

enfants d'Israël désignaient les guelfes. Ce genre de convention est utilisé dans les argots professionnels, où des doubles sens ne sont compris que des initiés.

La méthode des lettres repérées est aussi un moyen de stéganographie pure très apprécié. Bien sûr, l'acrostiche (la première lettre de chaque mot ou vers constitue le message caché) en est l'exemple le plus connu, mais d'innombrables variantes moins évidentes ont été inventées. Ainsi, au milieu du XVII^e siècle, sir John Trevanion, partisan de Charles I^{er}, fut arrêté par les hommes de Cromwell et enfermé au château de Colchester. Alors qu'il attendait une condamnation à mort, on lui remit une lettre dont on peut penser qu'elle avait été soigneusement examinée par ses gardiens. Il remarqua toutefois que certaines virgules étaient étrangement placées et repéra alors qu'en prenant la troisième lettre après chaque signe de ponctuation il obtenait le message *Panel at east end of chapel slides* (le panneau à l'extrémité Est de la chapelle peut glisser). Il demanda à être seul dans la chapelle pour y prier et... s'évada.

Dans le livre de D. Hofstadter *Gödel, Escher, Bach*, un message a été codé par une méthode de lettres absentes : c'est un exemple où la stéganographie ne fait pas perdre de place, mais au contraire en fait gagner. Dans la version française, à la page 454, il manque trois lettres qui sont un «f», un «i» et un «n».

Bien des exemples de messages par lettres marquées pourraient être cités, comme celui du «nègre» qui laisse son nom caché dans le manuscrit qu'il rédige pour un autre. Il n'empêche que le plus magnifique exemple de stéganographie pure appartient à la littérature française et je vous invite à lire attentivement le texte que George Sand envoya à Alfred de Musset. En faisant l'inverse de l'opération consistant à lire entre les lignes, vous découvrirez un ardent message qui éclaire les sentiments romantiques.

Une tradition de stéganographie pure est bien sûr la contrepèterie, aussi nommée art de décaler les sons. Il s'agit d'un art plus pratiqué qu'on ne le croit et auquel même les plus sérieuses des revues s'adonnent discrètement (parfois à l'insu des auteurs inattentifs). Un spécialiste physicien, auteur régulier de *Sur l'album de la Comtesse*, en glisse dans la plupart des phrases qu'il prononce, ce qui est gênant et brouille l'écoute.

DES STÉGANOGRAPHIES CHEZ LES VIRUS

La biologie moléculaire est si pleine de merveilles qu'il n'est pas surprenant d'y rencontrer des situations assimilables à de la stéganographie.



D. Kálm

2. Dessin comportant un message caché. Le message est codé en Morse dans les herbes (longues ou courtes) du bord de la rivière. Une herbe longue est un trait, une herbe courte un point. Le message signifie : *Compliments of CPSA MA to our chief Col Harold R. Shaw on his visit to San Antonio May 11th 1945.*



Londres National Gallery

3. *Les ambassadeurs*, de Hans Holbein, 1533. Un crâne humain est caché dans le bas du tableau, qu'on ne «décode» qu'en regardant le tableau sous incidence rasante selon la direction de la flèche jaune (ajoutée). Ce genre de déformation appliquée à une image pour la cacher s'appelle une anamorphose. Très populaire aux XVII^e et XVIII^e siècles dans le Nord de l'Europe et en France, ce jeu avec la perspective captiva Descartes.

Les virus sont très petits et disposent donc de peu de place pour coder les protéines (les constituants de base des êtres vivants) qui les composent. Les virus cherchent en conséquence à utiliser au mieux la longueur de leur ADN. Les parties codantes d'un ADN, lorsqu'on en lit les lettres – appelées nucléotides – par groupes de trois décrivent une succession d'acides aminés (il y en a 20) qui constitue le «plan» des protéines. Le plus souvent, si on ne démarre pas la lecture au bon endroit, le message disparaît.

Dès qu'on a établi le contenu de génomes entiers, un phénomène étonnant est apparu : le codage, par une même séquence d'ADN, de deux protéines différentes. La première protéine est déterminée quand on groupe les lettres trois par trois à partir d'une position fixée, la seconde est obtenue en décalant la lecture d'un ou deux nucléotides, ce qui conduit à une suite de triplets différents qui code une autre protéine.

Dans la carte génétique du virus ϕ X174, un des premiers génomes dont la séquence complète de nucléotides a été identifiée, il existe deux endroits où un gène est entièrement inclus dans un autre. Ailleurs, un petit bout de séquence du génome viral a une triple fonction et constitue ainsi une sorte de «stéganographie à trois étages».

Le mécanisme d'épissage de l'ADN qui, en enlevant certaines parties des séquences génotypiques, extrait ce qui

donne les protéines, crée lui aussi des situations où un même texte code plusieurs choses à la fois. Avec ce mécanisme appelé épissage différentiel, il arrive que quatre protéines différentes soient concoctées à partir d'un même «texte» de base.

Chez les eucaryotes (les êtres vivants dont les cellules possèdent un noyau), seule une petite partie du génome code des protéines, et l'utilité du reste de l'ADN est mystérieuse. Nous savons lire le message caché de l'ADN, mais pas le message de surface (s'il existe) : la situation est une stéganographie inversée!

LA STÉGANOGRAPHIE DES DEVINS ET DES TRICHEURS

À l'opposé de la stéganographie naturelle, les bases des tours de «télépathie» sont complètement artificielles. En voici un exemple que vous pourrez pratiquer vous-même. Vous dites à l'un de vos amis que vous allez faire un exercice de transmission de pensée avec un télépathe que vous connaissez et avec lequel vous avez réussi à ajuster vos ondes cérébrales. Votre ami choisit une carte dans un jeu de cartes (si vous n'avez pas de jeu sous la main, il choisit sa carte mentalement). Votre ami vous indique la carte choisie : le roi de pique, par exemple. Vous composez alors le numéro de téléphone de votre ami «télépathe». Il décroche, vous dites : «Allô!, Monsieur

Dujardin, ici Jean, je voudrais tester notre ajustement mental, je vais penser à une carte, devinez laquelle.» Vous passez l'écouteur à votre ami présent et, au bout de quelques secondes pendant lesquelles vous faites toutes sortes de simagrées attestant que vous communiquez mentalement avec le télépathe, votre ami l'entend dire qu'il s'agit du roi de pique.

Le truc est, bien sûr, que le télépathe ne s'appelle Dujardin que si la carte choisie est le roi de pique, et que pour chaque autre carte il a un autre nom. La liste des noms associés aux cartes est écrite sur un petit papier que vous avez consulté rapidement avant de lui téléphoner et qu'il a près de son téléphone. Henry Broch, spécialiste français du paranormal, raconte qu'il a utilisé ce truc en confiant à une tierce personne le soin de donner le coup de téléphone, ce qui renforce encore l'effet. Bien d'autres trucs du même genre et nécessitant parfois l'apprentissage préalable de longues listes de phrases convenues sont utilisés par les professionnels du spectacle, conduisant parfois à des numéros époustouffants. La communication secrète par gestes discrets intervient aussi dans ce genre de tours, ainsi bien sûr que dans de nombreuses méthodes de tricheries aux jeux de cartes.

L'IMMENSITÉ DE LA MER POUR SE CACHER

On comprend aisément que, lorsque le message anodin est long, il est aisé d'y glisser un autre message invisible pour le non-initié. Noyer de l'information passe facilement inaperçu si l'eau dans laquelle on noie le secret est disponible en grande quantité. Il n'y a d'obstacles à la stéganographie que lorsque le message anodin est court, comme c'est le cas pour les contrepèteries ou pour les tours de télépathie. Des résultats en théorie de l'information confirment qu'une petite quantité d'informations noyée par stéganographie dans une grande quantité d'informations est pratiquement indécélable.

Aujourd'hui, des milliards de données parcourent le monde, et l'utilisation de la stéganographie assure parfaitement la discrétion des messages qu'on peut vouloir masquer. Le service de censure dont nous parlions tout à l'heure, mis en place par le gouvernement américain après Pearl Harbor, n'aurait plus aucun sens, car il faudrait tout interdire : l'envoi de cassettes audio et vidéo ou de disquettes informatiques, les communications par fax, la télévision, et bien sûr les communications utilisant le réseau *Internet*. Les progrès techniques facilitent la vie des espions.

LA SUITE DE PROUHET-THUE-MORSE, UN MESSAGE FRACTAL

Un message s est composé de '0' et de '1', et est tel que l'opération f , qui transforme 01 en 0 et 10 en 1, donne des messages $f(s)$, $f(f(s))$, etc., tous intéressants. Quel est s ?

Si s commence par 0, alors s commence par 01 (car f doit pouvoir s'appliquer). Donc $f(s)$ commence par 0, et donc par 01 (car f doit pouvoir s'appliquer à $f(s)$). Donc $f(f(s))$ commence par 0, et donc par 01, etc.

On en déduit alors que :

$s = 0110100110010110 1001011001101001 1001011001101001 0110100110010110...$

Le message trouvé est la suite de Prouhet-Thue-Morse.

Si s commence par 1, on trouve que s est le message «en négatif» de la suite de Prouhet-Thue-Morse.

4. La suite de Prouhet-Thue-Morse possède des propriétés fascinantes, dont celle-ci : en prenant un élément sur deux de la

suite, on l'obtient à nouveau. Elle est donc «contenue en elle-même». Les objets fractals possèdent la même propriété : ils codent dans une partie d'eux-mêmes ce qu'ils sont globalement. On peut donc les considérer, eux aussi, comme des cas de stéganographie triviale (car le message codé est le même que le message support) infiniment profonde (car il y a un message codé dans le message, puis un autre encore dans le message codé, etc.).