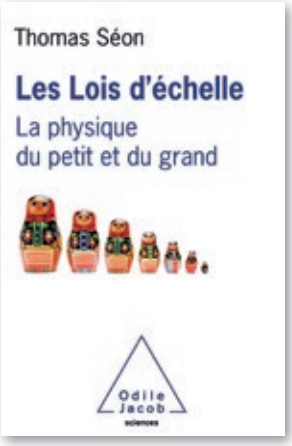

Les lois d'échelle – La physique du petit et du grand

Thomas Séon

(Odile Jacob, 2018, 256 p., 22,90 € (édition brochée), 16,99 € (*e-book*))

Aussi surprenant que cela puisse paraitre de prime abord, le concept fondamental et élégant de loi d'échelle donne accès à des principes universels. Il s'applique alors à des domaines aussi variés que l'économie, le monde du vivant, le génie civil, la locomotion ou la physique, et est parfaitement illustré dans le passionnant ouvrage de Thomas Séon.

Réalise-t-on bien que derrière l'infinie diversité des stratégies du monde vivant se cachent de simples lois de puissance et que, par exemple, de nombreuses caractéristiques physiologiques parmi les plus complexes et fondamentales d'un organisme donné, sont reliées à sa masse ? Ainsi, et sans surprise, un moineau de petite taille vole moins vite qu'un gros Airbus, mais tous deux obéissent à la même loi d'échelle et, lorsque la propulsion est basée sur le battement d'ailes, un facteur trois se justifie entre vitesse du volatile et fréquence de ces battements. Bluffant, n'est-ce pas ? De même, dans le monde végétal, les mécanismes contraignant le métabolisme d'une simple plante se reflèteraient dans les densités de populations végétales à grande échelle. Peu intuitif ! Dans la même veine, la quantité de ressources quotidienne consommée par chaque espèce peuplant un territoire donné est identique, quelle que soit la taille, et est donc quantifiable. La conséquence directe en est qu'un éléphant n'a aucun avantage sur un puceron en matière de désherbage...

Un autre versant de l'ouvrage qui m'a vraiment passionné concerne l'analyse dimensionnelle, le théorème π et l'utilisation de nombres adimensionnés. On insiste peu dans les manuels scientifiques sur l'analyse dimensionnelle, la confinant tout au plus à un rôle de diagnostic pour valider des relations physiques. De fait, on minore son pouvoir de détermination du nombre de paramètres pertinents d'un problème, pourtant de peu de frais mathématiques pour appréhender leurs variations. Ainsi, les golfeurs seront certainement ravis de comprendre la raison physique profonde qui leur permet d'allonger leurs trajectoires de balles, ces dernières présentant des aspérités qui mettent à profit la « crise » du coefficient de trainée pour de grands nombres de *Reynolds*, réduisant ainsi drastiquement les frottements aérodynamiques en vol.

En résumé, si ce livre ne se veut pas nécessairement exhaustif, il illustre remarquablement et magnifiquement la simplicité et l'universalité des lois d'échelle, permettant d'extraire l'essence d'un phénomène ainsi que de capturer l'influence des paramètres les plus pertinents, même si pour décrire un comportement donné, il faut toujours préciser dans quelle gamme d'échelle on le fait. Un ouvrage à recommander définitivement !

Arnaud Le Padellec
Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie, Toulouse

qu'il est nécessaire de soustraire à l'accessibilité (« haute activité vie longue ») des autres. Il montre bien aussi l'aberration d'interdire le recyclage des gravats venant d'une centrale.

En introduisant la question du climat au chapitre 8, on montre l'avantage que procure à notre pays son investissement nucléaire, comparé par exemple à l'Allemagne. Cela est montré à partir de l'étude du site "electricitymap". Les problèmes de l'intermittence des renouvelables et de l'inexistence d'un stockage adapté sont bien identifiés. Une grande question reste posée : à quel niveau s'établira la contribution du nucléaire à la décarbonation nécessaire de notre économie ?

Suit à la fin de l'ouvrage une série de dix questions-réponses sur le nucléaire. On admire ici la qualité de l'information qu'a su rassembler notre auteure, qui montre bien qu'il est plus utile de travailler son sujet que d'avoir fait un jour des études scientifiques pour présenter le problème. Rappelons une ministre polytechnicienne intimant à EDF de lui concocter un plan « tout renouvelable » sans aucune réflexion scientifique !

Bien sûr, une lecture attentive amène à discuter. Un défaut important est de ne pas rappeler que EDF provisionne par un prélèvement sur ses ventes le démantèlement et la gestion des déchets : fin 2018, respectivement 27 G€ et 24 G€ ont été placés dans cette perspective, sommes appelées à croitre si on ne ferme pas les réacteurs prématurément. Les estimations des couts sont aussi discutables, car elles devraient s'appuyer sur la production escomptée de l'investissement renouvelable. Rappelons que la Commission de régulation de l'électricité (CRE) publie régulièrement ses estimations des couts des moyens engagés (les prévisions pour 2020 sont de l'ordre de 288 €/MWh pour le photovoltaïque et de 91 €/MWh pour l'éolien[(a)]).

Frédéric Livet
Laboratoire SIMaP, Saint-Martin-d'Hères

(a) On trouve ces chiffres dans le tableau 10 de l'annexe 1 du site de la CRE : www.cre.fr/Documents/Deliberations/Decision/Evaluation-CSPE-2020