



**HAL**  
open science

## Pourquoi les scientifiques cherchent-ils à s'affranchir du terme “ métaux lourds ”? The Conversation

Olivier Pourret

► **To cite this version:**

Olivier Pourret. Pourquoi les scientifiques cherchent-ils à s'affranchir du terme “ métaux lourds ”? The Conversation. 2021. hal-03690206

**HAL Id: hal-03690206**

**<https://hal.science/hal-03690206>**

Submitted on 1 Jul 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Pourquoi les scientifiques cherchent-ils à s'affranchir du terme « métaux lourds » ?

Olivier Pourret

The Conversation 19 mai 2021

Des centaines de tonnes de plomb dans la flèche et le toit de Notre-Dame ont fondu lors de l'incendie du 15 avril 2019 selon [plusieurs agences](#) de [presse](#). L'Agence Régionale de Santé Île-de-France a [rapporté](#) que les concentrations de plomb restaient élevées à certains endroits à l'intérieur du bâtiment et dans le sol du parc et du parvis adjacents, ceux-ci ont été fermés temporairement au public après l'incendie.

Le plomb fait partie des métaux dits « lourds » et l'empoisonnement au plomb existe bel et bien. Également connu sous le nom de saturnisme, il se produit le plus souvent par ingestion du métal, plus particulièrement par ingestion orale de poussière et d'éclats de peinture contenant du plomb. Ce type d'empoisonnement est bien connu et particulièrement dramatique pour les [petits enfants](#), mais au-delà de l'ingestion par voie orale, les mesures de contamination au plomb [sont encore difficiles à interpréter](#).

## Qu'est-ce qu'un « métal lourd » ?

Dans les cours de sciences à l'école primaire, on demande souvent aux enfants : « Quel est le plus lourd : un kilo de plomb ou un kilo de plumes ? » La réponse apparemment naïve à l'énigme familière est le kilo de plomb. C'est une question classique pour leur enseigner des notions rudimentaires en science. La réponse normale est évidemment qu'ils sont tous les deux aussi lourds. Suivant la définition donnée à « lourd », la réponse peut se discuter,

lequel a la plus grande masse ? Lequel a le plus grand poids ? Lequel est le plus difficile à soulever ?

hydrogène 1 H 1,0079																	hélium 2 He 4,0026							
lithium 3 Li 6,941	beryllium 4 Be 9,0122															boron 5 B 10,811	carbone 6 C 12,011	azote 7 N 14,007	oxygène 8 O 15,999	fluorine 9 F 18,998	néon 10 Ne 20,180			
sodium 11 Na 22,990	magnésium 12 Mg 24,305															aluminium 13 Al 26,982	silicium 14 Si 28,086	phosphore 15 P 30,974	soufre 16 S 32,065	chlore 17 Cl 35,453	argon 18 Ar 39,948			
potassium 19 K 39,098	calcium 20 Ca 40,078	scandium 21 Sc 44,956	titane 22 Ti 47,867	vanadium 23 V 50,942	chrome 24 Cr 51,996	manganèse 25 Mn 54,938	fer 26 Fe 55,845	cobalt 27 Co 58,933	nickel 28 Ni 58,693	cuivre 29 Cu 63,546	zinc 30 Zn 65,38	gallium 31 Ga 69,723	germanium 32 Ge 72,64	arsenic 33 As 74,922	sélénium 34 Se 78,96	brome 35 Br 79,904	krypton 36 Kr 83,798							
rubidium 37 Rb 85,468	strontium 38 Sr 87,62	yttrium 39 Y 88,906	zirconium 40 Zr 91,224	niobium 41 Nb 92,906	molibdène 42 Mo 95,95	technétium 43 Tc [98]	ruthénium 44 Ru 101,07	rhodium 45 Rh 102,91	palladium 46 Pd 106,42	argent 47 Ag 107,87	cadmium 48 Cd 112,4	indium 49 In 114,82	étain 50 Sn 118,71	antimoine 51 Sb 121,76	tellure 52 Te 127,60	iode 53 I 126,90	xénon 54 Xe 131,29							
caésium 55 Cs 132,91	barium 56 Ba 137,33																	mercure 80 Hg 200,59	thallium 81 Tl 204,38	plomb 82 Pb 207,2	bismuth 83 Bi 208,98	polonium 84 Po [209]	astatine 85 At [210]	radon 86 Rn [222]
francium 87 Fr [223]	radium 88 Ra [226]	rutherfordium 104 Rf [261]	dubnium 105 Db [262]	seaborgium 106 Sg [266]	bohrium 107 Bh [264]	hassium 108 Hs [277]	meitnerium 109 Mt [268]	darmstadtium 110 Ds [271]	roentgenium 111 Rg [272]															
lanthane 57 La 138,91	cerium 58 Ce 140,12	praseodyme 59 Pr 140,91	néodyme 60 Nd 144,24	prométhium 61 Pm [145]	samarium 62 Sm 150,36	europium 63 Eu 151,96	gadolinium 64 Gd 157,25	terbium 65 Tb 158,93	dysprosium 66 Dy 162,50	holmium 67 Ho 164,93	erbium 68 Er 167,26	thulium 69 Tm 168,93	ytterbium 70 Yb 173,05	lutétium 71 Lu 174,97										
actinium 89 Ac [227]	thorium 90 Th 232,04	protactinium 91 Pa 231,04	uranium 92 U 238,03	néptunium 93 Np [237]	plutonium 94 Pu [244]	americium 95 Am [243]	curium 96 Cm [247]	berkélium 97 Bk [247]	californium 98 Cf [251]	einsteinium 99 Es [252]	fermium 100 Fm [257]	mendelevium 101 Md [258]	nobélium 102 No [259]	lawrencium 103 Lr [262]										

Tableau périodique des éléments chimiques le plus souvent considérés comme « métaux lourds » dans les articles scientifiques en science de l'environnement.

Mais au-delà des discussions sur la masse et le poids, il n'est en fait pas facile de comprendre ce qu'est vraiment un « métal lourd ». De plus, les scientifiques remettent maintenant en question le nom de cette classe de matériaux.

### D'où vient le terme ?

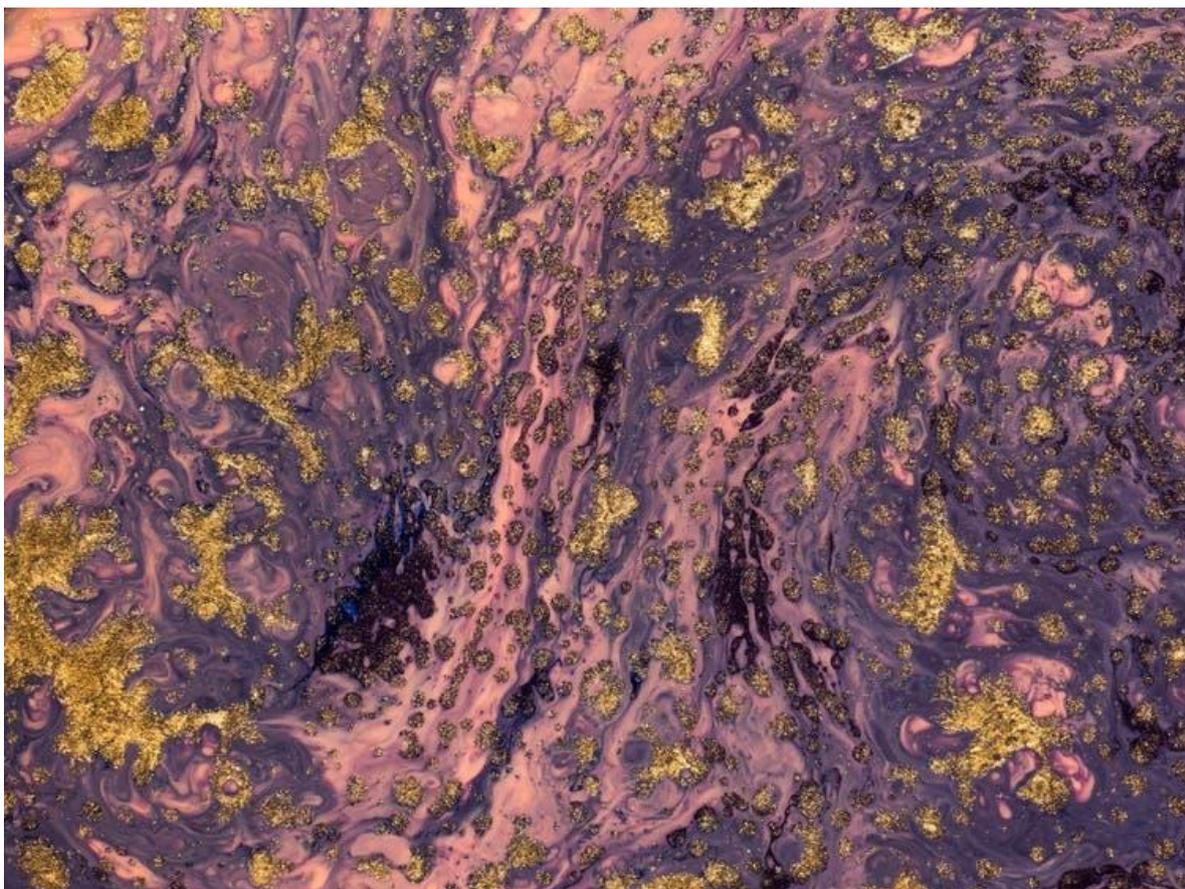
Les éléments chimiques sont bien caractérisés, et leur classification, dite « de Mendeleïv », a fêté ses 150 ans en 2019. Selon leurs propriétés et leurs structures électroniques, on les classe dans des séries. La série des « métaux lourds » a plutôt mauvaise presse.

Initialement, le terme « métaux lourds » était basé sur une catégorisation par densité (le rapport de la masse d'un objet à celle qu'aurait le même volume constitué d'eau) ou masse molaire (la masse d'une [mole](#) d'atomes). Cette définition originale des métaux lourds reste

pertinente, bien que plusieurs éléments métalliques « lourds » aient une densité relativement faible. Par exemple, le zinc et le cuivre ont une densité et une masse molaire relativement faibles par rapport aux lanthanides et actinides, qui ont parmi les masses molaires les plus élevées des éléments du tableau périodique.

Mais liste des « métaux lourds » n'est en fait pas clairement définie. Le terme « métaux lourds » est souvent utilisé comme nom de groupe, mêlant souvent métaux et [métalloïdes](#). Les métalloïdes, comme l'arsenic, sont des intermédiaires entre métaux et non-métaux. Métaux comme métalloïdes sont associés à une contamination et à une toxicité potentielle dans l'environnement.

En définitive, le terme « lourd » associé à la toxicité du métal induit – légitimement – une forme de peur dans la société. Mais c'est un usage abusif, mais répandu, comme le soulignent plusieurs scientifiques, notamment en [sciences de l'environnement](#) et [santé publique](#), du [développement durable](#), ou de la [géochimie](#)



Historiquement, le terme « lourd » a été fixé en référence à la densité et à la masse molaire des éléments chimiques. [Dan-Cristian Păduret/Unsplash](#), [CC BY](#)

En 1980, [Nieboer et Richardson](#) avaient déjà proposé le remplacement de ce terme indéfinissable par une classification biologiquement et chimiquement significative. De plus, selon l'[Union internationale de chimie pure et appliquée \(IUPAC\)](#), le terme « métaux lourds » est considéré comme imprécis (au mieux), et comme dénué de sens et trompeur (au pire). L'utilisation de ce terme est fortement déconseillée par l'IUPAC, d'autant plus qu'il n'existe pas de définition standardisée de ce terme.

### **Comment devrait-on appeler les métaux « lourds » ?**

Avec [plusieurs collègues](#), [nous proposons](#) de remplacer le terme par « éléments potentiellement toxiques ». En effet, du fait de leur persistance dans l'environnement et de leur caractère permanent (seuls des changements dans leurs espèces chimiques peuvent se

produire), la plupart d'entre eux sont malheureusement capables de polluer définitivement les eaux souterraines ou les sols.

Tous les « métaux lourds » et leurs composés peuvent avoir une toxicité relativement élevée. Par exemple, l'exposition humaine au plomb par l'ajout de [plomb tétraéthyl](#) à l'essence comme agent anti-détonnant, ou à la [peinture au plomb](#), sont bien documentées. En revanche, les batteries au plomb ne constituent pas une menace directe pour la santé humaine lors de l'utilisation – c'est leur élimination en fin de vie qui peut générer une [pollution environnementale](#) liée au plomb.

En science de l'environnement, la spéciation chimique des éléments, c'est-à-dire leur forme moléculaire, est souvent négligée. Par exemple, sous forme pure, sous forme de sels simples ou de composé organique comme le plomb tétraéthyl, le plomb est plus ou moins mobile. Le fait que la spéciation chimique soit rarement prise en compte est dû au fait qu'elle est relativement coûteuse (en temps et en ressources) et par nature difficile à mesurer directement.

### **La toxicité dépend de l'environnement du métal à l'échelle moléculaire**

Les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques d'une molécule dépendent de sa structure moléculaire et non seulement de ses constituants élémentaires. C'est donc aussi le cas de sa toxicité.

En effet, la toxicité de ces métaux ou métalloïdes, comme le plomb ou l'arsenic, dépend de leur spéciation et de leur concentration. Pour évaluer leur toxicité, il faut comprendre la « bioaccessibilité » et la « biodisponibilité » du plomb ou de l'arsenic dans une molécule spécifique, dans un milieu spécifique. La « bioaccessibilité » correspond à la fraction accessible d'une substance dans une matrice pouvant être libérée dans les sucs gastro-intestinaux (des hommes) et donc pouvant être absorbée dans le corps et provoquer

d'éventuels effets. Seule la fraction « biodisponible » atteint réellement la circulation sanguine et les organes cibles au niveau desquels elle peut exercer son action toxique.



La toxicité des éléments chimiques dépend de leur environnement. [Pawel Czerwinski/Unsplash, CC BY](#)

Malgré cela, les éléments sont pour la plupart jugés toxiques en raison des preuves relatives à la toxicité de quelques-unes seulement des espèces chimiques dans lesquelles ils se trouvent.

Il est essentiel que les études environnementales prennent en compte les espèces présentes plutôt que le constituant élémentaire. Le fait de ne pas prendre correctement en compte la spéciation chimique des éléments peut conduire à une mauvaise évaluation des risques et à une mauvaise utilisation de la législation, comme pour le [mercure](#) il y a quelques années. Les lois et règlements basés sur une simple analyse élémentaire peuvent considérer à tort les milieux ou produits environnementaux comme toxiques.

Les métaux ne sont pas toujours toxiques, et certains sont en fait essentiels : en fonction du dosage et des niveaux d'exposition et de l'organisme receveur ou de la population receveuse, ils peuvent être essentiels ou toxiques. Par exemple, le nickel est l'un des métaux les plus polyvalents que l'on trouve sur Terre. Connu pour son utilisation dans la pièce de cinq cents américaine, il est essentiel à la vie, pour son rôle essentiel à l'action de protéines enzymatiques. Sa carence s'accompagne de changements [histologiques et biochimiques](#), et d'une réduction de la résorption du fer qui peut entraîner une anémie... mais le nickel joue aussi un rôle important dans le développement d'une infection pathogène (causée par la bactérie [Helicobacter pylori](#)) et dans la production d'une enzyme dépendante au nickel, l'uréase, qui colonise l'estomac.