

PHYSIQUE THÉORIQUE

UNE CONSTANTE À L'ÉPREUVE DES TROUS NOIRS

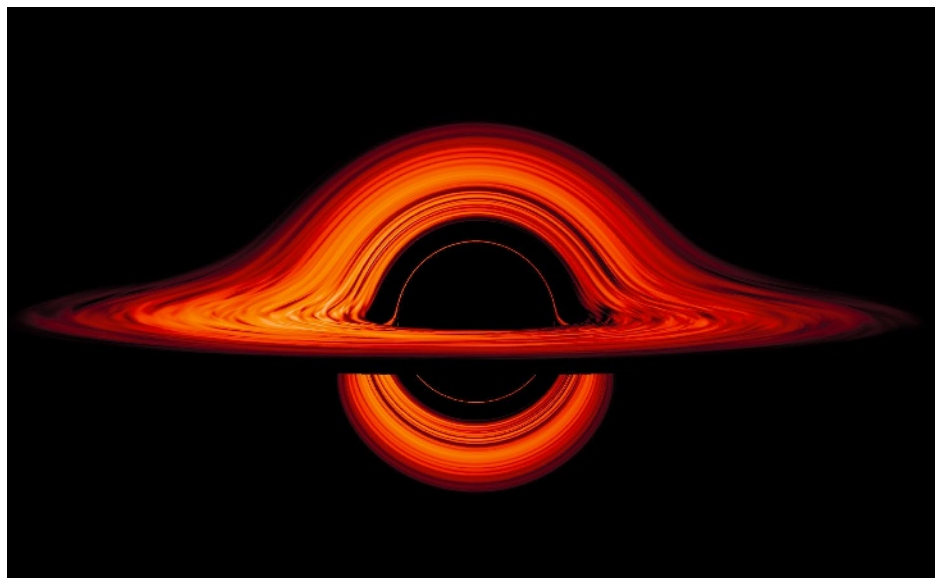
Selon certaines théories physiques, la « constante de structure fine », associée à l'interaction électromagnétique, serait en fait une grandeur variable. Mais de nouvelles mesures semblent infirmer cette idée.

En physique, le choix de certains mots est parfois déroutant. Une grandeur constante devrait être immuable, non ? Mais parfois, les chercheurs imaginent qu'une constante ne l'est pas vraiment ! C'est le cas en physique des particules. Le modèle standard fait notamment intervenir la « constante de structure fine », un nombre sans dimension qui caractérise l'intensité de l'interaction électromagnétique (par exemple entre électrons et photons). Dans le cadre de certaines théories, comme la théorie des cordes, qui tentent de concilier la relativité générale et la physique quantique – des théories restées à ce jour incompatibles –, la constante de structure fine pourrait varier. Cependant, Aurélien Hees, de l'observatoire de Paris, et ses collègues ont utilisé des observations d'étoiles proches d'un trou noir supermassif pour montrer que même dans ces conditions physiques extrêmes, il n'y a pas de variation détectable de la constante de structure fine.

L'idée que ce nombre lié à l'électrodynamique quantique (la formulation quantique de l'électromagnétisme), noté α et égal à environ $1/137$, ou $7,297 \times 10^{-3}$, soit en fait variable n'est pas nouvelle : il pourrait bien l'être, mais en présentant des variations trop faibles pour qu'elles soient détectables avec les mesures actuelles. Pour tenter de mettre en évidence de telles variations, des astrophysiciens réalisent depuis plusieurs décennies des mesures de phénomènes physiques qui font intervenir ce nombre, comme en spectroscopie stellaire.

Certaines longueurs d'onde très précises, absorbées par l'atmosphère d'une étoile, sont absentes ou moins intenses dans la lumière reçue : ce sont les « raies d'absorption ». Or les longueurs d'onde des raies d'absorption font intervenir de façon cruciale la constante de structure fine. Si α varie, ces longueurs d'onde sont modifiées. Pour l'instant, aucune mesure n'a indiqué de façon probante de tels changements, ni dans le temps (en examinant des étoiles très lointaines, donc dans l'Univers jeune) ni en fonction de l'environnement de l'étoile.

Aurélien Hees et ses collègues ont cette fois cherché des variations dans un contexte inédit :



Les astrophysiciens cherchent des variations éventuelles de la constante de structure fine dans des conditions physiques extrêmes, comme au voisinage des trous noirs supermassifs (ici, une vue d'artiste).

10⁵

LES CINQ ÉTOILES ÉTUDIÉES SONT VIEILLES ET FROIDES : LEUR ATMOSPHÈRE, CONTENANT DE L'OXYGÈNE ET DU CARBONE, LEUR CONFÈRE DES RAIES D'ABSORPTION TRÈS NETTES ET NOMBREUSES. DE PLUS, LEURS LONGUEURS D'ONDE DÉPENDENT FORTEMENT DE α , JUSQU'À 10⁵ FOIS PLUS QUE POUR LES ÉTOILES JEUNES.

à proximité d'un trou noir supermassif, Sagittarius A*, situé au centre de la Voie lactée. Les chercheurs ont exploité des mesures de spectroscopie réalisées entre 1995 et 2018 sur cinq étoiles proches du centre de la galaxie, et mesuré les longueurs d'onde de leurs raies d'absorption, en cherchant un décalage par rapport aux valeurs habituelles, mesurées dans un environnement contrôlé sur Terre.

Leur résultat confirme les études précédentes : ils n'ont détecté aucune variation significative de la constante de structure fine. L'équipe a aussi obtenu une borne sur la variation potentielle de α entre sa valeur au voisinage immédiat des étoiles en question et sa valeur habituelle. La variation relative de α (c'est-à-dire la variation rapportée à sa valeur connue) ne peut pas dépasser $6,8 \times 10^{-6}$. Une limite similaire à d'autres bornes obtenues précédemment pour des quasars. Les théories actuelles tiennent bon ! ■

L. G.

A. Hees et al., *Physical Review Letters*, vol. 124(8), article 081101, 2020

UNE CIBLE INTESTINALE

La régulation des nutriments dans l'organisme est assurée par des circuits parfois complexes. Dans une sous-population de cellules de l'intestin de la drosophile, Siamak Redhai, de l'Imperial College, à Londres, et ses collègues ont mis en évidence une protéine, *Hodor*, sensible aux ions zinc. Quand elle se lie à ces ions, elle ouvre un canal pour des ions chlore, ce qui facilite non seulement la détection de nutriments, mais aussi le développement de la larve : quand elle est altérée, la drosophile accuse un retard de croissance. Le gène codant *Hodor* étant propre aux insectes, l'équipe de chercheurs propose de l'altérer chez des moustiques tels qu'*Anopheles gambiae* afin de neutraliser les populations de ces insectes vecteurs de maladies. ■

S. B.

S. Redhai et al., *Nature*, en ligne le 18 mars 2020

LE NEUTRON UN PEU PLUS À NU

Parce qu'il est constitué de quarks électriquement chargés, le neutron peut être globalement neutre, mais présenter une distribution de charge dotée d'un axe privilégié, ce qui donnerait lieu à un « moment dipolaire électrique » non nul. Grâce à une nouvelle expérience, Guillaume Pignol, du Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie, à Grenoble, et ses collègues ont réduit de moitié la limite supérieure sur cette grandeur. Pourquoi est-ce important ? Le modèle standard de la physique des particules ne serait qu'une approximation à basse énergie d'une théorie plus fondamentale qui reste à découvrir. Or cette théorie pourrait contenir un mécanisme qui produit un moment dipolaire électrique non nul. La mesure de celui-ci donne donc un indice sur cette théorie. Mais, surtout, le mécanisme en jeu expliquerait aussi pourquoi l'Univers contient de la matière, plutôt que de l'antimatière... ou rien ! ■

S. B.

C. Abel et al., *Physical Review Letters*, vol. 124, article 081803, 2020

PRIX ABEL 2020 : HILLEL FURSTENBERG ET GREGORI MARGULIS



Hillel Furstenberg (à gauche) et Gregori Margulis (à droite), récompensés pour leurs travaux en théorie ergodique et pour l'application de techniques ergodiques à d'autres domaines.

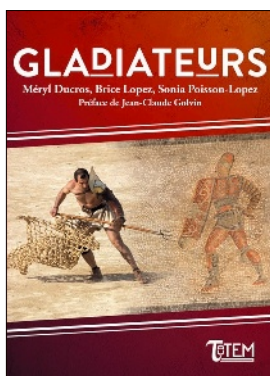
Contrairement à la médaille Fields, le prix Abel n'est pas réservé aux mathématiciens de moins de quarante ans, mais vise à honorer toute la carrière des lauréats. Cette année, l'Académie norvégienne des sciences et des lettres a décerné cette distinction à l'Israélo-Américain Hillel Furstenberg, qui a enseigné à l'université hébraïque de Jérusalem, et au Russo-Américain Gregori Margulis, qui occupe une chaire de recherche à l'université Yale, pour leurs travaux liés à la théorie ergodique, une branche des probabilités.

La théorie ergodique puise ses sources dans la physique statistique. Elle s'intéresse à un type de système dans lequel, pour estimer la valeur moyenne d'une grandeur sur tous les éléments de ce système, on peut calculer la moyenne temporelle de cette grandeur pour un élément fixé de ce système ; c'est le cas, par exemple, pour les molécules d'un gaz et leur vitesse moyenne. Les deux mathématiciens ont développé de nouvelles méthodes en théorie ergodique et, surtout, jeté des ponts entre ce domaine et d'autres champs des mathématiques, comme la géométrie, la combinatoire, la théorie des groupes ou la théorie des nombres.

Par exemple, en théorie des groupes (des structures algébriques munies d'une opération inversible, comme l'ensemble des nombres entiers et l'opération d'addition), Hillel Furstenberg a étudié d'un point de vue ergodique les chemins parcourus dans un groupe en effectuant des opérations entre des éléments pris au hasard ; on parle de « marches aléatoires » sur les groupes. En combinatoire, Gregori Margulis a, lui, adapté des notions ergodiques pour exhiber des familles de graphes dits « expanseurs », c'est-à-dire dont les sous-ensembles de sommets sont très connectés, très importants en informatique théorique. ■

L. G.

Site du prix Abel :
<https://www.abelprize.no/>



ARCHÉOLOGIE

GLADIATEURS

Méryl Ducros, Brice Lopez
et Sonia Poisson-Lopez

Tautem, 2019
216 pages, 29 euros

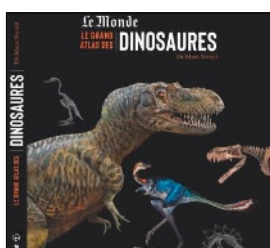
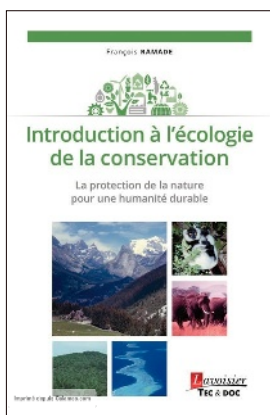
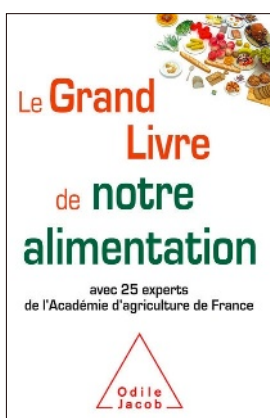
Depuis les livres de Louis Robert et de Georges Ville, les historiens croyaient tout savoir sur la gladiature. C'était compter sans une importante innovation due aux «reconstituteurs», des curieux qui refont l'équipement complet de personnages anciens et qui essaient de retrouver leur gestuelle.

Le lecteur trouvera en première partie de ce livre une présentation des acteurs de ce genre de spectacles. Les gladiateurs se produisaient dans des amphithéâtres (et pas dans des cirques, réservés aux courses de chevaux); ils étaient surveillés par un arbitre et tous les frais étaient assurés par un éditeur. Deux inscriptions font connaître des «lois», qui permettent aussi de connaître les prix maximaux pratiqués. Ces combattants étaient des volontaires, des hommes libres (mais le plus célèbre d'entre eux, Spartacus, était un esclave), parfois des femmes. Le but du jeu était d'opposer des armements différents : fantassin lourd contre fantassin léger, etc., dans une corrida où le taureau était remplacé par un homme.

Dans une deuxième partie du livre, les auteurs apportent leur contribution au débat, dans un exposé qui relève des sciences humaines et expérimentales à la fois. Ils confrontent les textes et l'iconographie (stèles, lampes...) à leurs expériences d'escrimeurs. Ils décrivent les positions initiales, la garde (la jambe gauche en avant) et la garde inversée (cette fois, c'est la jambe droite qui est en avant). Ensuite, les combattants pratiquaient une escrime particulière, en fonction de leur armement ; on distingue cinq grands duels, qui mettent en jeu surtout le thrace (petit bouclier et glaive courbe), le mirmillon (grand bouclier et épée courte) et le rétiaire (filet et trident). Ainsi, tout est dit dans ce livre, avec même du neuf.

YANN LE BOHEC

PROFESSEUR ÉMÉRITE À L'UNIVERSITÉ PARIS-SORBONNE



NUTRITION

**LE GRAND LIVRE
DE NOTRE ALIMENTATION**

Académie d'agriculture

Odile Jacob, 2019
408 pages, 23,90 euros

À travers une centaine de questions-réponses couvrant l'ensemble des aspects alimentaires et nutritionnels, 25 experts, membres de l'Académie française d'agriculture, tentent de répondre à de multiples interrogations sur notre alimentation.

Que vais-je faire à manger aujourd'hui? Réfléchir au menu, faire les courses, cuisiner, partager ce repas, et pour certains, prendre ses repas en restauration collective: gestes quotidiens et familiers s'il en est. Et pourtant... Insidieusement, le doute et une certaine culpabilité s'installent. Est-ce que je mange bien? Les aliments que j'achète sont-ils sains? Comment sont-ils produits? Dois-je manger «allégé» ou sans gluten? La viande, les œufs, le lait: sont-ils vraiment des bombes à retardement? Bio ou pas bio? Et mon cholestérol dans tout ça? Les graisses, bonnes ou mauvaises pour la santé? Les circuits courts sont-ils meilleurs et écologiquement plus performants? Qui est responsable de la sécurité alimentaire et comment celle-ci s'exerce-t-elle? Gaspillage alimentaire, faim dans le monde et bientôt 10 milliards d'êtres humains à nourrir: c'est quoi l'alimentation durable?

Les réponses à ces questions nous apportent un faisceau de recommandations utiles afin de nous réconcilier avec l'acte le plus banal et le plus fondamental de la vie quotidienne : manger sain et partager ce plaisir en préservant nos grands équilibres physiologiques et, ainsi, notre santé.

BERNARD SCHMITT
CERNH, LORIENT