

Du trébuchet au propulseur

À la lecture de la rubrique *Idées de physique* sur *Le trébuchet du footballeur* (voir *Pour la Science* n° 344, juin 2006), je me demandais si le propulseur (utilisé chez nous pendant la Préhistoire et par les Aztèques, les Inuits et les aborigènes australiens) est considéré comme un levier composé ou un simple prolongateur du bras ? Je pratique régulièrement cet engin et la question me tracasse, d'autant que le sujet ne fait pas l'unanimité parmi les archéologues et les sportifs.

Christian Lepers, par courriel

Réponse de Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

Le film du jet d'une lance par un propulseur (Woomera ou Atlatl) montre qu'au cours du mouvement, le bras du lanceur se déplie, et que le propulseur tourne dans sa main. Le résultat est que la lance atteint une vitesse (de l'ordre de 100 km/h) bien supérieure à celle de la main. L'articulation de l'ensemble bras-propulseur est donc tout à fait cruciale et dépasse le simple effet de levier. Néanmoins, l'histoire ne s'arrête pas là : le propulseur et la lance fléchissent tous deux durant le jet. Le stockage d'énergie élastique, puis sa restitution à la lance ajoutent aux performances de l'engin. Pour cela, tout comme un arc et une flèche, l'élasticité du propulseur et celle de la lance doivent être adaptées l'une à l'autre.

Du sang fabriqué par l'industrie

En ce qui concerne *Le sang fabriqué en laboratoire* de Luc Douay (voir *Pour la Science* n° 345, juillet 2006), peut-on produire des globules rouges à partir des cellules d'une étape intermédiaire du protocole de multiplication et de différenciation, sans nécessairement partir des cellules souches ? En d'autres termes, est-ce que le processus s'autoentretient sans dégradation biologique ?

Julien Berthaud, par courriel

Réponse de Luc Douay

Les cellules intermédiaires de notre protocole de maturation érythroïde sont notamment les érythroblastes. Il est en effet possible d'appliquer notre protocole aux érythroblastes naturellement présents dans la moelle osseuse. Cela a été démontré in vivo en injectant à une souris qui tolère des cellules étrangères une population d'érythroblastes après dix jours de culture ; ces cellules ont continué leur maturation in vivo jusqu'au stade de globule rouge. Il est également possible d'amener à maturation, in vitro, des érythroblastes de la moelle osseuse.

Toutefois, dans une optique de production à grande échelle, cela n'est pas concevable, car on ne peut pas imposer à ces cellules un rythme de multiplication important. Plus généralement, notre protocole d'amplification et de multiplication s'applique seulement à des cellules souches hématopoïétiques de diverses origines, ainsi qu'à tous les précurseurs érythroïdes.

Un nouvel ancêtre du sudoku

En complément à l'article *Les ancêtres français du Sudoku* (voir *Pour la Science* n° 344, juin 2006), je signale un article paru dans la revue *La Nature* du 26 décembre 1885. Il s'agit, dans un carré 4x4, de « placer les As, Rois, Dames, Valets d'un jeu de cartes tel que dans chaque ligne, colonne et diagonale, il n'y ait qu'une carte et une seule de même valeur, et une carte et une seule de même couleur ». C'est à rapprocher du problème des 81 officiers, puisque chaque élément possède deux attributs. Est-il possible de faire un sudoku de 16x16 avec 16 carrés de 4x4 avec ces cartes et avec les règles ci-dessus pour chaque carré 4x4, mais chaque ligne ou colonne de 16 cases contenant les 16 cartes, soit les quatre figures (As, Rois, Dames, Valets) dans les quatre couleurs (trèfle, carreau, cœur, pique) ?

Michel Feuillée, Franconville la Garenne

Réponse de Christian Boyer

Votre problème de 1885 confirme bien l'intérêt des Français de cette époque pour ces questions. Sa solution peut passer par un carré magique eulérien. En voici une des nombreuses possibilités. Vous remarquerez que c'est aussi une superposition de deux sudokus 4x4, chaque sous-carré 2x2 contenant aussi toutes les cartes :

Carré magique eulérien	Équivalence des cartes	Solution
1 7 16 10 34	0. Valet	
14 12 3 5 34	1. Dame	
11 13 6 4 34	2. Roi	
8 2 9 15 34	3. As	
34 34 34 34 34	.0 Cœur	
	.1 Carreau	
	.2 Pique	
	.3 Trèfle	

Le problème que vous avez ajouté est bien plus difficile. Alors que des sudoku 16x16 sont connus, publiés dans des revues de jeux, et alors que les carrés eulériens 4x4 sont bien connus, votre superposition des deux questions semble nouvelle. En voici une solution :

1	7	16	10	12	14	5	3	13	11	4	6	8	2	9	15
14	12	3	5	7	1	10	16	2	8	15	9	11	13	6	4
11	13	6	4	2	8	15	9	7	1	10	16	14	12	3	5
8	2	9	15	13	11	4	6	12	14	5	3	1	7	16	10
5	3	12	14	16	10	1	7	9	15	8	2	4	6	13	11
10	16	7	1	3	5	14	12	6	4	11	13	15	9	2	8
15	9	2	8	6	4	11	13	3	5	14	12	10	16	7	1
4	6	13	11	9	15	8	2	16	10	1	7	5	3	12	14
2	8	15	9	11	13	6	4	14	12	3	5	7	1	10	16
13	11	4	6	8	2	9	15	1	7	16	10	12	14	5	3
12	14	5	3	1	7	16	10	8	2	9	15	13	11	4	6
7	1	10	16	14	12	3	5	11	13	6	4	2	8	15	9
6	4	11	13	15	9	2	8	10	16	7	1	3	5	14	12
9	15	8	2	4	6	13	11	5	3	12	14	16	10	1	7
16	10	1	7	5	3	12	14	4	6	13	11	9	15	8	2
3	5	14	12	10	16	7	1	15	9	2	8	6	4	11	13

Le plus difficile a été d'obtenir toutes les diagonales des sous-carrés 4x4 correctes (comportant bien les quatre figures et les quatre couleurs de cartes). Vous retrouverez dans le coin haut gauche la solution au problème de 1885. Je vous laisse le soin de le convertir en base 4 et en cartes à jouer, selon les mêmes règles.

Pour nous écrire : tribune@pouirlascience.fr