

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-croisé, 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 H 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.

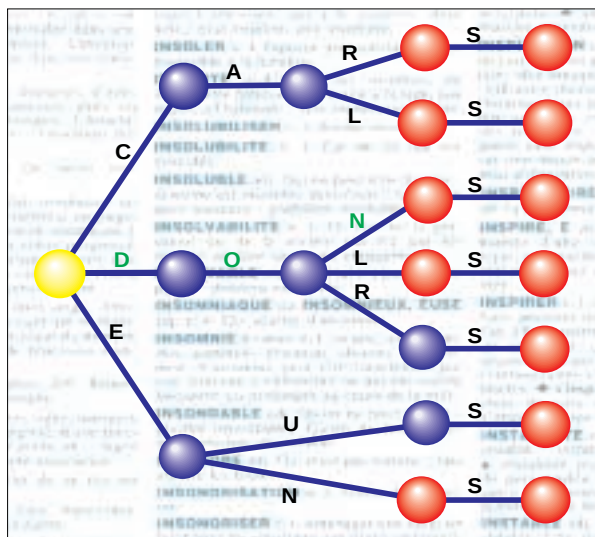
Pour obtenir le dictionnaire-liste complet, il suffit de regrouper les dictionnaires partiels précédents, de transformer les lettres minuscules en lettres majuscules et de trier la liste formée en éliminant les doublons. Naturellement on peut aussi ne retenir que certains des dictionnaires partiels, 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'accédera 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.

Jacobson, de l'Université de Pittsburgh ; nous avons utilisé des arbres et des structures encore plus condensées, les graphes acycliques orientés, où, dans les deux cas, les chemins représentent les mots ; dans ces structures, les lettres des mots ne sont plus des nœuds, mais des arêtes du graphe, de sorte que les débuts de mots similaires ne sont représentés qu'une fois. On les parcourt à l'aide d'algorithmes de parcours récursif.

LA RECHERCHE D'ANAGRAMMES

Pour représenter le dictionnaire par un arbre, on associe une branche à chaque lettre, de sorte qu'un chemin jusqu'à un nœud terminal représente un mot du dictionnaire. Pour chercher si un mot, par exemple *abacab* est un mot du dictionnaire, on part de la racine de l'arbre et l'on se demande s'il existe des mots commençant par la lettre *a*. Si aucune arête partant de la racine n'est indexée par un *a*, il n'existe pas de mot commençant par un *a* ; si l'on trouve une arête indexée par la lettre *a*, on cherche s'il existe des chemins qui permettent de passer du *a* à un *b*. On répète alors

l'opération pour les lettres suivantes : *a*, *c*, *a*, *b*.

L'ordinateur ainsi muni d'un dictionnaire peut-il dignement succéder à Rabelais ou à Vian ? Examinons la recherche d'anagrammes du mot *esprit*. Pour résoudre ce problème, nous utilisons une méthode de recherche récursive, qui permet, quand on est dans une impasse ou que l'on a terminé d'explorer une série de solutions, de revenir en arrière jusqu'au dernier embranchement de l'arbre pour lequel la clause de vérification n'était pas encore invalidée.

Pour rechercher les anagrammes d'*esprit*, mot que l'on indique à l'ordinateur dans une variable *Mot-initial*, nous procédons de la façon suivante. Nous réservons un espace mémoire pour les résultats, le *Mot-résultat*, vide au début de l'exécution du programme. Puis nous remplissons un tableau d'une ligne et de 26 colonnes (pour les 26 lettres de l'alphabet), le *Panier*, en stockant dans chaque case le nombre d'apparitions des diverses lettres dans le mot dont on cherche les anagrammes. Par exemple, le *Panier* associé à ESPRIT est :

00001000100000010111000000.

On regarde alors quelle est la lettre correspondant au nœud exploré. Puis on

regarde dans le *Panier* la valeur de la case associée à cette lettre. Si ce nombre est nul, on ignore le sous-arbre dont le nœud exploré est la racine et on passe au nœud suivant. Si le nombre examiné dans le *Panier* n'est pas nul, on ajoute la lettre correspondant au nœud exploré à la fin de *Mot-résultat* et on diminue d'une unité, dans le panier, le nombre contenu dans la case examinée ; on applique l'algorithme général à chacun des nœuds dont le nœud exploré est le père. De plus, on vérifie si le nombre de lettres de *Mot-résultat* est égal au nombre de lettres de *Mot-initial*. Si oui, on a dans *Mot-résultat* une anagramme de *Mot-initial*, anagramme que l'on affiche (à ce stade, toutes les cases du panier sont nulles).

Dans l'exemple de la recherche d'anagrammes du mot ESPRIT, le premier sous-arbre exploré sera celui qui correspond aux mots commençant par la lettre E, avec un *Panier* où la case de E est réduite d'une unité. Une fois qu'on aura exploré ce sous-arbre tout entier, on augmentera le compteur des E dans le *Panier* (on aura alors un *Panier* identique à celui du départ) et on tentera ensuite d'appliquer l'algorithme général au sous-arbre des mots commençant par la lettre suivante dont la case du *panier* n'est pas vide (la lettre I), avec *Mot-résultat* vide et le *Panier* égal à celui de départ, à l'exception de la case de la lettre I qui aura été réduite d'une unité. Puis on répètera l'opération avec les lettres P, R, S, T. L'avantage des algorithmes récursifs est qu'ils s'appliquent de la même façon à tout un arbre ou à un quelconque sous-arbre inclus dans l'arbre total. Ils s'appliquent notamment aux feuilles terminales, et la recherche d'anagrammes, par ce biais, se fait en un seul parcours de l'arbre dictionnaire.

Les anagrammes d'ESPRIT sont ainsi obtenues en une fraction seconde sur un ordinateur à base d'un processeur *Pentium* 120 MHz de la Société *Intel* : PETRIS, PISTER, PITRES, PRIEST, PRITES, REPITS, TRIPES.

On peut aussi étendre l'algorithme de sorte que le programme trouve des anagrammes de *Mot-initial* composées de plusieurs mots. À cette fin, on ajoute simplement un test sur le nœud exploré : ce nœud correspond-il à une fin de mot valide ? Si oui, alors on ajoute un espace à la fin de mot-résultat et on applique l'algorithme général avec ce *Mot-résultat* sur l'arbre dictionnaire complet (à partir de sa racine), avec le *panier* réduit de la façon habituelle. Sinon, on ne fait rien de plus.

Notre méthode d'exploration combinatoire est exhaustive et conduit, si l'on n'y prend garde, à une inflation d'anagrammes composées de mots qui existent tous, mais dont l'association manque

CABINET A M A R R E T	CABINET AGITONS MANETTE ACERAIT ROTAMES ENTIERE TSETSES	CABINET ALUNONS MASTITE AMERRIT RATATES ENTIERE TSETSES	CABINET AZEROLE MEDITER ARASAIS ROTASSE ELEISON TESTENT	CABINET AZEROLE MEGITES ARASAIT ROYASSE ELEISON TESTENT	CABINET AZEROLE MOTIVER ANISAI RASASSE ELEISON TESTENT
CABINET AGAMIDE MARPAIN APERITE REMISAT ETAMAIT TETASSE	CABINET AGITONS MANETTE ACERAIT ROTATES ENTIERE TSETSES	CABINET ANATIDE MOLENES AMURENT RABATTE ELAITEE TASTEET	CABINET AZEROLE MEDITES ARASAIS ROTASSE ELEISON TESSENS	CABINET AZEROLE METIVES ARISAI ROSASSE ELEISON TESSENS	CABINET AZEROLE MOTIVES ANISAI RASASSE ELEISON TESSENS
CABINET AGAMIDE MARPAIN APERITE REMISAT ETAMAIT TISASSE	CABINET AGITONS MINETTE AMURENT ROTAMES ENTIERE TSETSES	CABINET ANATIDE MOLENES AMURENT RABATTE ELAITEE TESTEES	CABINET AZEROLE MEDITES ARASAIT ROTASSE ELEISON TESTENT	CABINET AZEROLE METIVES ARISAI ROSASSE ELEISON TERSENT	CABINET AZEROLE MOTIVES ANISAI RASASSE ELEISON TERSENT
CABINET AGERATE MEDISES ARASANT RAMARDE ETENDRE TESTEES	CABINET AGITONS MINETTE ARERAIT ROTATES ENTIERE TSETSES	CABINET ANATIDE MOLENES AMURENT RABATTE ELAITER TASSERA	CABINET AZEROLE MEGITES ARASAIS ROYASSE ELEISON TESSENS	CABINET AZEROLE METIVES ARISAI ROSASSE ELEISON TESTENT	CABINET AZEROLE MOTIVES ANISAI RASASSE ELEISON TESTENT
CABINET AGERATE MEDISES ARASANT RAMARDE ETENDUE TESTEES	CABINET ALIBABA MENAGER AVALERA RIRIONS ENTATES TESSERE	CABINET ANATIDE MOLENES AMURENT RABATTE ELAITER TESTERA	CABINET AZEROLE MEGITES ARASAIT ROYASSE ELEISON TERSENT	CABINET AZEROLE MOTIVER ANISAI RASASSE ELEISON TERSENT	

3. Georges Pérec n'avait pas réussi à construire une grille ayant pour potence les mots CABINET (1 horizontal) et CAMARET (1 vertical). L'ordinateur, lui, en a trouvé 28, qui sont indiquées sur cette figure.

souvent de pertinence. Il faut trier manuellement le bon grain de l'ivraie.

Les anagrammes produites à partir des noms et prénoms des personnes connues sont parfois amusantes. Deux des seuls qui y résistent, tant en français qu'en anglais, sont Johnny Halliday et Jean-Philippe Smet, le vrai nom du chanteur. En revanche, Boris Vian s'était donné une tâche facile, car notre programme lui trouve les anagrammes suivantes : ABRI OVNIS, BAR VOISIN, BISON RAVI, BOIRA VINS, VOIS RABIN, VISA ROBIN, VIRAI SNOB, VIBRA SOIN.

LES GRILLES AUTOMATIQUES

Revenons maintenant aux mots croisés en considérant une grille carrée de N cases de côté sans case noire, ce qui permet de simplifier la description de la méthode. Nous commençons par construire, à partir du dictionnaire général, un dictionnaire qui ne comporte que des mots de longueur N . Puis la génération s'effectue en deux étapes : on définit la taille de la grille, on place les mots que l'on désire y voir figurer (ce que l'on nomme la «potence» quand seules les premières ligne et colonne sont remplies, et le «canevas de grille» dans les autres cas) ; puis, dans le cas d'une potence, le générateur tente de placer un mot sur la seconde ligne, tout en vérifiant qu'il existe des mots, présents dans le dictionnaire, dans le sens vertical. Quand toutes les vérifications sont positives, le générateur tente de placer un mot sur la troisième ligne en effectuant les mêmes vérifications que précédemment, etc. En fin de travail, on obtient l'ensemble des grilles possibles correspondant à la potence.

Examinons plus précisément comment on place les lettres dans les cases. Considérons le stade où l'on essaie de placer une lettre dans la case (i, j) de la grille (i est le numéro de la ligne, et j celui de la colonne), après avoir précédemment rempli toutes les cases précédentes. Nous notons $Placer(nœud, i, j)$ la fonction récursive qui place une lettre dans la case considérée.

Cette fonction consiste d'abord à tenter de placer dans la case (i, j) la lettre correspondant au premier nœud situé derrière le dernier nœud exploré dans l'arbre (son «fils»). On vérifie alors qu'en ajoutant cette lettre horizontalement, il existe bien un début de mot vertical dans l'arbre dictionnaire. Si tel est le cas, on place la lettre trouvée dans la case (i, j) et on place à la case suivante, $(i, j+1)$, ou bien, si j est égal à N , dans la case $(i+1, 1)$. Cela revient à appeler $Placer(fils\text{-}nœud, i, j+1)$ si j est différent de N et $Placer(racine\text{-}du\text{-}dictionnaire, i+1, 1)$ si

APPAIRA
GEORGES
ARIANES
CERNERA
ACENSAI

APPAIRA
GEORGES
ARRHANT
DERAMER
ACINESE

APPAIRE
GEORGES
ARISENT
DESISTE
ECENTES

APTOISE
GEORGES
ARISENT
CELASSE
ECENTES

APPAIRA
GEORGES
ARIANES
CERNERA
ACENSAS

APPAIRA
GEORGES
ORGANES
REGNERA
ACENSAI

APPAIRE
GEORGES
ARISENT
VERISTE
ECENTES

APTOISE
GEORGES
ARISENT
DELAASA
ECENTES

4. Quelques grilles solutions de celle qui est proposée en début d'article.

j est égal à N . Si i et j sont tous deux simultanément égaux à N , alors on affiche la grille ; sinon, on poursuit l'algorithme.

«Ensuite, quoi qu'il arrive», on tente de placer dans la case (i, j) la lettre correspondant au premier frère du dernier nœud exploré (ce qui revient à appliquer l'algorithme avec ce premier frère comme nœud à explorer sans changer les paramètres i et j , c'est-à-dire à appeler $Placer(\text{premier-frère}, i, j)$). Si le dernier nœud exploré n'a pas de frère, alors on quitte l'algorithme en cours. Comme cet algorithme s'appelle lui-même, quitter l'algorithme en cours signifie qu'on remonte d'un niveau dans la récursion. L'algorithme, conformément à la clause «ensuite quoi qu'il arrive», cherche alors la lettre suivante dans la case précédente, à savoir la case $(i, j-1)$ ou, si j est égal à N , dans la case $(N, j-1)$. Ainsi, en parcourant l'arbre de la racine vers les feuilles et du premier mot vers le dernier de la liste alphabétique, on explore toutes les grilles carrées de N cases de côté sans cases noires qu'il est possible de construire avec le dictionnaire utilisé.

Nous avons ultérieurement modifié cet algorithme afin qu'il accepte des cases noires, puis avec des lettres imposées dans certaines cases, mais le principe reste le même. Cet algorithme construit, nous avons cherché les grilles de sept cases horizontalement et de cinq cases verticalement, avec le canevas de grille GEORGES horizontal et PEREC vertical, le premier E de GEORGES servant de premier E de PEREC. Les grilles trouvées sont indiquées sur la figure 4.

Dans le cas des grilles carrées, avec seulement la première ligne passée en potence, on constate que, pour une même potence, on obtient assez souvent des grilles symétriques, les mêmes mots apparaissant en horizontal et en vertical, à la même position. Les grilles obtenues sont groupées par paquets dont les éléments diffèrent peu : par exemple, une grille de sept cases de côté comportera ACCEDAS en 1 vertical et SASSEES en VII horizontal, et l'autre aura ACCEDAT et TASSEES

aux mêmes positions, le S commun ayant été remplacé par un T. Si l'on ne veut publier que des grilles originales, on devra choisir l'une d'entre elles.

Aidé par l'ordinateur, on oublie le cauchemar péréquien : on obtient facilement des grilles de neuf cases de côté avec trois cases noires, et l'on bat de deux cases le record de Robert Scipion, avec des grilles de 12 par 10 comportant seulement huit cases noires. Quant aux grilles de dix cases de côté avec seulement cinq cases noires, on en obtient une ribambelle. Naturellement, moins il y a de cases noires, plus le temps de calcul augmente.

Nous avons pris comme base la potence utilisée par Pérec dans sa tentative infructueuse de trouver une grille de sept cases de côté sans case noire. Le résultat a été obtenu en 347 secondes sur un ordinateur à base de processeur Pentium 120 MHz. La potence est représentée dans la première case de la figure 3, et les résultats (28 grilles) sont placés dans les cases restantes. On observe une fréquence élevée de S, de nombreux imparfaits du subjonctifs.

Qui trouvera maintenant des grilles parfaites de neuf cases de côté ?

Bernard IQEAUX est responsable du développement de la Société Phoenixx Systèmes, qui commercialise les programmes de génération présentés dans l'article (Minitel : 3615 CRUCI et adresse Internet : <http://www.biqueaux@adiabasoft.com>).

Guy HACHETTE, Des mots pour jouer, éditions Jibena.

Georges PÉREC, Les mots croisés, éditions POL et Mazarine.

Josiane et Patrick BURGEL, Le guide de l'Anagramme prémonitoire, éditions Guy Tredaniel.

Andrew APPEL et Guy JACOBSON, The World Fastest Scrabble Program, in Communications of the ACM, vol. 31, n°5, mai 1988.

Chimie

De la chimie des hormones à la pilule

Carl Djerassi. Éditions Belin, 1995.

Quels que soient les médias utilisés pour «accrocher» l'ignorant de bonne volonté disposé à acquérir du savoir, le vulgarisateur scientifique dispose de moyens qui ne sont pas illimités. Supposons remplis deux préalables : (1) les connaissances qu'il entend communiquer ne sont pas dépourvues d'intérêt ; (2) il a bien compris ce qu'il veut expliquer. Restent à trouver les voies et les moyens de transmission du message. Parmi ceux-ci, depuis Platon et Galilée, le *dialogue* reste parmi les plus efficaces. Le XIX^e siècle – siècle d'or de la vulgarisation – nous a légué toute une floraison d'*entretiens* et de *conversations* sur les sujets les plus divers, de l'astronomie à la chimie. Aujourd'hui, moins couru et moins facile dans le domaine de l'écrit que dans celui de l'audiovisuel, l'*interview* (l'*entrevue* dont parlent nos collègues canadiens) entre le savant et le journaliste qui veut s'instruire devant témoins perpétue cette longue tradition.

Un autre recours, pour rendre la science digeste et attrayante, est la science romancée, où s'essayèrent, au siècle dernier, des auteurs comme Lucien Biart avec son *Grand-père Maxime. Histoire d'un vieux chimiste et de deux orphelins* (1887) ou, plus près de nous, George Gamow avec les explorations diverses de son héros (*M. Tompkins explore l'atome* (1954), *M. Tompkins s'explore lui-même* (1955), etc.).

Le dernier livre de Carl Djerassi, lui, nous rappelle très opportunément que les biographies de savants ou leurs autobiographies peuvent également constituer un bon moyen de faire connaître au grand public le contenu de la science, en nous révélant du même coup par qui et comment cette dernière se fabrique.

C. Djerassi, une des vedettes de la chimie américaine de l'après-guerre, n'est pas un inconnu pour les non-spécialistes de langue française qui savent choisir leurs lectures. Il y a quelques années, il a publié un roman, *Le dilemme de Cantor* (éditions Balland, 1992), qui n'a pas échappé aux curieux des mœurs scientifiques. Cette histoire de fraude et de prix Nobel tourne autour de la quête pathologique de reconnaissance internationale qui obsède d'innombrables chercheurs. À cet égard, ceux qui connaissent l'au-

teur y auront retrouvé des situations et des préoccupations qui respirent l'authenticité du vécu : C. Djerassi n'a pas eu le prix Nobel, alors qu'il n'est pas le seul à croire qu'il l'aurait mérité.

Inventeur d'une hormone artificielle qui devait devenir, entre les mains du biologiste Gregory Pincus, «la» pilule anticonceptionnelle, artisan de la mutation qui, à partir des années 1950, a transfiguré la chimie organique par la mise en pratique de nouvelles méthodes empruntées à la physique, pionnier dans le domaine de la recherche de nouvelles substances naturelles d'origine marine, scientifique préoccupé des problèmes de société qu'ont soulevés ses propres travaux, collectionneur d'art précolombien et de la meilleure peinture moderne, mécène, créateur d'entreprise, dandy, séducteur, écrivain et poète : ce n'est pas à un chimiste ordinaire que nous devons cet ouvrage hybride, qui relève autant de la littérature que de l'histoire des sciences et de l'histoire tout court.

Son autobiographie, agréablement traduite, ne manquera pas de susciter des réactions diverses. La présence parfois encombrante de l'auteur, sa volonté de vouloir convaincre avec insistance qu'il est aussi homme de lettres et de culture pourront parfois irriter les moins indulgents. C. Djerassi lui-même va au-devant de ces mouvements d'humeur : «Tout ce qui peut être dit sur les récits autobiographiques, complaisance à l'égard de soi-même, vérités détournées, cajoleries délibérées ou inconscientes de sa propre image, tout cela, sans nul doute, a été déjà dit bien des fois.» Certains chapitres de l'ouvrage, à l'évidence, n'étaient pas d'une nécessité absolue, mais comment rester insensible à la lecture de ce chapitre bouleversant et pudique intitulé «Une dispersion des cendres», où C. Djerassi raconte la recherche éperdue du cadavre de sa fille Paméla, qui s'est suicidée au fond d'un bois ?

Reste à faire l'éloge du récit de l'aventure proprement scientifique de ce jeune juif mi-Autrichien, mi-Bulgare, né à Vienne en 1923 et émigré aux États-Unis en 1939 à la suite de l'Anschluss. Dès le troisième chapitre du livre, le lecteur sera plongé, sous la surveillance d'un maître nageur qui connaît son métier, dans le grand bain de la chimie des hormones annoncé par le titre. Il assistera à la naissance de la pilule anti-ovulatoire qui a changé la vie de millions de femmes. Plus tard, il accompagnera C. Djerassi dans ses réflexions sur les conséquences socio-économiques considérables d'une recherche sur les *stéroïdes*, dans le style de ce qui se faisait à l'époque, sans moyens exceptionnels, dans un petit laboratoire mexicain.

Pour celui que la vulgarisation passionne, mais qui se retrouve juge et partie devant l'un des rares ouvrages qui porte sur l'exploration d'un domaine qu'il connaît trop bien, il n'est guère possible de garantir que ce livre soit facile pour tout le monde. Je me risque cependant à dire que je ne connais pas de tentative plus vivante que cette autobiographie pour donner une idée de ce que peut – aussi – être la chimie de ce siècle.

Jean JACQUES

Histoire des sciences

Bain de science

Sven Ortoli et Nicolas Witkowski. Éditions du Seuil, 1996.

Quand Roland Barthes offrit ses mythologies à un public gavé de signifiant et depuis longtemps oublieux du signifié des choses, ce fut pour beaucoup une illumination qui se répandit bien au-delà du cercle restreint des lecteurs. Il est vrai que les idées, comme les prions de la vache folle, ne se propagent pas par contact direct avec l'agent infectieux, mais par une sorte de mimétisme, à son tour, source féconde de mythes scientifiques. Le livre de Sven Ortoli et Nicolas Witkowski se situe dans la lignée de l'œuvre de Barthes ; cela suffit à en indiquer l'importance, que ne parvient pas à masquer le style enjoué et dépourvu de pédantisme.

Plus la science est présente dans la société et moins elle est objet de savoir, fonctionnant comme un mystère porteur d'une vérité révélée qui finit par sédimenter, comme jadis la religion, sous forme de breloques et d'images pieuses. «À défaut de comprendre les tenants et aboutissants d'une nouvelle théorie, [on se contente] – comme les amateurs d'autographes, les rockers qui collectionnent pieusement des bouts de veste de Johnny, ou les enfants qui conservent dans un tiroir un trésor de ressorts carrés, d'engrenages et de bouts de ficelle – d'en saisir le contexte, l'accessoire, pour l'ériger en relique sainte dans son petit musée personnel.»

La science, comme la religion, possède ses héros fondateurs. Archimède, le premier d'entre eux, a bondi nu et trempé hors de son bain en criant *euréka*