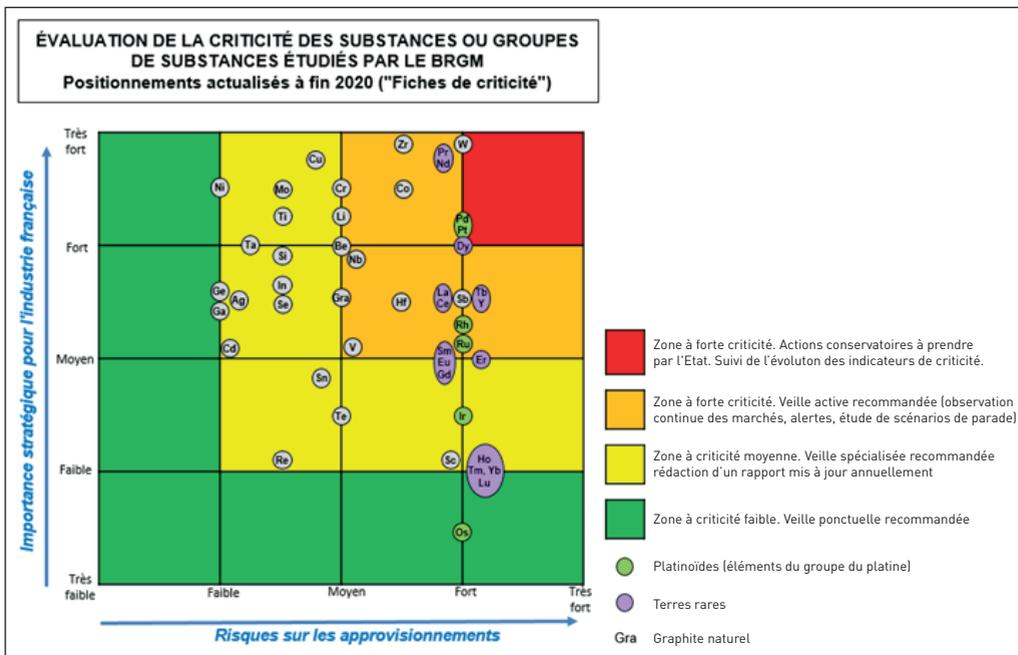


Figure 12

Principaux fournisseurs de matières premières critiques à l'Union européenne.

Source : Rapport de la Commission européenne sur l'évaluation de la criticité en 2020.



**Figure 13**  
Matrice de criticité, prenant en compte l'importance stratégique pour l'industrie française et les risques sur les approvisionnements.  
Source : BRGM.

cette matrice qui est régulièrement mise à jour :

- les usages et la consommation ;
- la production ;
- le potentiel et le recyclage ;
- les potentiels de substitution ;
- les prix et évolutions réglementaires et sanitaires ;
- les ressources géologiques ;
- les filières industrielles nationales : il est important de travailler avec les comités stratégiques de filière, afin de définir quels sont leurs besoins et quels sont les usages qui sont faits de ces matériaux dans les différentes filières industrielles, afin d'établir une hiérarchie qui permet de voir où se trouve l'exposition au risque pour l'État ;
- la situation du commerce international.

Cette matrice de criticité (**Figure 13**) met en évidence aujourd'hui un risque majeur pour quelques métaux, notamment les platinoïdes, les terres rares, le dysprosium qui figurent dans l'angle en bas du carré rouge. Le tungstène est aussi fortement exposé : l'industrie du tungstène est encore présente en France, son usage est assez important dans notre industrie mais aussi dans ses applications dans notre vie quotidienne : c'est le cas par exemple des forets en carbure de tungstène utilisés notamment pour les perceuses.

Les matrices de criticité sont variables et ce n'est pas une spécificité française. La matrice de criticité de l'Union européenne (**Figure 14**) diffère de la matrice française puisque les usages et les enjeux au niveau européen

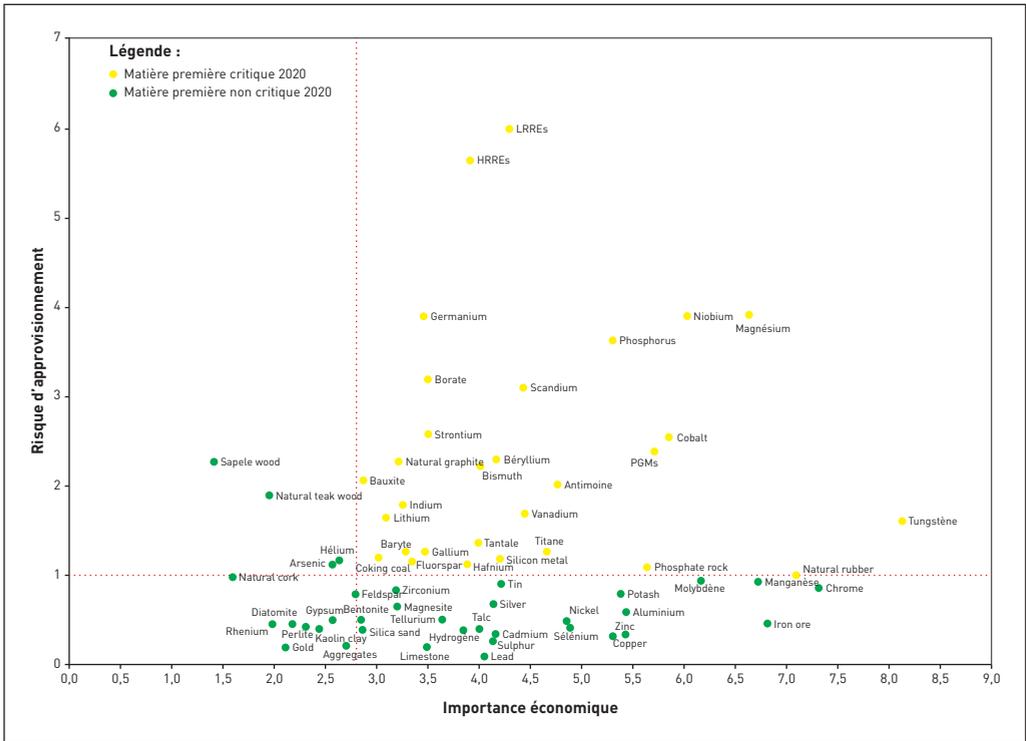


Figure 14

Matrice de criticité de l'Union européenne.

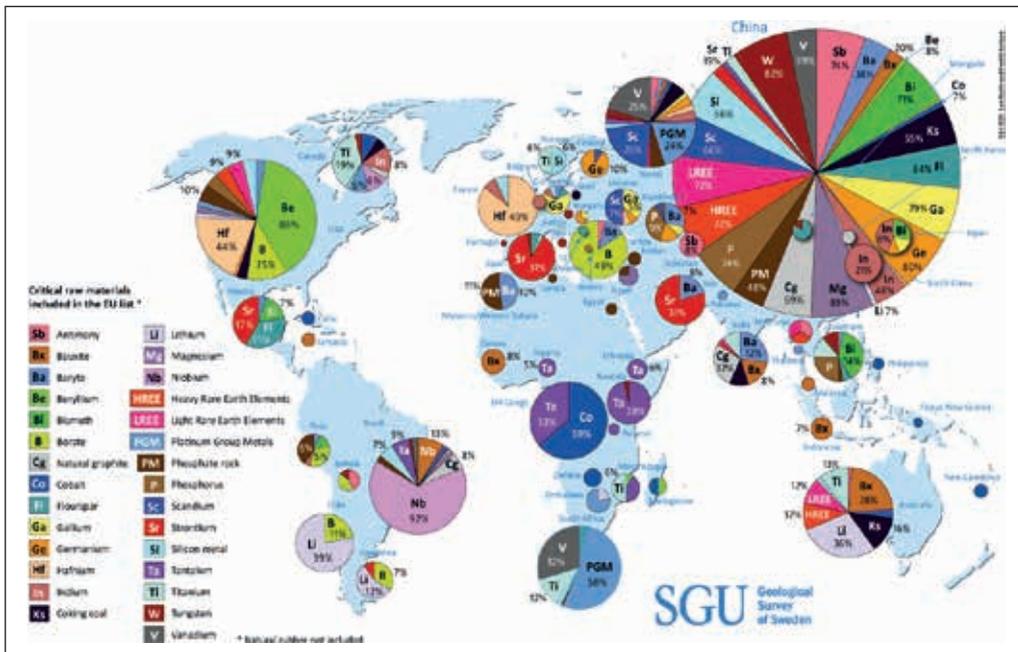
Source : Commission européenne.

sont différents. Par exemple dans le cas du tungstène, pour l'Europe, il y a une forte importance économique mais le risque est relativement faible, alors que pour la France le tungstène était tout en haut

des risques et de l'importance pour nos approvisionnements. On voit qu'en fonction du pays ou de la zone où l'on se situe, l'enjeu peut varier selon la matière prise en considération.

### Conclusion : matières premières critiques au niveau mondial

Pour conclure, examinons la production mondiale de matières premières critiques (Figure 15) qui montre l'importance que certains pays peuvent avoir en matière d'approvisionnement pour l'industrie. Sur l'ensemble de ces matières premières critiques identifiées par l'Union européenne, cette figure montre le poids considérable que peut avoir la Chine ou



**Figure 15**  
 Production mondiale de matières premières critiques, selon l'UE.

Source : Service géologique de Suède.

d'autres pays. Ces éléments sont forcément à prendre en compte pour nos stratégies de sécurisation mais aussi pour la mise en place de la diversification de nos approvisionnements afin de ne pas dépendre d'un seul pays, qui, lorsque l'on est en moins bons termes avec celui-ci, peut mettre à mal nos approvisionnements et perturber profondément notre économie et notre vie quotidienne.

