

La création de nouveaux éléments 68

par Peter Armbruster et
Fritz Peter Hessberger

Au cours des dernières années, les physiciens ont créé trois nouveaux éléments : les éléments 110, 111 et 112.



La classification périodique des éléments 74

par Eric Scerri

Depuis ses prémices, il y a environ 200 ans, la classification périodique est devenue un outil essentiel pour les chimistes modernes.



Les mathématiques de l'amortissement 80

par Alain Oustaloup

On perfectionne les systèmes d'amortissement en utilisant les notions mathématiques de fractales, de récursivité et de dérivées non entières.



Des photopiles sans soleil 88

par T. Coutts et M. Fitzgerald

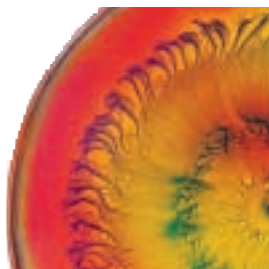
Les générateurs thermophotovoltaïques transforment directement la chaleur radiante en électricité. Ils remplaceront bientôt les groupes électrogènes.



Les beautés du monde microbien 94

par Eshel Ben-Jacob
et Herbert Levine

Les motifs des colonies de bactéries ou d'amibes ressemblent à ceux du monde minéral.



L'intelligence derrière les objets

Les manifestations de l'intelligence ne sont pas apparues subitement, par hasard ou par un coup de baguette magique, dès que le cerveau a atteint une taille suffisante (proche, a-t-on trop longtemps pensé, de sa taille actuelle). Les caractéristiques humaines telles que les pratiques de chasse, la confection d'outils, les réalisations culturelles – bijoux, peintures, instruments de musique – ont contribué au développement cérébral, lequel en retour a permis la poursuite de l'épanouissement technique et de la floraison artistique.

Notre cerveau actuel recherche les connaissances du cerveau passé, et pour cela il tente de discerner les activités intellectuelles sous-tendues par les reliques du passé. Dans cet esprit, il semble raisonnable de penser que le passage du sifflet utile, à la flûte, aux trous «harmonieusement» disposés, dénote une socialisation artistique (voir *Son et musique au Paléolithique*, page 52).

La question est : «Comment discerner la pensée derrière le réel?» En d'autres termes, comment mesurer la pertinence de l'interprétation des messages légués par nos ancêtres? L'exégèse est difficile : ainsi les dessins stylisés des grottes du Paléolithique supérieur, situés à proximité des peintures d'animaux, symbolisent-ils le vagin fécond, source de fertilité comme le pensait Leroi-Gourhan, ou représentent-ils des traces d'animaux utilisées à des fins d'enseignement? L'archéologue trouvera dans les réalisations anciennes mille belles intentions que leurs auteurs n'avaient peut-être pas, du moins de façon consciente. Cela peut agacer les puristes. Devraient-ils pour cela interdire ou se moquer de ces interprétations alors que nous les pratiquons avec emphase pour les expressions artistiques modernes? C'est en interprétant les caractéristiques techniques des objets anciens que l'on précisera leur fonction sociale.

L'analyse fondée sur les connaissances acoustiques actuelles, démontre que les facteurs de flûte et les percussionnistes qui jouaient en frappant les concrétions calcaires des grottes n'étaient pas des esprits simples n'utilisant, ou ne fabriquant, que des instruments simplistes. Chez nos lointains ancêtres, l'empirisme a progressé vers le raisonnement hypothético-déductif, qu'il s'agisse de retrouver la piste d'animaux, de percer les trous de la flûte ou de déterminer les meilleures résonances des stalactites.

Philippe BOULANGER

JEU-CONCOURS N° 53

PIERRE TOUGNE

Calculatrice rudimentaire

Une calculatrice arithmétique simple ne peut effectuer que les quatre opérations fondamentales : addition, soustraction, multiplication et division, plus l'extraction de racine carrée. Comment calculer une racine cubique à la précision de la machine (classiquement huit chiffres significatifs)? L'idée la plus simple est de procéder par dichotomie. Prenons l'exemple du calcul de la racine cubique de 10. On part d'une estimation par défaut et par excès, disons 2 et 3. On prend le

milieu de l'intervalle, soit 2,5 dont on compare le cube à 10, il est supérieur, donc le résultat cherché est dans l'intervalle [2, 2,5] et l'on recommence jusqu'à ce que l'intervalle soit inférieur à la précision d'affichage de la calculatrice. Il faut 26 itérations du processus pour obtenir le résultat 2,1544346. Ce procédé est long, utilise l'addition, la multiplication et la division, suppose de mémoriser les résultats intermédiaires et enfin demande de prendre une décision à chaque étape du

processus. Sauriez-vous trouver un algorithme itératif n'utilisant que la multiplication et la racine carrée pour calculer la racine cubique d'un nombre?

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à *Pour la Science*, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de novembre 1998, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 51

Pour analyser ce jeu de soustraction, il suffit de procéder à une analyse rétrograde.

Explicitons le procédé sur le jeu normal en base 5. Sur le tableau de la figure 1, la ligne supérieure indique le chiffre joué et la colonne de gauche le nombre affiché avant la soustraction. Dans chaque case du tableau, on place le chiffre 1 si le coup est gagnant, le chiffre 0 si le coup est perdant.

Comment remplit-on le tableau? Tout d'abord, les lignes -3, -2, -1 sont remplies de 1, car l'affichage étant négatif, l'autre joueur avait déjà perdu au coup précédent. La ligne 0 est remplie de 0, car tout coup du joueur aboutira à un résultat négatif, et donc toutes les positions de la ligne sont perdantes. Prenons maintenant la case (1,1) en bleu : les seuls coups jouables par le deuxième joueur sont les cases en bleu de la ligne supérieure qui sont toutes perdantes, donc la case (1,1) est gagnante pour le joueur, et l'on met un 1 dans celle-ci. Passons à la case (1,2) en rouge ; les réponses de l'adversaire sont les cases en rouge de la deuxième ligne supérieure qui sont gagnantes pour le deuxième joueur, donc la case (1,2) est perdante pour le joueur, et l'on met un 0 ; et ainsi de suite.

Afin d'automatiser le procédé, il est commode de se faire un cache montré sur la figure 2. Un carré du bas étant sur la case à remplir, on regarde les chiffres dans les trois cases correspondantes (par exemple, la troisième case à gauche correspond aux rectangles de la troisième rangée à partir du bas). Si au

	CHIFFRE JOUÉ			
	1	2	3	4
-3	1	1	1	1
-2	1	1	1	1
-1	1	1	1	1
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	1	0	1	1
5	0	0	0	0
6	1	0	0	1

Figure 1

Figure 2

moins un 1 apparaît dans les cases vides de la rangée, on met un 0 dans la case et l'on met un 1 dans le cas contraire. Le tableau de la figure 1 montre le remplissage jusqu'à la ligne 6. Si on le prolonge, on voit très vite que les lignes se reproduisent avec une période 5 et que toutes les lignes $5 \times k$ (en base 10) ne comportent que des 0 et sont perdantes pour le premier joueur.

Pour la variante à qui perd gagne, il suffit d'invertir les 1 et les 0 des quatre premières lignes et de recommencer le remplissage sur le même principe : on découvre alors que les positions perdantes du premier sont $5 \times k + 4$ (en base 10). En base 6, les résultats sont $9 \times k$ pour le jeu normal et $9 \times k + 4$ ($k > 0$) pour le jeu à qui perd gagne.

Pour les bases supérieures, l'analyse manuelle devient vite impossible, mais un tableur ou un petit programme en *basic* font cela très bien. Que trouve-t-on? Après un début irrégulier, le tableau devient périodique (ce qui est prévisible), et il y a toujours des valeurs perdantes pour le premier joueur (ce qui est bien moins évident). Les périodes pour les bases de 2 à 12 sont données pour les deux variantes dans le tableau de la figure 3. Deux constatations s'imposent : après un début assez régulier, ces périodes sont assez imprévisibles et peuvent même décroître! D'autre part, ces périodes sont en général identiques dans les deux variantes, sauf pour les bases 9 et 12. L'espoir de trouver une règle générale me semble très hypothétique. Aucun lecteur ne l'a trouvée, mais c'est un défi. Que les médaillés Fields se mobilisent...

BASE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PÉRIODE JEU NORMAL	2	3	4	5	9	57	114	183	645	501	120
PÉRIODE JEU INVERSE	2	3	4	5	9	57	114	18	645	501	1503

Figure 3