

Examinons d'abord les huit cartes parallèles portant du cœur et du pique : $7♥/7♠, 8♥/8♠, 9♥/9♠, 10♥/10♠, V♥/V♠, D♥/D♠, R♥/R♠, A♥/A♠$. Si ces huit cartes sont disposées au hasard et qu'elles ne sont pas toutes du même côté (pas toutes avec le cœur au-dessus, pas toutes avec le pique au-dessus), on peut les replier en deux paquets : l'un $♥/♠$ (cœur dessus, pique dessous) ; l'autre $♠/♥$. Je pourrais décrire la méthode établissant ce fait, mais quelques essais vous la feront trouver.

De la même façon, si les huit cartes parallèles portant du carreau et du trèfle ne sont pas toutes du même côté, vous pouvez les ramener par pliage à deux paquets : l'un $♦/♣$ et l'autre $♣/♦$. De la même façon, les cartes complémentaires

conduisent à quatre paquets : $♥/♣, ♣/♥, ♦/♠, ♠/♦$.

Reste à voir que les huit paquets ainsi obtenus peuvent se regrouper en un seul. Pour cela, numérotions ces paquets de 1 à 8 dans l'ordre suivant : $♥/♠, ♠/♥, ♦/♣, ♣/♦, ♥/♣, ♣/♥, ♦/♠, ♠/♦$. La séquence suivante d'opérations donne le résultat : plier le 1 sur le 5, le 8 sur le 5, le 3 sur le 5, le 4 sur le 5, le 5 sur le 7, le 7 sur le 6, le 6 sur le 2.

Cela établit donc que, si aucun des groupes de 8 cartes n'est malchanceux (toutes les cartes montrant la même couleur), alors on peut réussir. La probabilité pour qu'un groupe de 8 cartes soit malchanceux est $(1/2)^7$, soit $1/128$ car il faut que la deuxième carte soit dans le même sens que la première, que la troi-

sième aussi soit du même sens, etc. Pour qu'aucun des groupes ne soit malchanceux, la probabilité est donc de $(127/128)^4$, ou 96,91 pour cent. Pour passer de 96,91 pour cent à 100 pour cent, il faut traiter les cas où un groupe est malchanceux, puis deux, puis trois, puis quatre (c'est un peu pénible, mais on y arrive).

LA RÉUSSITE DU DOUBLE RETOURNEMENT

Présentons la seconde réussite avec le jeu *Janus* dont l'analyse mathématique est possible. Vous disposez toutes les cartes sur la table. En utilisant autant de fois que vous le jugerez bon l'opération de *double retournement* (deux cartes sont retournées simultanément), vous devez réussir à n'avoir plus aucune paire parfaite visible, autrement dit vous devez avoir face au-dessus un jeu normal de 32 cartes (vous en avez alors un au-dessous aussi).

Énigme 3

Comment jouer parfaitement, et quelle est la probabilité de réussir si on joue parfaitement ?

Solution 3

La probabilité de réussir est cette fois de 50 pour cent pour qui joue bien.

Montrons d'abord que, s'il y a un nombre impair de cartes ayant le noir au-dessus, vous ne réussirez jamais. En effet, lors d'une opération de double retournement, le nombre de cartes ayant le noir au-dessus varie soit de 0 (si vous retournez une carte noire et une carte rouge), soit de +2 (si vous retournez deux cartes rouges), soit de -2 (si vous retournez deux cartes noires). La parité du nombre de cartes ayant le noir au-dessus reste donc toujours la même. Donc, en partant d'un nombre impair de cartes noires, vous n'arrivez jamais à avoir un nombre pair de cartes noires, ce qui est nécessaire pour réussir.

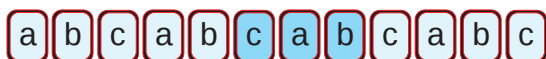
Il faut donc que la configuration de départ comporte un nombre pair de cartes noires ; cette condition nécessaire, de probabilité $1/2$, est aussi une condition suffisante pour réussir. Voici pourquoi.

On suppose que le nombre de cartes ayant le noir au-dessus est pair.

Regroupez les cartes par famille (voir l'explication de l'énigme 1) sans les retourner. Arrangez-vous maintenant pour que la condition de parité soit satisfaite dans chaque famille. C'est possible, car si elle n'est pas satisfaite dans une famille, il y a une autre famille où elle ne l'est pas, et, en retournant une carte de chaque famille, vous la rendez alors vraie dans les deux familles. De proche en proche, vous pouvez donc la rendre vraie à l'intérieur de chaque famille. Dans chaque famille (vérifiant maintenant qu'un nombre

LE PRINCIPE DE GILBREATH

PRENEZ UNE SUITE RÉPÉTÉE DE N CARTES



COUPEZ LA SUITE EN DEUX PAQUETS



INVERSEZ LE SECOND PAQUET



FRACTIONNEZ CHAQUE PAQUET EN MORCEAUX PLUS PETITS



INTERCALEZ LES MORCEAUX DU PREMIER PAQUET AVEC CEUX DU SECOND



REGROUPEZ LES CARTES PAR PAQUETS DE N



CHAQUE PAQUET CONTIENT UNE CARTE DE CHAQUE SORTE

DÉMONSTRATION DU PRINCIPE DE GILBREATH

Le dernier paquet de n cartes dans les paquets finaux est obtenu en prenant une carte dans le paquet initial (la carte a sur fond bleu), puis successivement, soit une carte devant cette carte, soit une carte derrière cette carte, jusqu'à avoir n cartes (sans nécessairement alterner régulièrement les choix).

Le dernier paquet est donc constitué de n cartes consécutives de la suite initiale et comporte donc une carte de chaque sorte.

Le principe est donc démontré pour le dernier paquet de la suite finale.

Si on enlève les n cartes sur fond bleu du début jusqu'à la fin de la description des manipulations, les symboles restants décrivent la même manipulation avec une liste initiale plus courte de n cartes. Donc, du raisonnement précédent, on tire que l'avant-dernier paquet des paquets finaux contient aussi une carte de chaque sorte. Etc.

pair de cartes sont face noire au-dessus), appliquez l'algorithme suivant :

- si les quatre faces visibles sont différentes, ne rien faire ;
- s'il y a deux paires parfaites, retourner dans chacune d'elles la carte complémentaire, et maintenant les quatre faces visibles sont différentes ;
- s'il n'y a qu'une seule paire parfaite, la retourner, ce qui vous ramène au cas précédent.

Que cet algorithme donne les résultats que j'affirme se démontre en énumérant les huit cas possibles.

En appliquant cet algorithme à chacune des huit familles, vous atteindrez l'objectif de la réussite, car, dans chaque famille, toutes les faces montrées sont distinctes deux à deux et donc, dans l'ensemble du jeu, les 32 faces visibles sont distinctes. Il faut au plus 4 doubles retournements pour la première phase, et 16 (2 au plus pour chacune des huit familles) pour la seconde phase. Donc 20 doubles retournements suffiront toujours pour arriver au but. Je ne serais pas étonné d'apprendre qu'on peut faire mieux.

LE GÉNIAL PRINCIPE DE GILBREATH

Le principe de Gilbreath, qui est à l'origine de très nombreux tours de cartes, a été présenté en 1958 dans la revue américaine *The Linking Ring* par Norman Gilbreath, alors étudiant en mathématiques à l'Université de Californie, à Los Angeles. Son énoncé et sa démonstration sont donnés page 102.

Des centaines de tours de cartes exploitant ce principe ont été proposés depuis le premier décrit par Gilbreath en 1958. Ils sont tous fondés sur le fait que, lorsqu'on effectue le mélange (avec des cartes, cela correspond à un mélange en queue d'aronde ou en mitrailleuse : les deux parties d'un jeu sont insérées l'une dans l'autre), le spectateur a l'illusion qu'on introduit un désordre complet dans le jeu. Ces tours sont parfois un peu artificiels à cause de la phase correspondant à l'inversion de l'ordre des cartes (le magicien prétend par exemple qu'il doit compter les cartes). Avec les cartes *Janus*, cette étape gênante peut être évitée, puisque les cartes ont deux faces et que, pour inverser l'ordre d'un paquet, il suffit de le retourner. Voici deux exemples de tours.

Tour 1

Le magicien prend les 16 cartes parallèles du jeu *Janus* et les montre. Comme elles possèdent une structure très simple, le spectateur n'aura pas le sentiment d'être roulé par le fait qu'il y a deux faces. Ensuite le magicien confie les 16 cartes à un spec-

SCIENCES D'AVENIR



LA VIE DANS LES ABYSES

Patrick Geistdoerfer

Les océans sont noirs, profonds et froids. Pourtant, ils sont peuplés, et la vie foisonne près des sources chaudes océaniques, ces oasis de vie au fond des mers. L'ouvrage décrit les conditions de vie dans un monde hostile, dont les habitants constitueront peut-être une nouvelle ressource alimentaire.

Patrick Geistdoerfer, directeur de recherche au CNRS, a observé les profondeurs sous-marines lors de campagnes océanographiques et étudié les poissons des profondeurs en laboratoire.



ONDES ET ONDELETTES

B. Burke Hubbard

L'élaboration des ondelettes est une saga moderne. Fourier a inventé la décomposition d'un signal en éléments simples ; pour les besoins de l'analyse du signal, physiciens et mathématiciens ont inventé une nouvelle décomposition en ondelettes. Celle-ci est utile dans de nombreuses applications et ses richesses ne sont pas toutes exploitées.

Barbara Burke Hubbard est écrivain scientifique : elle retrace avec simplicité et chaleur comment les scientifiques pensent et hésitent avant que n'écluse une idée, et comment ils coopèrent.

Voir bon de commande p. 98

POUR LA
SCIENCE
DIFFUSION BELIN

