

CARTE
BLANCHELa physique
et les ressorts de
l'influence sociale

Par WIEBKE DRENCKHAN et JEAN FARAGO

La rentrée, hélas... Comme il a été facile ces jours-ci pour les enfants de lire cet accablant dans nos regards de parents! C'est que, comme chaque année, la perspective d'aller «aux» fournitures scolaires nous ferait presque perdre le sommeil: quelle que soit l'heure où on se décide à visiter les magasins, des tas d'autres tandems parents-enfants ont eu la même idée, et un pénible jeu de piste s'ensuit dans les supermarchés... Le plus agaçant, c'est que nos marmots ont de ces exigences! Il leur faut le cartable norvégien en peau d'élan retournée, celui de l'an dernier qui irait bien pourtant ne convient plus du tout, etc. Pourquoi donc les jeunes sont-ils si sensibles aux modes, et pourquoi se succèdent-elles si brutalement dans les cours de récréation? Qui s'amuse encore avec un *hand spinner*, cette distraction de cour d'école qui faisait fureur il y a deux ans et qui a disparu comme elle était venue?

Ces questions semblent relever plus de la sociologie que de la physique. Pourtant, des physiciens s'intéressant à la propagation des idées et opinions ont montré qu'un groupe social se représente sous forme d'un graphe reliant les paires d'individus en relation. Pour analyser les interactions dans de tels réseaux, les chercheurs de la collaboration franco-italienne SocioPatterns utilisent depuis une dizaine d'années des badges capables d'interagir entre eux à faible distance. Distribués à des individus d'un même groupe (par exemple, des enfants dans une cour d'école), ils permettent une mesure précise de la structure et de la dynamique de ce dernier. Et si on peut quantifier un état par un nombre (par exemple, 1 pour «veut son cartable en peau d'élan» et 0 pour «s'en fiche complètement») et la transmission de cet état par une probabilité, on dispose alors d'un modèle d'interactions sociales dont on peut étudier la dynamique et ses transitions par ordinateur.

L'effet de groupe

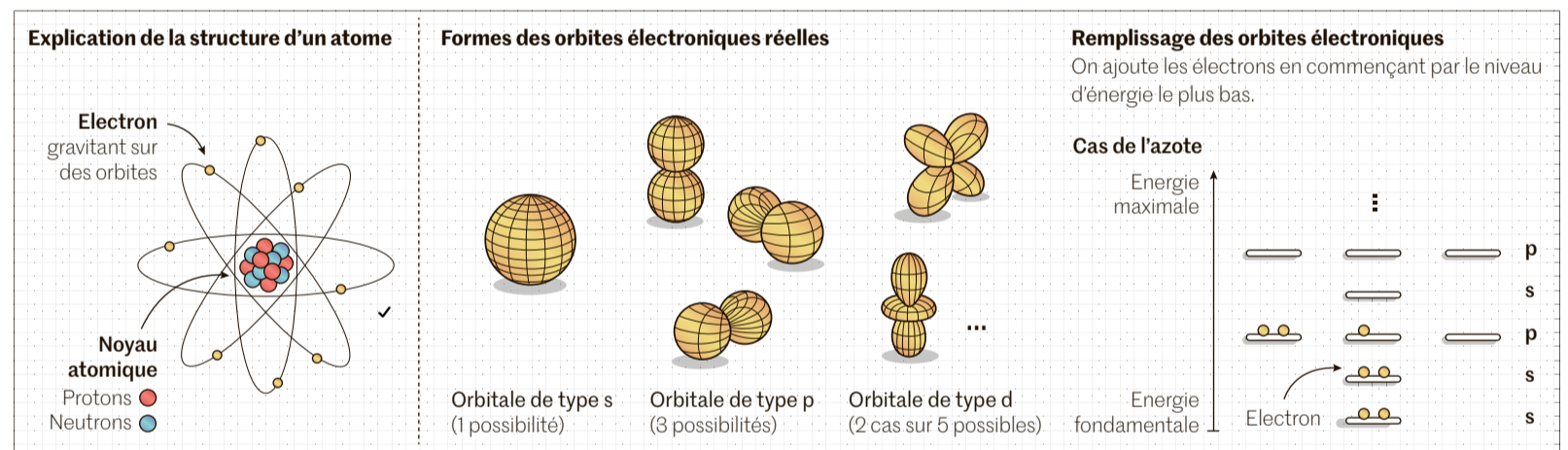
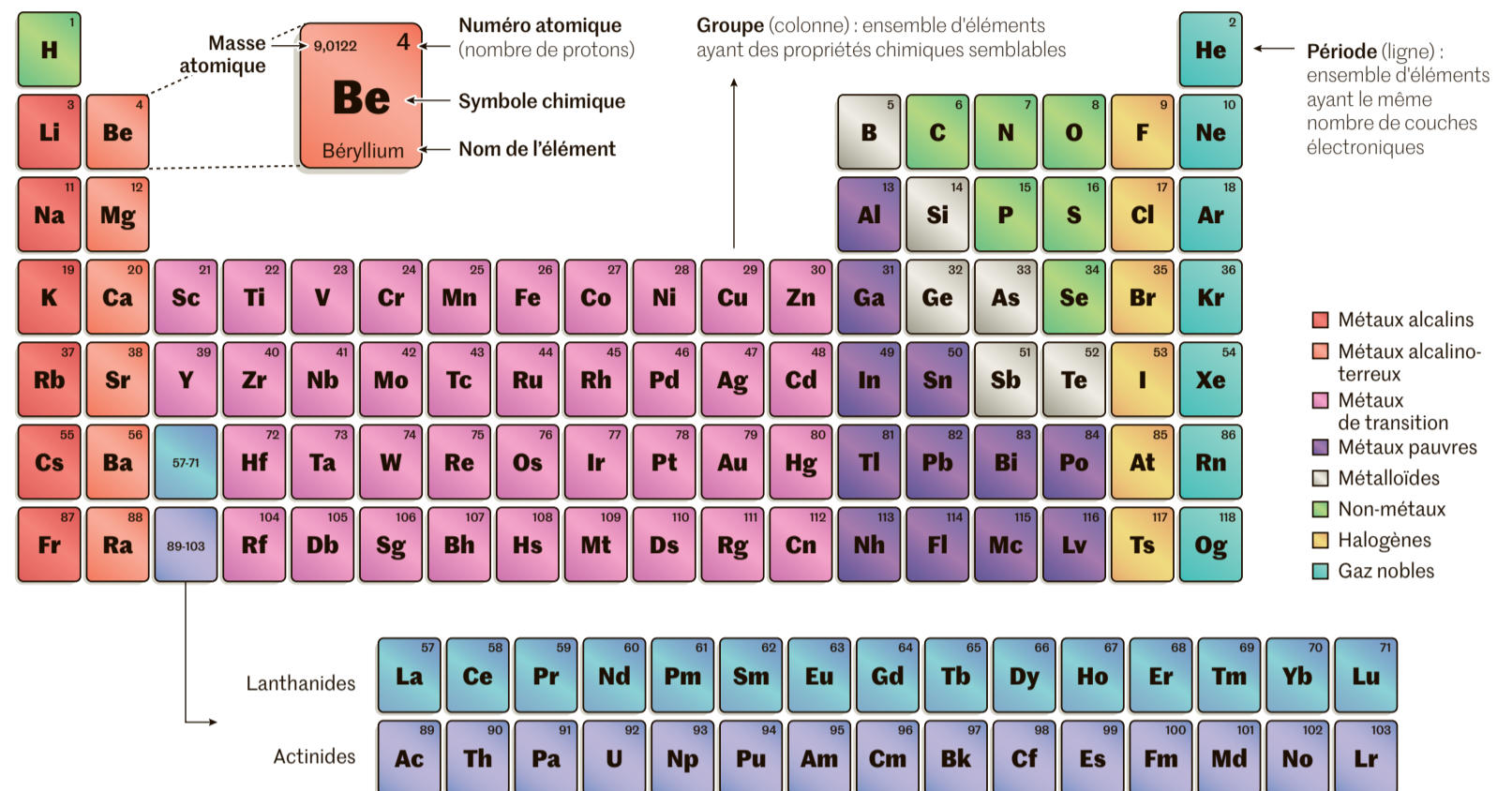
Dans un article récent de *Nature*, des physiciens de SocioPatterns ont modélisé la propagation d'un changement d'opinion dans différents groupes sociaux (dans un hôpital, un lycée...). De façon évidente, la prévalence d'une idée neuve dans un groupe donné croît en fonction de la facilité avec laquelle celle-ci se transmet d'un individu à un autre. L'originalité de ce travail vient de la prise en compte de «l'effet de groupe» dans la capacité à retourner l'opinion d'une personne: chacun de nos amis nous influence individuellement, mais cette influence est renforcée par l'opinion dominante du sous-groupe qu'ils forment et que nous envisageons inconsciemment comme une entité à part entière.

Les chercheurs ont montré que ce grégarisme de nos changements d'opinion modifie considérablement la façon dont une idée se répand et perdure. En l'absence de ce mécanisme, la prévalence d'une nouvelle opinion est (au-delà d'un seuil) approximativement proportionnelle à la facilité avec laquelle les individus se laissent convaincre dans les échanges interpersonnels. Que l'on ajoute le renforcement grégaire, et cette proportionnalité disparaît: soit la persuasion interpersonnelle est insuffisante, et l'idée nouvelle ne «percole» pas, soit le terrain est mûr, et un noyau de gens acquis aux nouvelles idées suffit à convaincre d'un seul coup une fraction notable du groupe. On comprend la soudaineté des modes dans l'univers des plus jeunes, où le renforcement grégaire, reflet de cette période de construction de soi où l'imitation et l'appartenance au groupe sont des éléments structurants, est élevé. On ne peut pas y faire grand-chose puisque c'est ainsi que les jeunes grandissent, aussi vaut-il mieux dire oui pour le cartable désiré et espérer qu'il se remplisse de textes qui les aideront à penser par eux-mêmes! Dans un quotidien traversé de «fake news», où des «influenceurs» autoprouvés détournent à leur profit notre instinct grégaire inconscient, cette indépendance ne serait-elle pas la bienvenue? ■

Wibeke Drenckhan (CNRS)
et Jean Farago (université de Strasbourg)
Physicienne et physicien à l'Institut
Charles Sadron à Strasbourg
Drenckhan@unistra.fr et Farago@unistra.fr

Le tableau périodique des éléments,
toujours à la page malgré ses 150 ans

ATOMES, PORTRAITS DE FAMILLES (1/9) - En 1869, le Russe Dmitri Mendeleïev proposait un mode de classement des corps chimiques qui a résisté au temps. Premier volet d'une série atomique



Infographie: Le Monde

Il s'affiche dans les salles de classe. Il se décline en poster, puzzle, ou mug... Il est dans les mémoires des calculatrices des lycéens, qui n'ont plus besoin de retenir des phrases aussi tordues que *Napoléon Mangea Allégrement Six Poulets Sans Claquer d'Argent* - charade à retrouver dans le tableau ci-dessus. «Il» est le célèbre tableau périodique des éléments chimiques du Russe Dmitri Mendeleïev (1834-1907) dont on fête les 150 ans de la parution et dont l'Unesco a fait sa vedette internationale pour l'année 2019. Il recense la totalité des 118 atomes connus et aide le chimiste à se repérer dans cette profusion par une organisation stricte et esthétique.

Château fort à deux tours

Il peut impressionner, avec toutes ses cases et ses faux airs de château fort à deux tours, reliées par un large mur «protégé» par une enceinte avancée. Chacune de ses pierres est un atome, avec son nom, son symbole et deux chiffres. Le premier, un nombre entier, ordonne l'ensemble en fonction de la quantité de protons contenus dans le noyau, égal au nombre d'électrons de l'atome. Le second, plus gros et à virgule (que nous n'avons pas pu, pour des contraintes de place, reproduire systématiquement dans notre infographie), donne la masse de l'atome le plus stable en tenant compte du nombre de neutrons dans le noyau.

Ce tableau est qualifié de «périodique», car, à chaque saut de ligne, des propriétés identiques se répètent. Autrement dit, dans chaque colonne, les atomes se ressemblent chimiquement. Tout à droite, néon, argon et

krypton, les uns sur les autres, sont des gaz peu réactifs. A l'opposé, lithium, sodium ou potassium sont très réactifs avec l'eau, comme les pêcheurs à l'explosif le savent bien. Au milieu, beaucoup de métaux, durs, souvent brillants. «Cette capacité à repérer des propriétés voisines reste utilisée aujourd'hui. Les chimistes ont par exemple conçu de nouveaux matériaux supraconducteurs en substituant des atomes par des voisins dans le tableau», rappelle Eric Scerri, qui enseigne la chimie et son histoire à l'université de Californie, à Los Angeles.

Une autre de ses propriétés remarquables est d'avoir résisté au temps. A l'époque du chimiste russe, il n'y avait que 63 pierres à l'édifice. Soit tout de même le double de l'époque de Lavoisier, un siècle plus tôt, qui ne connaissait pas le fluor, le lithium, l'aluminium ou le silicium. Puis après Mendeleïev, 55 nouveaux atomes ont été découverts, dont le néon, krypton, radon, ou curium... et ont trouvé leur place dans cet objet forgé bien plus tôt. «L'ironie de l'histoire est qu'à la fin de sa vie Mendeleïev ne croyait pas aux atomes ni à la radioactivité, comme beaucoup de chimistes de l'époque, d'ailleurs!», remarque Eric Scerri, auteur du *Tableau périodi-*

que. Son histoire et sa signification (EDP Sciences, 2011). La preuve de l'existence des atomes sera apportée par Jean Perrin et Albert Einstein, quarante ans après l'ébauche du fameux tableau, en même temps qu'Ernst Rutherford en dévoilait la structure faite d'électrons orbitant autour d'un noyau. A l'origine, Mendeleïev n'avait d'ailleurs tracé que huit «colonnes», classant les éléments selon leur masse et pas selon le nombre de protons comme aujourd'hui.

La vraie force de l'invention du chimiste russe a été de prédire l'existence de nouveaux atomes. La nature ayant horreur du vide et la proposition initiale laissant des places vacantes, les chimistes les ont remplies. Au premier rang desquels Mendeleïev lui-même, qui postule l'existence d'analogues de l'aluminium ou du silicium... qui furent en effet découverts et baptisés gallium et germanium. «Son nom a été cité deux fois pour le Nobel, mais il aurait été empêché par Svante Arrhenius, un chimiste suédois, avec qui il était en controverse scientifique», signale Eric Scerri.

Pour ce dernier, l'invention du Russe reste majeure. «En philosophie des sciences, la chimie a longtemps été négligée par rapport à la physique car, prétendument, cette discipline manquait de grandes idées. Or, le tableau de Mendeleïev et le concept de liaison chimique sont bien de grandes idées», indique celui qui a contribué au développement d'une philosophie de la chimie depuis une vingtaine d'années.

En outre, les vieilles pierres du tableau sont toujours bien vivantes. D'abord, certains proposent régulièrement de nouvelles versions du vénérable tableau. «J'en compte 1000, dépen-

dant des propriétés que l'on veut souligner», recense Eric Scerri. Ensuite, sa taille pourrait changer, pour passer de 32 à 50 colonnes, si de gros noyaux venaient à être fabriqués au-delà du dernier connu, l'oganesson. Enfin, il est régulièrement mis à jour - la dernière fois en décembre 2018, pour préciser la masse de l'argon -, et surtout il fait toujours débat. Où mettre l'hélium? Au-dessus du béryllium et du magnésium, car il a deux électrons en périphérie comme eux, ou dans la colonne des gaz nobles, car il est inerte? Le lutécium et le lawrencium doivent-ils rejoindre la colonne du scandium et de l'yttrium, et quitter le bloc de deux lignes supplémentaires devant le château?

C'est comme s'il persistait une bataille pour savoir qui des physiciens ou des chimistes «possèdent» le tableau. Les premiers s'attachant à la répartition des électrons, prévue par la mécanique quantique, et les seconds privilégiant les propriétés des éléments. En tout cas, ce n'est que l'un des problèmes non résolus concernant cette vieille invention.

C'est ce tableau vivant que, dans les prochaines semaines, *Le Monde* propose de visiter, en y picorant quelques éléments. ■

DAVID LAROUSSIERE

Pour aller plus loin:
«Voyage au cœur des éléments chimiques», de Benjamin Lachaud (Ellipses, 240 p., 23 €); «Atomes», de Theodore Gray (Place des Victoires, 2014); «Guerres et paix chez les atomes», de Sam Kean (JC Lattès, 2011); «Le Tableau périodique. Son histoire et sa signification», d'Eric Scerri (EDP Sciences, 2011)

LA VRAIE FORCE
DE L'INVENTION
DU CHIMISTE RUSSE
A ÉTÉ DE PRÉDIRE
L'EXISTENCE DE
NOUVEAUX ATOMES