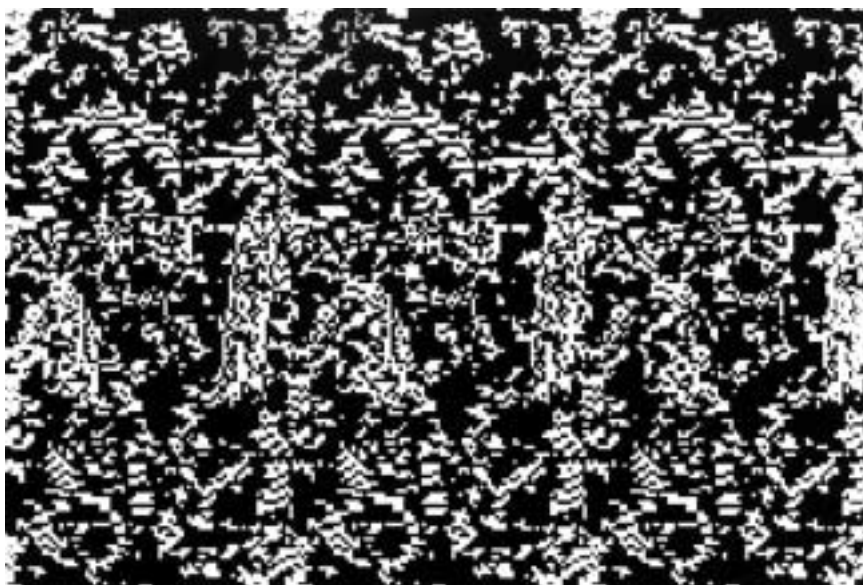




J. Ninio

6. On a découvert récemment une nouvelle façon de cacher une image dans une autre. Pour voir l'image cachée (le mot «fin») : prenez l'image face à vous et collée contre votre nez et éloignez-la lentement : le relief va apparaître et le message. Patience. Ce stéréogramme a été mis au point par Jacques Ninio (ENS).

un miroir cylindrique. L'exemple le plus célèbre est celui du crâne caché dans le tableau de Hans Holbein *Les ambassadeurs*, peint en 1533.

QUELQUES RÉPONSES THÉORIQUES

L'idée qu'un message puisse comporter deux niveaux de lecture et même trois, comme nous l'avons évoqué à propos de la biologie, conduit à la question : est-il possible de créer des messages ayant une infinité de niveaux de lecture ? Que l'Univers soit un tel message est une idée qui nous amuse aujourd'hui, mais ne nous convainc pas, contrairement au Moyen Âge qui voyait des messages divins dans tous les objets du monde et trouvait séduisante cette perspective infinie de messages emboîtés. La théorie, par exemple, que chaque germe animal contient tous ses descendants enchâssés les uns dans les autres comme des poupées russes était communément admise, et en particulier fut défendue par Malebranche. Nous proposons de ramener le problème à une question mathématique précise.

Existe-t-il des messages infiniment profonds ? Pour simplifier le problème, imposons à la méthode de décodage d'être uniforme : pour lire le message de niveau n , on appliquera une méthode de décodage au message de niveau $n - 1$ et ce sera toujours la même méthode. La question rendue formelle est donc : « Peut-on créer une fonction de décodage f et un message infini M , tels que $M, f(M), f(f(M)), \dots$, soient des suites mathématiques intéressantes ? » (si l'on n'exigeait pas des

suites obtenues d'être intéressantes, la réponse serait trivialement oui).

Il existe sans doute plusieurs façons de répondre à cette question, je vais juste en présenter une. Imposons au message de n'utiliser que des «0» et des «1», et à la méthode de décodage d'être celle qui transforme chaque paire de symboles «01» en «0» et chaque paire «10» en «1». Remarquez que cela entraîne que le message de base et les messages codés ne contiennent que des paires «01» et «10».

Les contraintes sont maintenant tellement fortes que notre problème ne comporte plus que deux solutions (la seconde s'obtient en inversant le rôle des 0 et des 1 dans la première). Un peu de réflexion ou la lecture de la figure 4 vous les feront trouver.

Une des contraintes du problème semble avoir été oubliée : comment est-on certain que les messages codés à chaque niveau sont intéressants, ainsi que l'énoncé du problème le stipulait ? La réponse rappellera le paradoxe du plus petit nombre inintéressant (qui ne peut exister, car sinon il serait intéressant du fait de sa définition) et elle consiste à dire : (1) d'abord le message est le même à chaque niveau (c'est facile à vérifier) et donc il suffit de montrer que chacune des deux solutions est une suite intéressante ; (2) puisqu'il n'y a que deux solutions (et donc une seule à une inversion près des 0 et des 1), elles constituent des suites mathématiques remarquables et donc intéressantes.

La suite de profondeur infinie trouvée comme solution de notre problème possède toutes sortes de propriétés

remarquables. Elle s'appelle la suite de Prouhet-Thue-Morse et ne contient jamais trois fois consécutivement la même sous-séquence ; de plus, elle est stable lorsqu'on en enlève un élément sur deux (ce qui veut dire qu'une autre fonction de décodage que celle envisagée ci-dessus pourrait être utilisée) et c'est donc une sorte d'objet fractal : on la retrouve en elle-même en plus petit. Notons en passant que les objets fractals géométriques peuvent être vus comme des messages stéganographiques infiniment profonds se codant eux-mêmes.

LA STÉGANOGRAPHIE SUPERPURE ET DIEU

Toujours dans le domaine des mathématiques pures, Carl Sagan dans son roman *Contact*, dont le thème est la recherche d'intelligences extraterrestres envisageait un cas extraordinaire de stéganographie qu'on pourrait qualifier de «superpure» –, car le message anodin est le nombre π et ne contient donc rien d'arbitraire. En en calculant les décimales assez loin, Carl Sagan imagine qu'on finit par y découvrir de longues plages composées essentiellement de zéros qui, lorsqu'elles sont alignées les unes contre les autres, font apparaître un dessin de cercle parfait. Cette improbable stéganographie dans un texte fixé de toute éternité était interprétée comme la signature d'une intelligence ayant précédé l'Univers. Si un jour on trouve un message dans les décimales de π (ce qui ne s'est pas produit aujourd'hui), alors je crois, comme Carl Sagan, qu'on pourra effectivement y voir une preuve absolue de l'existence de Dieu. N'avais-je pas dit que la stéganographie était importante ?

J. NINIO, *Stéréomagie*, Éditions du Seuil, Paris, 1994.

J. BALTRUSAITIS, *Anamorphoses*, Flammarion, Paris, 1984.

H. BROCH, *Le paranormal*, Éditions du Seuil, Paris, 1985.

J. GUINEL, *Guerres dans le cyberspace : services secrets et Internet*, La Découverte (Enquêtes), Paris, 1995.

D. R. HOFSTADTER, *Gödel, Escher, Bach ; les brins d'une guirlande éternelle*, Inter-Éditions, 1985.

D. KAHN, *La guerre des codes secrets : des hiéroglyphes à l'ordinateur*, Inter-Éditions, Paris 1980 (traduction de *The Codebreakers*, The Macmillan Company, New York, 1967).

B. SCHNEIER, *Cryptographie appliquée*, International Thomson Publishing, Paris, 1995.

Agronomie

INRA, 50 ans d'un organisme de recherche

Jean Cranney. Éditions de l'INRA, 1996.

Les mondes de l'agriculture, une recherche pour demain

Michel Sébillotte. Éditions de l'INRA.

L'INRA a 50 ans, et cet organisme, tout en fêtant son anniversaire, a tenu à se pencher sur son passé récent, afin de mieux envisager l'avenir. Jean Cranney et Michel Sébillotte apportent, chacun à leur manière, des témoignages et des éléments de réflexion.

De J. Cranney, on apprend ainsi que, le 18 mai 1946, l'Institut national de la recherche agronomique était créé. En fait, la recherche agronomique officielle est bien plus ancienne, en France : dès 1878, apparaissent les stations agro-

nomiques, qui se multiplient rapidement, puis des stations entomologiques et zoo-techniques. En 1920, on tente de mettre sur pied, à côté des laboratoires des écoles supérieures d'agriculture, un office central de recherches scientifiques appliquées à l'agriculture. L'année suivante, la loi de finances du 30 avril fonde l'Institut de recherches agronomiques (et non l'Institut national de recherches agronomiques), dont le centre national s'établit dans le grand parc du château de Versailles, sur une parcelle de 44 hectares, avec des centres régionaux à Bordeaux, Clermont-Ferrand, Antibes et Colmar. C'est sur ces bases solides que pourra se développer le nouvel institut.

Au sortir de la Seconde Guerre mondiale, le redressement de notre pays passe par une agriculture moderne, plus productive, assurant une meilleure alimentation de la population, ainsi que par la promotion sociale des agriculteurs. Ces objectifs ne peuvent être atteints que grâce aux sciences et aux techniques.

M. Sébillotte montre comment s'ouvre alors, pour l'agriculture, une période faste, que l'on a surnommé les Trente Glorieuses, entre 1945 et 1975, où la

recherche agronomique tente de répondre à tous les problèmes d'amélioration des plantes, de protection des cultures ou de production animale, avec un tel succès que notre pays vient à l'avant-garde de l'Europe, se plaçant en deuxième exportateur mondial, derrière les États-Unis.

Nombreux sont les résultats obtenus par l'INRA : mise au point d'hybrides de maïs, de tournesol ou de colza, rendements accrus pour nombre de productions, doublement, en 30 ans, de la production laitière des vaches, insémination artificielle, sexage des embryons, protection des plantes, économie de fumure azotée, conservation des aliments... Ainsi, jusqu'aux années 1980, la recherche agronomique a pour principale mission d'aider l'agriculture à développer qualitativement et quantitativement sa production. Au cours de l'expansion de l'agro-alimentaire, l'INRA favorise la découverte de procédés originaux de conservation. Quelques résultats récents ont été présentés dans un cahier spécial encarté dans le numéro de juin 1996 de *Pour la Science*.

Après avoir ainsi contribué à conquérir l'indépendance économique, l'Insti-



Jacques d'Aguilar

Il y a 50 ans, les premiers bâtiments construits au CNRA, à partir de 1924, dans une parcelle du grand parc du château de Versailles.