

Les métaux rares sont associés à la croûte terrestre (cobalt, gallium, tungstène, indium...) et diffèrent des métaux abondants (fer, aluminium, plomb, cuivre, or, argent...). En effet, ils sont mélangés dans le sol dans des proportions bien plus faible (2650 fois moins de gallium que de fer). On en extrait donc bien moins et leur prix est ainsi plus élevé : 1 kg de gallium vaut 150 dollars, c'est-à-dire 9 000 fois plus que le fer.

« Sur le plan écologique, le problème [des métaux rares] vient en premier lieu de l'extraction, qui a un coût très lourd : quand vous extrayez quelques milligrammes de ces métaux par dizaines de kilos de roches et qu'il vous faut arriver à des centaines voire des milliers de tonnes, les dégâts sont colossaux. Par ailleurs, il faut ensuite raffiner ces métaux, c'est-à-dire les séparer de la roche, mais également les séparer entre eux pour aboutir à des matières pures à 100 %. Et pour cela, il faut faire appel à des produits chimiques. Le problème, c'est que les eaux, chargées en déchets et en rebuts quelquefois radioactifs, ne sont ni recyclées ni retraitées, en Chine notamment. Il y a donc de graves problèmes environnementaux générés par le rejet des eaux usées, avec la pollution des cours d'eau, des nappes phréatiques ou encore des terres, qui ont des impacts sanitaires sur les populations environnantes. »

Production des métaux et écologie « ne seront jamais compatibles. Encore une fois, un métal rare sort du fin fond de l'écorce terrestre et son extraction a un coût. En revanche, il est possible de faire des mines responsables, avec un meilleur encadrement législatif et réglementaire, des médias actifs pour souligner les risques...

En fait, ce que l'on observe, c'est que cette nouvelle transition énergétique et technologique génère autant de déchets qu'elle trouve de solutions aux problèmes précédents. Partant de ce constat, je pense que c'est un leurre de croire que par la grâce des technologies vertes nous allons nous en sortir, et il est clair qu'il y a d'autres solutions à trouver. Dans le cas présent j'ai envie de croire que sans pour autant baisser notre consommation au quotidien, on peut optimiser les ressources et faire aussi bien mais avec moins. »

Propos de G. Pitron, *La guerre des métaux rares* [7,8]

Les métaux rares sont associés à la croûte terrestre (cobalt, gallium, tungstène, indium...) et diffèrent des métaux abondants (fer, aluminium, plomb, cuivre, or, argent...). En effet, ils sont mélangés dans le sol dans des proportions bien plus faible (2650 fois moins de gallium que de fer). On en extrait donc bien moins et leur prix est ainsi plus élevé : 1 kg de gallium vaut 150 dollars, c'est-à-dire 9 000 fois plus que le fer.

« Sur le plan écologique, le problème [des métaux rares] vient en premier lieu de l'extraction, qui a un coût très lourd : quand vous extrayez quelques milligrammes de ces métaux par dizaines de kilos de roches et qu'il vous faut arriver à des centaines voire des milliers de tonnes, les dégâts sont colossaux. Par ailleurs, il faut ensuite raffiner ces métaux, c'est-à-dire les séparer de la roche, mais également les séparer entre eux pour aboutir à des matières pures à 100 %. Et pour cela, il faut faire appel à des produits chimiques. Le problème, c'est que les eaux, chargées en déchets et en rebuts quelquefois radioactifs, ne sont ni recyclées ni retraitées, en Chine notamment. Il y a donc de graves problèmes environnementaux générés par le rejet des eaux usées, avec la pollution des cours d'eau, des nappes phréatiques ou encore des terres, qui ont des impacts sanitaires sur les populations environnantes. »

Production des métaux et écologie « ne seront jamais compatibles. Encore une fois, un métal rare sort du fin fond de l'écorce terrestre et son extraction a un coût. En revanche, il est possible de faire des mines responsables, avec un meilleur encadrement législatif et réglementaire, des médias actifs pour souligner les risques...

En fait, ce que l'on observe, c'est que cette nouvelle transition énergétique et technologique génère autant de déchets qu'elle trouve de solutions aux problèmes précédents. Partant de ce constat, je pense que c'est un leurre de croire que par la grâce des technologies vertes nous allons nous en sortir, et il est clair qu'il y a d'autres solutions à trouver. Dans le cas présent j'ai envie de croire que sans pour autant baisser notre consommation au quotidien, on peut optimiser les ressources et faire aussi bien mais avec moins. »

Propos de G. Pitron, *La guerre des métaux rares* [7,8]

secteur d'activité	usages	métaux rares impliqués
automobile, photovoltaïque	batteries Ni-MH, Li-ion	lithium (Li), cobalt (Co), lanthane (La)
automobile	catalyse (échappement, particules, NOx)	platine (Pt), palladium (Pd), rhodium (Rh), cérium (Ce)
automobile, lignes grande vitesse, éolien	aîmants permanents (moteurs électriques)	cobalt (Co), samarium (Sm), néodyme (Nd), dysprosium (Dy)
aéronautique, cogénération	titane-composite/alliage aluminium-lithium, aciers U.H.S.S., superalliages	titane (Ti), lithium (Li), rhénium (Re), niobium (Nb)
photovoltaïque	technologies film mince : CdTe, CIGS	indium (In), germanium (Ge), gallium (Ga), sélénium (Se), tellure (Te)
éclairage	LED (<i>light emitting diodes</i>) à lumière blanche	gallium (Ga), indium (In), europium (Eu), terbium (Tb)
nucléaire	matériaux résistants au flux de neutrons	zirconium (Zr), béryllium (Be), niobium (Nb)

secteur d'activité	usages	métaux rares impliqués
automobile, photovoltaïque	batteries Ni-MH, Li-ion	lithium (Li), cobalt (Co), lanthane (La)
automobile	catalyse (échappement, particules, NOx)	platine (Pt), palladium (Pd), rhodium (Rh), cérium (Ce)
automobile, lignes grande vitesse, éolien	aîmants permanents (moteurs électriques)	cobalt (Co), samarium (Sm), néodyme (Nd), dysprosium (Dy)
aéronautique, cogénération	titane-composite/alliage aluminium-lithium, aciers U.H.S.S., superalliages	titane (Ti), lithium (Li), rhénium (Re), niobium (Nb)
photovoltaïque	technologies film mince : CdTe, CIGS	indium (In), germanium (Ge), gallium (Ga), sélénium (Se), tellure (Te)
éclairage	LED (<i>light emitting diodes</i>) à lumière blanche	gallium (Ga), indium (In), europium (Eu), terbium (Tb)
nucléaire	matériaux résistants au flux de neutrons	zirconium (Zr), béryllium (Be), niobium (Nb)

secteur d'activité	usages	métaux rares impliqués
automobile, photovoltaïque	batteries Ni-MH, Li-ion	lithium (Li), cobalt (Co), lanthane (La)
automobile	catalyse (échappement, particules, NOx)	platine (Pt), palladium (Pd), rhodium (Rh), cérium (Ce)
automobile, lignes grande vitesse, éolien	aîmants permanents (moteurs électriques)	cobalt (Co), samarium (Sm), néodyme (Nd), dysprosium (Dy)
aéronautique, cogénération	titane-composite/alliage aluminium-lithium, aciers U.H.S.S., superalliages	titane (Ti), lithium (Li), rhénium (Re), niobium (Nb)
photovoltaïque	technologies film mince : CdTe, CIGS	indium (In), germanium (Ge), gallium (Ga), sélénium (Se), tellure (Te)
éclairage	LED (<i>light emitting diodes</i>) à lumière blanche	gallium (Ga), indium (In), europium (Eu), terbium (Tb)
nucléaire	matériaux résistants au flux de neutrons	zirconium (Zr), béryllium (Be), niobium (Nb)

secteur d'activité	usages	métaux rares impliqués
automobile, photovoltaïque	batteries Ni-MH, Li-ion	lithium (Li), cobalt (Co), lanthane (La)
automobile	catalyse (échappement, particules, NOx)	platine (Pt), palladium (Pd), rhodium (Rh), cérium (Ce)
automobile, lignes grande vitesse, éolien	aîmants permanents (moteurs électriques)	cobalt (Co), samarium (Sm), néodyme (Nd), dysprosium (Dy)
aéronautique, cogénération	titane-composite/alliage aluminium-lithium, aciers U.H.S.S., superalliages	titane (Ti), lithium (Li), rhénium (Re), niobium (Nb)
photovoltaïque	technologies film mince : CdTe, CIGS	indium (In), germanium (Ge), gallium (Ga), sélénium (Se), tellure (Te)
éclairage	LED (<i>light emitting diodes</i>) à lumière blanche	gallium (Ga), indium (In), europium (Eu), terbium (Tb)
nucléaire	matériaux résistants au flux de neutrons	zirconium (Zr), béryllium (Be), niobium (Nb)

secteur d'activité	usages	métaux rares impliqués
automobile, photovoltaïque	batteries Ni-MH, Li-ion	lithium (Li), cobalt (Co), lanthane (La)
automobile	catalyse (échappement, particules, NOx)	platine (Pt), palladium (Pd), rhodium (Rh), cérium (Ce)
automobile, lignes grande vitesse, éolien	aîmants permanents (moteurs électriques)	cobalt (Co), samarium (Sm), néodyme (Nd), dysprosium (Dy)
aéronautique, cogénération	titane-composite/alliage aluminium-lithium, aciers U.H.S.S., superalliages	titane (Ti), lithium (Li), rhénium (Re), niobium (Nb)
photovoltaïque	technologies film mince : CdTe, CIGS	indium (In), germanium (Ge), gallium (Ga), sélénium (Se), tellure (Te)
éclairage	LED (<i>light emitting diodes</i>) à lumière blanche	gallium (Ga), indium (In), europium (Eu), terbium (Tb)
nucléaire	matériaux résistants au flux de neutrons	zirconium (Zr), béryllium (Be), niobium (Nb)

secteur d'activité	usages	métaux rares impliqués
automobile, photovoltaïque	batteries Ni-MH, Li-ion	lithium (Li), cobalt (Co), lanthane (La)
automobile	catalyse (échappement, particules, NOx)	platine (Pt), palladium (Pd), rhodium (Rh), cérium (Ce)
automobile, lignes grande vitesse, éolien	aîmants permanents (moteurs électriques)	cobalt (Co), samarium (Sm), néodyme (Nd), dysprosium (Dy)
aéronautique, cogénération	titane-composite/alliage aluminium-lithium, aciers U.H.S.S., superalliages	titane (Ti), lithium (Li), rhénium (Re), niobium (Nb)
photovoltaïque	technologies film mince : CdTe, CIGS	indium (In), germanium (Ge), gallium (Ga), sélénium (Se), tellure (Te)
éclairage	LED (<i>light emitting diodes</i>) à lumière blanche	gallium (Ga), indium (In), europium (Eu), terbium (Tb)
nucléaire	matériaux résistants au flux de neutrons	zirconium (Zr), béryllium (Be), niobium (Nb)

Bibliographie

- [1] Leparoux T., *Cours de physique de 3^{ème}*, physikos.free.fr, consulté le 21/09/19.
- [2] Landau S., *Les métaux dans la vie quotidienne*, pccollege.fr, consulté le 21/09/2019.
- [3] Azan J.L. et al., *Physique Chimie 3^e*, Nathan, 2018.
- [4] *Sciences physique au collège de Nomeny*, nomenysciences.eklablog.com, consulté le 22/09/2019.
- [5] Delafoi F., *Écologique, la voiture électrique?*, Le temps, mai 2018.
- [6] Hall D. and Lutsey N., *Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions*, International Council on Clean Transportation, theicct.org, February 2018.
- [7] L'infodurable, *La "guerre des métaux rares", ou la face cachée de la transition énergétique*, 17/042019
- [8] Pitron G., *Guerre des métaux rares*, Les Liens qui Libèrent, 2018
- [9] Sia Partners, *Métaux critiques et métaux rares: comment s'intègrent-ils dans la transition énergétique bas carbone ?*, 2018
- [10] Encyclopedia Universalis France, *Les métaux rares*, universalis.fr, consulté le 29/09/2019.

Les attendus du cours

À la fin du cours, l'élève devra

- donner quelques exemples de métaux et leur utilisation,
- savoir que les métaux conduisent bien l'électricité et la chaleur,
- savoir identifier un métal en fonction de sa couleur, son aimantation, sa masse volumique,
- savoir qu'on peut aussi identifier un métal grâce à sa température de fusion,
- savoir calculer une masse volumique lorsqu'on donne masse et volume,
- savoir calculer la masse d'un élément lorsqu'on donne volume et masse volumique,
- savoir calculer le volume d'un élément lorsqu'on donne masse et masse volumique,
- savoir expliquer le problème de l'utilisation des métaux rares dans les énergies renouvelables,
- savoir le nom de 5 métaux rares et leur utilisation,
- expliquer brièvement la bonne conduction des métaux (TP),
- proposer un protocole (+ schéma) permettant de mesurer la masse volumique d'un objet (TP),
- proposer un protocole (+ schéma) permettant de vérifier si un matériau est conducteur (TP).

Bibliographie

- [1] Leparoux T., *Cours de physique de 3^{ème}*, physikos.free.fr, consulté le 21/09/19.
- [2] Landau S., *Les métaux dans la vie quotidienne*, pccollege.fr, consulté le 21/09/2019.
- [3] Azan J.L. et al., *Physique Chimie 3^e*, Nathan, 2018.
- [4] *Sciences physique au collège de Nomeny*, nomenysciences.eklablog.com, consulté le 22/09/2019.
- [5] Delafoi F., *Écologique, la voiture électrique?*, Le temps, mai 2018.
- [6] Hall D. and Lutsey N., *Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions*, International Council on Clean Transportation, theicct.org, February 2018.
- [7] L'infodurable, *La "guerre des métaux rares", ou la face cachée de la transition énergétique*, 17/042019
- [8] Pitron G., *Guerre des métaux rares*, Les Liens qui Libèrent, 2018
- [9] Sia Partners, *Métaux critiques et métaux rares: comment s'intègrent-ils dans la transition énergétique bas carbone ?*, 2018
- [10] Encyclopedia Universalis France, *Les métaux rares*, universalis.fr, consulté le 29/09/2019.

Les attendus du cours

À la fin du cours, l'élève devra

- donner quelques exemples de métaux et leur utilisation,
- savoir que les métaux conduisent bien l'électricité et la chaleur,
- savoir identifier un métal en fonction de sa couleur, son aimantation, sa masse volumique,
- savoir qu'on peut aussi identifier un métal grâce à sa température de fusion,
- savoir calculer une masse volumique lorsqu'on donne masse et volume,
- savoir calculer la masse d'un élément lorsqu'on donne volume et masse volumique,
- savoir calculer le volume d'un élément lorsqu'on donne masse et masse volumique,
- savoir expliquer le problème de l'utilisation des métaux rares dans les énergies renouvelables,
- savoir le nom de 5 métaux rares et leur utilisation,
- expliquer brièvement la bonne conduction des métaux (TP),
- proposer un protocole (+ schéma) permettant de mesurer la masse volumique d'un objet (TP),
- proposer un protocole (+ schéma) permettant de vérifier si un matériau est conducteur (TP).