

DE L'ORDRE APRÈS LE DÉSORDRE

Le magicien prend les 16 cartes parallèles du jeu *Janus*. Elles sont battues.

10♥/10♠, 7♠/7♥, R♠/R♥, V♦/V♣, A♥/A♠, 7♣/7♦, R♦/R♣, 8♥/8♠,
9♦/9♣, 9♥/9♠, 10♣/10♦, D♣/D♦, V♠/V♥, 8♥/8♣, D♥/D♠, A♦/A♣

Le magicien confie les 16 cartes à un spectateur. Il demande à ce spectateur de retourner toutes les cartes du côté rouge et de classer les 16 cartes alternativement ♥, ♦, ♥, ♦, ♥, ♦, etc.

7♥/7♠, D♦/D♠, V♥/V♠, 8♦/8♣, D♥/D♠, A♦/A♠, 10♥/10♠, V♦/V♣,
A♥/A♠, 7♦/7♠, R♥/R♠, R♦/R♣, 8♥/8♠, 9♦/9♣, 9♥/9♠, 10♦/10♣

Le spectateur coupe le paquet en deux en l'ouvrant comme un livre (le paquet du dessus est donc inversé).

7♥/7♠, D♦/D♠, V♥/V♠, 8♦/8♣, D♥/D♠, A♦/A♠,
10♥/10♠, V♦/V♣, A♥/A♠, 7♦/7♠, R♥/R♠, R♦/R♣, 8♥/8♠, 9♦/9♣, 9♥/9♠, 10♦/10♣

A♠/A♦, D♠/D♥, 8♠/8♦, V♠/V♥, D♠/D♦, 7♠/7♥,
10♥/10♠, V♦/V♣, A♥/A♠, 7♦/7♠, R♥/R♠, R♦/R♣, 8♥/8♠, 9♦/9♣, 9♥/9♠, 10♦/10♣

Le spectateur effectue le mélange en mitraille des deux paquets (insertion irrégulière des deux paquets l'un dans l'autre) :

A♠/A♦, 10♥/10♠, V♦/V♣, D♠/D♥, A♥/A♠, 7♦/7♠, 8♠/8♦, V♠/V♥,
D♠/D♦, R♥/R♠, R♦/R♣, 8♥/8♠, 7♠/7♥, 9♦/9♣, 9♥/9♠, 10♦/10♠

Le paquet apparaît totalement en désordre : de chaque côté, il y a des ♥, des ♦, des ♠ et des ♣ qui semblent disposés sans régularité. Le magicien demande au spectateur de faire des paquets de deux cartes en prenant les deux cartes du dessus, puis les deux suivantes, etc.

A♠/A♦	10♥/10♠	V♦/V♣	D♠/D♥
A♥/A♠	7♦/7♠	8♠/8♦	V♠/V♥
D♠/D♦	R♥/R♠	R♦/R♣	8♥/8♠
7♠/7♥	9♦/9♣	9♥/9♠	10♦/10♣

Miracle! Dans chaque paquet de deux cartes, il y a exactement une face ♥, une face ♦, une face ♠ et une face ♣.

tateur et n'y touche plus du tout. Il demande au spectateur de retourner toutes les cartes du côté rouge et de classer les 16 cartes en un paquet alternativement ♥, ♦, ♥, ♦, ♥, ♦, etc. Le spectateur doit ensuite couper le paquet en deux en l'ouvrant comme un livre (le paquet du dessus est alors inversé), puis il doit effectuer le mélange en mitraille avec les deux paquets. Le paquet apparaît totalement en désordre : de chaque côté, il y a des ♥, des ♦, des ♠ et des ♣ qui semblent disposés sans régularité. Le magicien demande au spectateur de faire des paquets de deux cartes en prenant les deux cartes du dessus, puis les deux suivantes, etc. Il lui annonce (et n'hésite pas à faire un peu de mise en scène) qu'il s'est produit un miracle : dans chaque paquet de deux cartes, il y a une face ♥, une face ♦, une face ♠ et une face ♣ exactement. Ce que le spectateur vérifie lui-même sans que le magicien touche aucune carte.

Explication

Le principe de Gilbreath, appliqué ici avec n égal à 2, est l'origine du miracle.

Tour 2

Le magicien demande au spectateur de prendre maintenant les 16 cartes

complémentaires et, pour en expliquer la structure lui demande de les classer (sans tenir compte des couleurs, car elles suivent une règle simple qui n'a pas besoin d'explication) en composant un paquet comportant un 7, puis un 8, puis un 9 etc., jusqu'à l'as, deux fois de suite. En retournant le jeu, on a la même chose. Le spectateur est alors invité à mélanger le paquet de la façon suivante (il faut bien sûr que le spectateur respecte strictement ces consignes). Dans une première phase, le magicien demande de choisir un nombre m entre un et dix et invite le spectateur à retourner individuellement m cartes, qu'il choisit où il veut, en les remettant à leur place après retournement. Dans une seconde phase, comme pour le tour précédent, le spectateur est invité à ouvrir le jeu en deux comme un livre, puis doit insérer les deux paquets obtenus l'un dans l'autre. Le jeu apparaît bien mélangé. Le spectateur doit alors prendre les huit premières cartes du paquet obtenu (ou les huit dernières, s'il préfère), en retirer une qu'il ne montre pas au magicien. Il mélange les sept qui restent en utilisant cette fois la méthode qu'il souhaite et tend au magicien les sept cartes ainsi mises totalement en désordre. Le magicien jette

un œil rapide à ces sept cartes et annonce : «La carte que vous avez choisie est une carte 9/dame (ou 8/roi, etc.)», ce qui, bien sûr, est exact.

Explication

Après le retournement individuel de quelques cartes (leur nombre est sans importance), le jeu a gardé la structure : quatre fois de suite une carte 7/as, une carte 8/roi, une carte 9/dame, une carte 10/valet. Après le second mélange, d'après le principe de Gilbreath appliqué avec n égal à 4, les quatre premières cartes comportent exactement une carte 7/as, une carte 8/roi, une carte 9/dame, une carte 10/valet, ainsi que les quatre suivantes. Les huit premières cartes comportent donc exactement deux cartes 7/as, deux cartes 8/roi, deux cartes 9/dame, deux cartes 10/valet. Voyant les sept cartes que le spectateur lui tend, le magicien n'a donc aucun mal à déduire celle qui manque. Une variante consiste à préparer secrètement le jeu comme il se trouve à la fin du retournement individuel des m cartes, à le montrer aux spectateurs en leur faisant constater que le jeu est déjà battu (ce qui est un mensonge!), à leur demander de le mélanger encore plus, en leur faisant faire un mélange en mitraille après avoir ouvert le paquet comme un livre et à poursuivre comme précédemment.

CE N'ÉTAIENT QUE DES EXEMPLES

De nombreux jeux sont adaptables aux cartes *Janus* et apparaissent alors sous un jour nouveau et intéressant. Des variantes des réussites classiques peuvent être imaginées et se révèlent fréquemment plus amusantes que l'originale. Des tours mathématiques innombrables exploitant les propriétés de régularité et de parité du jeu *Janus* sont possibles. Ce nouveau jeu de cartes ouvre un univers riche et passionnant à ceux qui trouvent bon de passer quelques heures en compagnie de bouts de carton imprimés.

Jean-Paul DELAHAYE est professeur d'informatique à l'Université des sciences et techniques de Lille et chercheur au Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille du CNRS.

Richard WOLLMER, *Le principe de Gilbreath*, Magix, éditions du Spectacle, 3, rue de la Klebsau, 67100 Strasbourg.

Roland YÉLÉHADA, *Janus : le jeu de cartes à double face*, à paraître.

Martin GARDNER, *Math' Festival*, chap. 6, Bibliothèque Pour La Science, Paris, 1981.

Mots croisés et anagrammes

BERNARD IQUEAUX

Un petit voyage informatique dans le monde des cruciverbistes.

Les mots croisés, pense-t-on, dérivent des mots carrés, dont l'origine se perd dans la nuit des temps : à partir de définitions qui étaient souvent données en vers, on devait trouver des mots qui se disposaient en carré et se lisaient aussi bien verticalement qu'horizontalement. Puis, au début du ^{xx}e siècle, le Britannique Arthur Wynne introduisit des cases noires, afin de simplifier la tâche des carréverbistes. Il publia sa première grille le 21 décembre 1913, dans le supplément dominical *Fun* du journal américain *New York World* : le succès fut immédiat et, comme le jeu n'était pas protégé, il se popularisa rapidement : en 1923, le Britannique Morley Adams fondait une agence spécialisée qui diffusait des grilles dans toute la presse anglo-saxonne.

En France, la première grille de «mots en croix» fut publiée dans le *Dimanche illustré*. Ces mots en croix, devenus mots croisés, furent alors repris dans divers journaux, mais ils acquirent leurs véritables lettres de noblesse en décembre 1925, lorsque les *Nouvelles littéraires* et les éditions Bernard Grasset lancèrent un concours dont le premier prix était de 10 000 francs, puis lorsque Tristan Bernard et Jean Richepin publièrent un recueil de problèmes aux subtiles définitions.

C'est alors que le mot-croisiste, ou faiseur de grille, est surnommé Sphinx et que le cruciverbiste devient un Œdipe. Puis Tristan Bernard et sa collaboratrice Renée David publient des grilles assorties de magnifiques définitions, passées depuis dans le domaine public : ainsi

l'*entracte* «vide les baignoires et remplit les lavabos», le *ciel* «précède le mari». On retiendra également de Robert Lespagnol : le *pantalon* qui est une «éclipse de lune», le *sperme*, qui est une «eau de vie» ou *lo*, qui fut «victime d'une vacherie». Et l'on n'oubliera jamais Robert Scipion, qui publia dans le *Nouvel Observateur* que le *nonagénaire* fait «du vieux avec du neuf» ou que le *do* est un «demi-sommeil». Aujourd'hui Robert Scipion a créé un mouvement de Sphinx qui minimisent le nombre de cases noires (en général 10 ou 11 pour une grille de 12 cases sur 10, soit environ 9 pour cent du nombre de cases) au prix de contorsions et de chevilles, c'est-à-dire de groupe de lettres dont on s'efforce de trouver une définition (par exemple, «quartier de Béziers» pour *ezi*). Les grilles de cette tendance sont d'autant plus plaisantes qu'elles collent souvent à l'actualité.

L'autre tendance, celle de Guy Brouty, dans *Le Monde*, admet des

cases noires plus nombreuses (de 13 à 14 pour cent) mais refuse les chevilles. Le cas de la presse anglo-saxonne est particulier, car on trouve parfois dans *The Times* des grilles où les cases noires sont plus nombreuses que les cases blanches.

MOTS CROISÉS ET ANAGRAMMES

Un grand Sphinx fut Georges Pérec, qui publia notamment *La disparition*, où ne figure aucune lettre e. Son ami Raymond Queneau, fondateur du mouvement littéraire nommé Oulipo (*Ouvroir de littérature potentielle*), avait introduit dans son dernier roman *Le vol d'Icare*, une héroïne pour le moins originale :

«LN

Et tu t'appelles comment?

Icare

Je ne sais plus très bien... Je ne vole plus, je nage... Et vous, Mademoiselle : Hélène?

LN

Non, LN en deux lettres. Je suis d'origine cruciverbiste.»

Pérec, revenons-y, a produit la théorie la plus pertinente concernant la construction des grilles de mots croisés. Construire une grille est une tâche difficile si l'on veut minimiser le nombre de cases noires et si l'on veut éviter les chevilles, les mots inversés, les lettres ou parties de mots dans le désordre. Il y a 17 ans, Pérec en révélait les arcanes dans *Les mots croisés*. Précurseur éclairé, il suggérait que les mots croisés soient constitués par deux personnages distincts, celui qui construit les grilles, et celui qui laisse son imagination flotter librement, au gré

des associations évoquées par les mots, pour créer les définitions. C'est le rôle du premier personnage que nous avons imparti à l'ordinateur avec, naturellement, une modélisation et une algorithmique appropriées.

Pérec écrit également qu'une grille parfaite ne devrait comporter aucune case noire, et il cherche de telles grilles de 1, de 2, de 3, de 4, de 5 et de 6 cases de côté. Il constate que créer des grilles sans cases noires se fait presque sans effort jusqu'à quatre cases de côté, mais que la recherche d'une grille parfaite de cinq cases de côté devient très



1. Georges Pérec (en fond) fut un théoricien des mots croisés. En son honneur, pouvez-vous créer une grille de mots croisés de sept cases par cinq, sans case noire, avec les mots «Georges» en 11 horizontal et «Pérec» en 2 vertical (voir la solution en fin d'article)?

difficile. La constitution d'une grille parfaite de six cases de côté exige plusieurs heures de travail et «la consultation forcenée, sinon fiévreuse, d'un dictionnaire spécialisé». Il termine par une grille de sept cases de côté, avec une seule case noire au prix de «contorsions douloureuses» dont un «encrier renversé», c'est-à-dire un mot écrit de droite à gauche. Il constate également qu'il est très difficile de former des grilles de neuf cases de côté avec quatre cases noires et il lui semble impossible de placer moins de cinq cases noires pour une grille de dix cases de côté. Il admire enfin les grilles de 12 par 10 que Robert Scipion publie dans le *Nouvel Observateur* et qui ont régulièrement onze cases noires seulement.

Un autre problème voisin de la construction des mots croisés est la construction des anagrammes. Contrairement aux contrepèteries, qui sont assez faciles à créer ou à décoder pour un esprit entraîné tel celui de Luc Étienne, qui tenait la rubrique intitulée *L'album de la comtesse*, dans le *Canard enchaîné*, ou de Joël Martin, qui lui a succédé, les anagrammes constituent un exercice combinatoire des plus ardu : ce ne sont plus des sons ou phonèmes qu'il faut permuter, mais des lettres considérées comme des objets combinatoires avec lesquels on forme des mots. L'un des premiers auteurs ayant, de façon attestée, fabriqué des anagrammes est François Rabelais, qui signait Alcofribas Nasier. Plus près de nous, Boris Vian se transforma en Bison ravi. La construction d'anagrammes va nous montrer comment on peut automatiser la construction de mots croisés.

DICTIONNAIRES ET AUTOMATISATION

On a systématisé la méthode indiquée par Pérec, en utilisant un dictionnaire qui comporte, outre les féminins et les pluriels des substantifs et des adjectifs, les formes conjuguées des verbes, des noms de lieux, etc. Le dictionnaire est constitué d'une liste de mots triés dans l'ordre alphabétique. Par mot, on entend les mots de base, ou lemmes, et l'ensemble des flexions correspondantes : pluriels, féminins, formes conjuguées des verbes.

Supposons, par exemple, que nous voulions chercher dans un dictionnaire classique la signification du mot *gouleyantes*, dont la flexion est ici un féminin pluriel ; nous chercherions de fait à *gouleyant*, qui est le lemme et, dans ce cas, l'entrée du dictionnaire. La méthode que nous

avons utilisée, en collaboration avec l'ingénieur en informatique Joël Armengaud, pour constituer le dictionnaire-liste est générative : chacun des lemmes possède quatre indicateurs, qui donnent sa nature syntaxique, ainsi que les règles de formation des féminins et des pluriels. Ces indicateurs sont : la nature syntaxique (substantif, adjectif, adjectif numéral ordinal, pronom possessif, verbe, adverbe, locution, etc.) ; le genre (masculin singulier ou pluriel, féminin singulier ou pluriel, sans genre, etc.) ; la formation du féminin s'il en existe un (régulier, comme pour *grand, grande* ; ou générable, comme dans *beau, belle* ; ou encore irrégulier comme *lièvre, hase*) ; la formation du pluriel (régulier, comme *sol, sols* ; générable, comme *gavial, gavials* ; ou irrégulier comme *ail, aulx* ; invariable, etc.).

Dans le cas des lemmes qui ne sont pas des verbes, la génération des flexions se fait par programme, à partir des indicateurs décrits précédemment. Par exemple, à partir du substantif *vendeur*, on engendre *vendeurs, vendeuse, vendeuses, venderesse* (terme notarial), *venderesses*.

En ce qui concerne les verbes, nous avons mis au point un programme spécifique de conjugaison, qui tient compte du fait que, sur 9 000 verbes répertoriés, 500 seulement sont irréguliers ou défectifs. Les verbes irréguliers sont regroupés en sous-ensembles homogènes qui correspondent à une centaine de tables, tels les verbes en *ondre* (*tondre, pondre, fondre*, etc.). Les verbes réguliers du premier et du deuxième groupe ont leurs formes flexionnelles engendrées de façon totalement algorithmique, avec une décomposition en sous-groupes (*payer, je paye et je paie ; appeler, j'ap-*

pelle ; peler, je pèle ; déléguer, je délègue ; semer, je sème ; neiger, il neige ; etc.).

Quelques dictionnaires spéciaux ont été créés. Par exemple, pour les nombres de un à cent, exprimés de manière littéraire, par exemple *trente-et-un*, ou *nonante-neuf* ; pour les noms propres qui ont été arbitrairement entrés et forment une liste à part ; pour les noms de lieux (villes, régions, pays), qui forment également un dictionnaire particulier ; pour les prénoms, usuels ou exotiques.

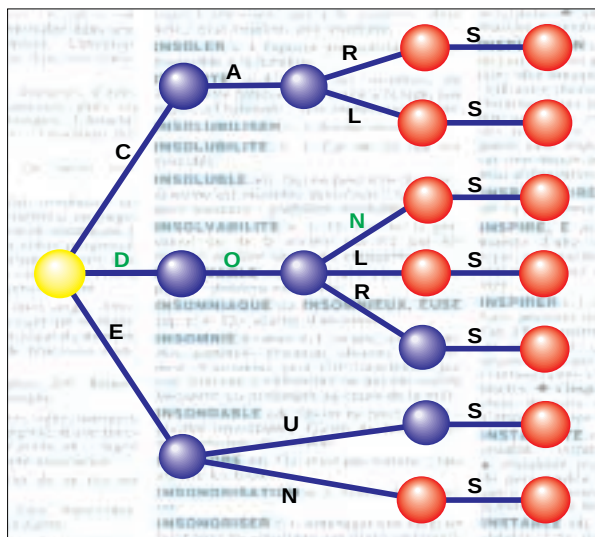
Pour obtenir le dictionnaire-liste complet, il suffit de regrouper les dictionnaires partiels précédents, de transformer les lettres minuscules en lettres majuscules et de trier la liste formée en éliminant les doublons. Naturellement on peut aussi ne retenir que certains des dictionnaires partiels, afin de constituer un dictionnaire sans noms propres ou sans formes conjuguées.

STRUCTURATION DES DONNÉES ET RECHERCHE

Tant pour la composition automatique de grilles que pour la recherche d'anagrammes, il est intéressant de savoir si un mot donné appartient au dictionnaire de référence, s'il existe des mots qui commencent par une séquence de lettres donnée, et s'il existe des mots qui se terminent par une séquence de lettres donnée.

Quand une liste de mots n'est pas triée, la seule méthode de recherche d'un mot particulier consiste à parcourir séquentiellement toute la liste. Cependant l'introduction d'un ordre de tri, alphabétique, par exemple, dans la liste des mots permet de réduire la complexité de recherche par une méthode dichotomique. Si l'on adopte une représentation arborescente de l'ensemble des mots (voir la figure 2), la résolution du problème est considérablement accélérée, parce que l'on diminue considérablement le nombre d'accès au graphe : par exemple, on n'accèdera jamais aux mots commençant par un *m* lorsque l'on cherchera un mot commençant par un *e*.

En outre, l'exploration d'un arbre nécessite moins de mémoire, car les débuts de mots ne sont présents qu'une fois. Avec Yves Gattégno, ingénieur à la Faculté d'Évry-Val-d'Essonne, et avec l'ingénieur en informatique Stéphane Moreau, nous nous sommes inspirés des travaux de Andrew Appel, de l'Université Princeton, et de Guy



2. Arbre établi pour un dictionnaire qui serait réduit à : CAR, CARS, CAL, CALS, DOL, DOLS, DON, DONS, DORS, EN, ENS, EU, EUS. Sur la figure, les nœuds terminaux sont en rouge. On a indiqué en lettres vertes le chemin qui correspond au mot DON.