



Histoires de géomètres... et de géométrie

Jean-Louis Brahem

L'arpenteur babylonien mesure les parcelles agricoles, le jardinier d'Ératosthène donne de la grâce au jardin de son maître, le maçon picard voyage dans la France gothique et Léonard de Vinci nous explique comment tromper l'œil. Tous mettent en scène des pratiques vivantes de la géométrie.

Éditions Le Pommier 2011

288 pages – 27 euros – ISBN 978-2-7465-0585-8

Mathématiques pour le plaisir

Jean-Paul Delahaye



Réf. 075104

Éditions Belin/Pour la Science 2010

208 pages – 25,40 euros – ISBN 978-2-8424-5104-2

Les mathématiques ne se réduisent pas – heureusement – à ce qu'on nous en apprend à l'école. Partout présentes, elles sont une source de joie et d'épanouissement pour celui qui sait y consacrer un peu d'attention et d'esprit ludique. Dans cet ouvrage, découvrez pourquoi les mathématiques sont faciles et comment s'y adonner est un plaisir.

Au nom de l'infini

Jean-Michel Kantor, Loren Graham

Les auteurs retracent un épisode fascinant et dramatique de la création mathématique. Sur les traces de chercheurs russes et français du XX^e siècle, ils nous éclairent sur les liens étroits entre science, religion et politique.

Éditions Belin/Pour la Science 2011

288 pages – 24,35 euros – ISBN 978-2-8424-5107-3



Réf. 075107

Les déchiffreurs

Jean-François Dars, Annick Lesne et Anne Papillault

Qui sont les mathématiciens ? Comment travaillent-ils ? Qu'est-ce que l'intuition ? Autant de réponses que de questions dans cet ouvrage, où une cinquantaine de chercheurs, professeurs mondialement reconnus, médailles Fields ou jeunes thésards, proposent leur vision des mathématiques.

Éditions Belin 2008

208 pages – 20,30 euros – ISBN 978-2-7011-4737-6



Réf. 004737

LA SÉLECTION POUR LA SCIENCE C'EST AUSSI...

Au pays des paradoxes

Jean-Paul Delahaye

Éditions Belin/Pour la

Science 2008

192 pages – 24,35 euros

ISBN 978-2-8424-5090-8

Réf. 075090



À la recherche de la preuve en mathématiques

Hervé Lehning

Éditions Belin/Pour la

Science 2009

128 pages – 18,80 euros

ISBN 978-2-8424-5098-4

Réf. 075098



Histoire d'algorithmes

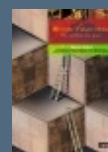
Jean-Luc Chabert

Éditions Belin 2010

592 pages – 36,55 euros

ISBN 978-2-7011-5518-0

Réf. 005518



Pour commander ces ouvrages

renvoyez le bon de commande ci-dessous

ou connectez-vous sur www.pourlascience.fr/librairie

[sauf références signalées par un * sur www.editions-belin.fr]

BON DE COMMANDE

à retourner accompagné de votre règlement à : Groupe Pour la Science • 628 avenue du Grain d'Or • 41350 Vineuil • Tél. : 0 805 655 255 • e-mail : pourlascience@audin.fr

☐ Oui, je commande les livres présentés dans la sélection de *Pour la Science*. Je reporte les titres, prix et références à 6 chiffres correspondant aux ouvrages choisis :

Titre	Réf.	Prix
	_____	€
	_____	€
	_____	€
	_____	€
	_____	€
Frais de port (4,90 € France – 12 € étranger)	+	€
Total à régler	=	€

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

C.P. : _____ Ville : _____

Pays : _____ Tél.* : _____

*facultatif

E-mail* : _____ @ _____ . _____

*pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscules).

Je choisis mon mode de règlement :

☐ par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ par carte bancaire

Numéro _____

Date d'expiration _____

Cryptogramme _____

Signature obligatoire

Belin
INSTITUT INDÉPENDANT
DEPUIS 1777



En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre ☐.

DPL418

HISTOIRE DES SCIENCES

Charles Knight, voyageur temporel

Au tournant du XX^e siècle, Charles Knight, un artiste naturaliste américain hanté par l'extinction des espèces, a immortalisé les derniers représentants d'espèces menacées et mis en scène des animaux disparus.

Richard MILNER

Peut-être ne connaissez-vous pas son nom, mais vous avez probablement déjà admiré son œuvre. L'artiste américain Charles Knight (1874-1953) a réalisé de nombreuses peintures et sculptures de dinosaures, mam-mouths, tigres à dents de sabre et hommes préhistoriques, qui ornent aujourd'hui les grands musées d'histoire naturelle américains. Ses dinosaures sont devenus des jouets, des timbres, des bandes dessinées ou ont illustré des revues scientifiques et des ouvrages de paléontologie. Sir Arthur Conan Doyle s'en est servi pour illustrer son roman *Le Monde perdu*, paru en 1912. Certains dinosaures de Knight sont même devenus des stars de cinéma en inspirant des séquences de films célèbres : *King Kong* (1933), *Fantasia* des studios Disney (1940) ou *Jurassic Park* de Steven Spielberg (1993). Ray Harrihausen, maître de l'animation des monstres à Hollywood, créateur des dinosaures du film *Un million d'années avant Jésus-Christ* (1966) et d'autres films cultes, a réalisé ses maquettes animées d'après les peintures et sculptures de Knight.

Si Knight est réputé pour ses descriptions d'espèces éteintes, il était avant tout

1. UN TIGRE À DENTS DE SABRE défend sa proie contre un *Teratornis* – un vautour préhistorique géant – dans un puits de goudron de La Brea, aujourd'hui au cœur de Los Angeles, sur une peinture de Charles Knight datant des années 1920. Les puits de La Brea, qui existent depuis des dizaines de milliers d'années, recèlent de nombreux fossiles, dont ceux des animaux mis en scène par Knight.



© Bibliothèque du Muséum d'histoire naturelle américain

un peintre animalier : il a peint près d'un millier d'animaux vivants représentant 800 espèces. Ses reconstitutions préhistoriques ont bénéficié de nombreuses années d'observations minutieuses et d'études anatomiques détaillées des espèces actuelles. Ses peintures de lions, tigres, léopards des neiges et chats domestiques lui ont permis d'affiner sa représentation du tigre à dents de sabre, grondant et luttant à mort contre un vautour géant ressemblant à un condor, dans un puits de goudron de La Brea, aux États-Unis (voir la figure 1). Ses croquis d'éléphants de zoo

l'ont également aidé à donner vie à des mam-mouths laineux marchant dans un paysage neigeux de la période glaciaire, en France.

Le dernier pigeon migrateur

Au cours de mes recherches sur Knight, une note du peintre jusque-là passée inaperçue a retenu mon attention. Après plusieurs décennies passées à étudier des os fossiles avec le paléontologue Henry Fairfield Osborn, son mentor scientifique au Muséum d'histoire naturelle de New York, Knight avait été



2. UN LÉOPARD DES NEIGES, sur un croquis récemment découvert, réalisé par Knight en 1904.



3. LE DERNIER PIGEON MIGRATEUR américain, dont Knight vint faire une esquisse au zoo de Cincinnati pour l'immortaliser.



4. KNIGHT EST PLUS CONNU pour ses œuvres pionnières en art paléontologique, tel ce modèle de stégosaure, réalisé en 1899.

L'AUTEUR



Richard MILNER est chercheur associé au Département d'anthropologie du Muséum

d'histoire naturelle de New York, aux États-Unis.

marqué par l'irrévocabilité de l'extinction des animaux. Il était devenu hanté par le fait que nombre d'espèces étaient condamnées et que les humains accélèrent le processus, au point qu'il consacra le reste de sa vie à représenter non seulement les espèces disparues, mais aussi celles en passe de s'éteindre.

Le bison américain, autrefois si abondant, avait échappé de peu à l'extermination. Finalement, en 1901, le gouvernement américain l'avait érigé en icône en reproduisant les dessins de bison de Knight sur un timbre-poste et sur un billet de dix dollars. Knight se mit à considérer chaque espèce vivante comme un trésor irremplaçable. Quand cer-

taines devenaient très rares, tel le dernier pigeon migrateur américain (*Ectopistes migratorius*) qui mourut en 1914 dans le zoo de Cincinnati (voir la figure 3), il s'empressait de les peindre ou de les esquisser. Son empathie pour le règne animal avait quand même une limite : dans son ouvrage *Life through the Ages* (La vie à travers les âges, 1946), il écrivait que les carnosaurus (un groupe qui inclut les tyrannosaures) « ont disparu depuis longtemps, ce qui n'était peut-être pas plus mal, car ainsi, plus jamais une espèce aussi sinistre ne marcherait à la surface de cette Terre ».

Son intérêt pour les animaux s'était développé lorsque, au début des années 1890, il avait quitté son Brooklyn natal, où il peignait

Sauvegarder la nature : une idée dans l'air du temps à New York

Retracer la carrière d'un homme revient souvent à souligner ses traits de caractères ou ses talents, à évoquer ses rencontres ou à insister sur sa formation intellectuelle et artistique. Dans le cas de Knight, l'un des déterminants les plus importants pour comprendre sa vie est son lieu de naissance, New York. Cette ville devient à la fin du XIX^e siècle la capitale de la protection d'une faune sauvage qui n'existe plus dans la région depuis longtemps. Durant la jeunesse de Knight, New York connaît une rapide croissance démographique : sa population est presque multipliée par quatre entre 1870 et 1900 pour atteindre 3,4 millions d'habitants (bien plus peuplée que Berlin ou Paris, elle dépasse Londres seulement dans les années 1920).

Quelques dates sont nécessaires pour mieux comprendre le dynamisme intellectuel du mouvement new-yorkais en faveur de la sauvegarde de la nature. L'anthropologue et naturaliste George Bird Grinnell étudie l'impact du braconnage dans le parc du Yellowstone avant de devenir, en 1876, directeur de *Forest and Stream*, l'un des plus anciens périodiques des États-Unis, qu'il oriente de plus en plus vers ces questions. En 1886, Grinnell forme une éphé-

mère Société Audubon dédiée à la protection des oiseaux, qui compte près de 50 000 membres un an après sa création. En 1887, Theodore Roosevelt lance le *Boone and Crockett Club*, dont l'objectif est de réformer la chasse afin d'en limiter les excès. Sa carrière politique new-yorkaise commence en 1898 lorsqu'il est nommé gouverneur de la ville, puis vice-président du pays deux ans plus tard avant de devenir le 26^e président des États-Unis en 1901. Grinnell, Roosevelt et d'autres défenseurs de l'environnement contemporains tels les naturalistes John Muir et John Burroughs ont tous lu dans leur jeunesse l'ouvrage *Man and Nature* (1864) de George Perkins Marsh, première analyse de l'impact de l'homme sur son environnement, et tous voient changer les paysages et la faune de l'Amérique du Nord.

En 1895, diverses personnalités dont Henry Fairfield Osborn, le mentor de Knight, Roosevelt et Grinnell, créent la Société zoologique de New York, dont l'un des principaux objectifs est d'assurer la sauvegarde de la grande faune américaine. Quatre ans plus tard, cette organisation se dote d'un jardin zoologique de plus de 100 hectares dans le Bronx. Le père

de Knight est le secrétaire particulier d'un riche banquier, Morgan, qui se trouve être l'oncle d'Osborn et le trésorier du Muséum de la ville. Osborn devient, au début du XX^e siècle, la figure de proue de la paléontologie américaine : en 1891, il est professeur à l'Université Columbia et conservateur de la paléontologie des vertébrés au Muséum d'histoire naturelle américain, deux établissements prestigieux de New York. Ainsi, lorsque Knight atteint ses 20 ans, en 1894, tout est en place pour faire de la question de la disparition des espèces un enjeu de premier plan et il se trouve au bon endroit et au bon moment.

Osborn a souvent inscrit son travail sur les mammifères disparus d'Amérique du Nord (et notamment sur les proboscidiens tels le mastodonte ou le mammoth) dans la perspective historique de l'impact de l'homme sur son environnement. Pour lui comme pour bien d'autres naturalistes de son temps, l'homme a une part de responsabilité dans la disparition de certaines espèces de grands mammifères, et constitue un phénomène ancien, à prendre en compte au même titre que la dernière glaciation. Mais ce n'est pas parce que l'impact de l'homme sur les extinctions d'espèces

est ancien qu'il doit être ignoré au XX^e siècle, bien au contraire. C'est le sens du discours que Osborn prononce au *Boone and Crockett Club* en 1904 sur la « préservation des animaux sauvages d'Amérique du Nord » : pour lui, nos connaissances scientifiques nous donnent une responsabilité plus importante que celle de nos ancêtres qui ne pouvaient comprendre la conséquence de leurs actes.

Cette inscription dans la durée (l'étude du passé permet de mieux comprendre le présent afin de ménager l'avenir) est le propre de nombreux défenseurs de l'environnement. C'est aussi le propre de la biologie qui, avec Darwin, considère le monde naturel comme un système complexe en perpétuelles transformations : l'évolution d'une espèce (l'homme, par exemple) peut avoir des conséquences en cascade sur nombre d'autres espèces. Les reconstructions d'animaux disparus et les illustrations d'espèces sur le point de s'éteindre produites par Knight s'inscrivent dans ce schéma intellectuel, scientifique et culturel propre au New York de cette époque.

Valérie Chansigaud
Historienne de l'environnement
associée au Laboratoire SPHERE,
UMR 7219 CNRS/Paris 7

Avec l'aimable autorisation du Field Museum, CK 97



5. L'AFFRONTEMENT D'UN TYRANNOSAURUS REX et d'un Triceratops, une peinture murale réalisée par Knight en 1927. S'appuyant sur ses connaissances en anatomie et sur ses études des attitudes des animaux vivants, Knight donnait un rendu précis et détaillé des ani-

maux disparus. Aujourd'hui la scène serait représentée différemment (des lits d'ossements découverts depuis suggèrent que les dinosaures à cornes vivaient en troupeaux). Pourtant, Knight continue d'inspirer les paléo-artistes.

déjà régulièrement des scènes de nature pour décorer des églises, et s'était installé à Manhattan. Arpentant les zoos et les parcs, diséquant des carcasses, passant des journées entières au Muséum américain d'histoire naturelle, il s'était lancé dans le dessin méticuleux des animaux et des plantes et avait commencé une carrière d'illustrateur d'ouvrages d'histoire naturelle.

Des reconstitutions pour le Muséum

C'est au Muséum que Knight avait commencé à s'intéresser aux espèces éteintes ou menacées. D'abord, un paléontologiste lui avait demandé de créer une réplique d'un mammifère éteint. Puis, après un voyage en Europe et une période centrée sur les dinosaures, il avait travaillé avec Osborn. Paléontologue et directeur du Muséum, Osborn recherchait quelqu'un pour transposer ses collections d'os en représentations vivantes d'animaux dans leur milieu naturel. Knight avait ainsi mis en scène nombre d'espèces éteintes, dans des peintures qui reflétaient les idées de son mentor. Par exemple, il avait représenté un *Dryptosaurus*, un dinosaure carnivore, bondissant sur un adversaire, alors que les paléontologues restaient dubitatifs sur la capacité du théropode à sauter. On pense aujourd'hui que ces théropodes étaient en effet des chasseurs agressifs. De façon générale, Knight travaillait en colla-

boration étroite avec des paléontologues et son art reflète les dogmes scientifiques de son temps.

Presque aveugle pendant une grande partie de sa vie, Knight peignait à l'huile des croquis minuscules et détaillés sur des supports à quelques centimètres de ses yeux, que des assistants agrandissaient méticuleusement sur les murs du musée. C'est alors qu'il montait sur l'échafaudage pour apporter la touche finale. Quand il regardait une peinture murale achevée d'un duel de dinosaures, de paresseux et de tatous géants, elle lui paraissait complètement floue. Pourtant, il a persévéré. Il souhaitait que les gens découvrent, ne fût-ce que dans leur imagination, « le monde perdu » qu'il avait si souvent visité en pensée, et il proposa la construction d'un parc à thème rempli de statues de dinosaures grandeur nature.

Faute de sponsor, le parc ne vit le jour que dix ans après sa mort, grâce à son ami et collaborateur Louis Paul Jonas, un taxidermiste de talent et sculpteur d'animaux. Financé par la Compagnie *Sinclair Oil*, Jonas a confectionné neuf sculptures de dinosaures en fibre de verre, notamment un « brontosaure/apatosaure » de plus de 20 mètres de long pour l'Exposition universelle de 1964, à New York. Des milliers de visiteurs ont afflué pour visiter ce monde préhistorique qui, dans la continuité des peintures et sculptures de Knight, laissait entrevoir les splendeurs et la vie d'un monde disparu. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

R. Milner, Charles R. Knight : *The Artist Who Saw Through Time*, Abrams, 2012.

V. Chansigaud, *Des plumes de chapeau à la protection de l'environnement*, *Pour la Science*, n° 388, pp. 82-86, 2010.

G. S. Paul, *The art of Charles R. Knight*, *Scientific American*, vol. 274, pp. 86-93, 1996.

LOGIQUE & CALCUL

Combiner des pertes pour gagner

L'idée que, en associant plusieurs jeux défavorables, on puisse en obtenir un favorable est choquante. Les exemples de telles situations, dont le premier est dû à l'Espagnol Juan Parrondo, sont pourtant nombreux et variés.

Jean-Paul DELAHAYE

Si un jeu de hasard n'est pas trop compliqué, vous calculez ce qu'il rapporte ou fait perdre en moyenne à chaque partie. Le jeu de roulette des casinos français est « perdant » pour les joueurs : statistiquement, plus vous y jouez, plus vous perdez de l'argent. Dans sa version la plus simple, pour chaque euro joué sur un nombre, vous perdez en moyenne $1/37^e$ d'euro.

Autre exemple de jeu perdant : vous lancez une pièce de monnaie non truquée : si c'est PILE, vous gagnez 1 euro, si c'est FACE, vous perdez 2 euros. Comme vous gagnez une fois sur deux et perdez une fois sur deux, vous perdrez en moyenne 0,50 euro par partie. On dit que l'espérance mathématique du jeu vaut -0,50 euro par partie. Dans le cas de la roulette, elle est $-1/37^e$ d'euro pour chaque euro joué. Si le jeu est gagnant, et c'est le cas pour les mêmes jeux vus du côté de ceux qui vous les proposent, alors l'espérance est positive : $+1/37^e$ d'euro pour chaque euro joué dans le cas du casino et +0,50 euro par partie pour le PILE ou FACE inéquitable donné en exemple.

Rien n'interdit de jouer à deux jeux A et B en même temps ou d'alterner les deux jeux, par exemple en jouant régulièrement A, B, A, B, etc. Lorsque les jeux sont indépendants (c'est-à-dire n'influent pas l'un sur l'autre), si l'espérance de A est e , et celle de B est f , alors le jeu simultané de A et de B a une espérance $e + f$. Le jeu alterné a une espérance $(e + f)/2$. En jouant simultanément ou

alternativement à deux jeux indépendants d'espérance négative, vous créez donc un jeu perdant : la somme de deux nombres négatifs est négative !

Vous penseriez alors que combiner deux jeux perdants donne toujours un jeu perdant. C'est faux ! C'est le paradoxe de Parrondo et le sujet de notre rubrique. Découvert en 1996 par le physicien espagnol Juan Parrondo, ce paradoxe a suscité un intérêt considérable. On a dit, mais aussi contesté, qu'il concernait l'économie, la finance, la génétique des populations, la physique quantique. Surtout, il incite à rêver : en participant astucieusement à plusieurs jeux qui vous sont tous défavorables, il suggère qu'il est possible d'en tirer un jeu favorable. Cela ressemble à de la magie !

Gagner en combinant deux jeux perdants

Plus d'une centaine d'articles scientifiques ont été publiés pour l'étudier, le généraliser ou en proposer des variantes. Chaque année, de nouveaux travaux se réfèrent à ce paradoxe, preuve que l'idée initiale du chercheur espagnol est non seulement intéressante, mais d'une grande fécondité. Pourtant, comprendre pourquoi il est possible de combiner des jeux perdants pour gagner n'est pas facile.

Bien sûr, la combinaison de deux jeux perdants que propose le paradoxe de Parrondo n'est pas un simple jeu simultané ou alterné entre jeux indépendants, car de tels

jeux sont nécessairement perdants. J. Parrondo, dans la forme initiale du paradoxe, propose une combinaison plus subtile, où deux jeux très particuliers notés A et B sont mélangés.

Le jeu A consiste à lancer une pièce de monnaie légèrement truquée : PILE, qui fait gagner le joueur, tombe avec une probabilité $1/2 - e$, où e est un petit nombre positif ; FACE, qui fait perdre, tombe avec la probabilité complémentaire $1/2 + e$. Gagner rapporte un euro, perdre en coûte un. L'espérance d'un tel jeu est $-2e$ euros par partie ; comme elle est négative, le jeu A est perdant.

Le jeu B est un peu plus compliqué. Si le capital du joueur est un multiple de 3, il gagne un euro avec une probabilité $p_1 = 1/10 - e$ et perd un euro avec la probabilité $1 - p_1$; sinon, il gagne un euro avec une probabilité $p_2 = 3/4 - e$, et perd un euro avec la probabilité $1 - p_2$ (voir l'encadré 1).

On choisit une valeur de e qui rend le second jeu défavorable. C'est le cas pour la valeur $1/200$. L'espérance du jeu B est alors de $-0,0087$ euro par partie. Il s'agit d'une valeur assez faible, mais, à long terme, jouer au jeu B fait perdre de l'argent (voir le tableau 1 de l'encadré 1).

Il se produit alors un étonnant phénomène : une multitude de combinaisons simples des jeux A et B sont des jeux gagnants. L'expérimentation numérique montre par exemple que les trois combinaisons suivantes sont des jeux gagnants.

– Combinaison aléatoire équilibrée des jeux A et B, notée $\{50\% A + 50\% B\}$: on joue