

De la fuite dans les idées

DENNIS SHASHA

Parmi neuf conseillers, trois divulguent des informations confidentielles à la presse. Aidez le directeur à les démasquer.

Le directeur d'une organisation est inquiet : il a partagé quelques confidences avec neuf de ses plus proches conseillers, et, dès le lendemain, certaines d'entre elles ont fait la une des journaux. Il y a donc des fuites dans son entourage ! Une technique simple pour démasquer le ou les coupables consiste à donner à chacun des conseillers une fausse information différente, puis d'attendre la parution des journaux. Toutefois, cette méthode est insuffisante : en effet, les rédacteurs en chef ne publient que les informations attestées par au moins trois personnes. Notre directeur est cependant sûr qu'il n'y a que trois traîtres.

S'il donne la même fausse information à chaque conseiller, elle sera publiée, mais il n'apprendra rien. S'il transmet une fausse information à un ou deux conseillers, elle ne sera pas publiée. Il peut choisir de donner une information à chaque trio possible de conseillers, mais il y a 84 trios pour 9 conseillers ! C'est trop. Aussi se décide-t-il pour la stratégie suivante : chaque jour, il cédera une information à un groupe de quatre. Quand l'une des informations sera publiée, il aura réduit le nombre de trios suspects à quatre.

Il désire démasquer les trois coupables en réduisant le nombre de fuites à deux, c'est-à-dire une émanant du groupe de quatre, la seconde du trio de traîtres. Par ailleurs, il souhaite utiliser moins de 25 fausses informations. Aidez-le à sélectionner les groupes de quatre de façon à ce que l'un d'eux soit à l'origine d'une fuite et qu'il puisse ensuite identifier le trio corrompu.

Pour nous entraîner, supposons que le premier jour, le directeur donne une fausse information aux conseillers 1, 2, 3 et 4, puis le deuxième jour, une deuxième fausse information aux conseillers 2, 3, 4 et 5 : aucune n'est reprise dans la

presse. Toutefois, la troisième fausse information, donnée aux conseillers 1, 2, 4 et 5, s'étale dans les journaux. Quels sont les trios suspects ? Seuls deux des quatre que l'on peut constituer à partir du troisième quartet : 1, 2 et 5 ; 1, 4 et 5. En effet, si l'un des deux autres trios (1, 2 et 4 ; 2, 4 et 5) était coupable, l'une des deux premières fausses informations aurait été publiée. Puisque le directeur sait qu'il n'y a que trois indicateurs, il n'a qu'à tester l'un des deux trios.

Le directeur pourrait identifier le trio d'informateurs à l'aide de beaucoup moins de fausses informations s'il en transmettait certaines à plus de quatre conseillers et s'il s'accordait plus de deux fuites dans la presse. Comment s'y prendrait-il ?

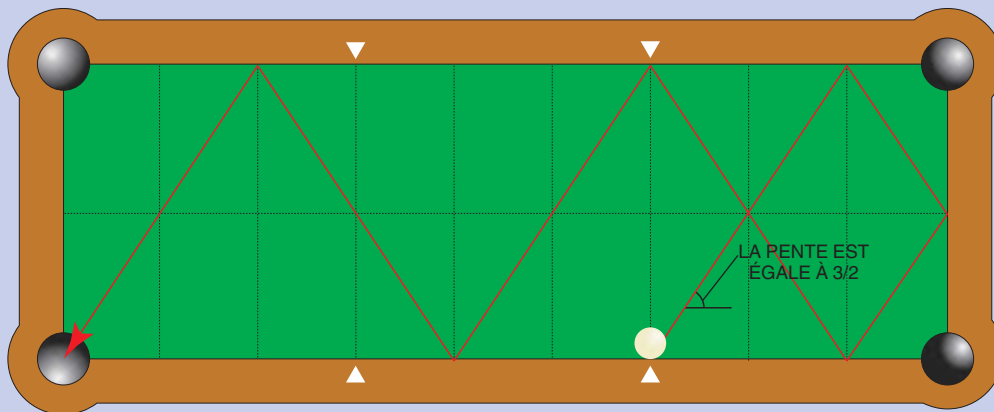
La solution de l'énigme sera donnée le mois prochain, et sera bientôt disponible sur le site Internet : www.pourlascience.com



Solution du problème d'énigmats du numéro 301

Un tir avec une pente égale à $\frac{3}{2}$ envoie la boule dans le trou du coin Sud-Ouest de la table, de coordonnées (0, 0),

après exactement six rebonds (voir la figure). Des pentes égales à $\frac{1}{8}$ ou à $\frac{2}{5}$ sont aussi des solutions.





Le squelette du jardin

MICHAEL LYONS • GERT VAN TONDER

La mystérieuse séduction d'une composition rocailleuse du XVI^e siècle correspond à un modèle neurobiologique de la perception visuelle.

La frénésie du centre ville de Kyoto, au Japon, vous agresse et vous trouvez refuge dans le monastère Ryoanji. Là, la contemplation de son jardin sec, un karesansui, inscrit au patrimoine de l'humanité par l'UNESCO, vous apaise et la sérénité vous envahit. Vous êtes comme l'un des milliers de visiteurs annuels de ce temple qui y trouvent la quiétude.

Les 15 pierres moussues, qu'il est impossible de voir simultanément, semblent dispersées au hasard sur un parterre de graviers, ratissé quotidiennement, d'environ 200 mètres carrés. Pourtant, une secrète harmonie s'en dégage. Nous avons analysé cette composition pour rochers et graviers et élucidé le mystère de sa structure.

Ce monastère été édifié pendant l'ère de Muromachi, lors du règne des Shoguns de la famille des Ashikaga, qui dura de 1333 à 1573 et qui fut une période faste

pour de nombreuses formes d'art. Selon certaines sources, le maître Soami (1472-1523) serait le créateur du jardin, mais cette paternité est controversée.

Plusieurs exégètes ont vu dans les rochers la représentation symbolique d'une tigresse traversant la mer avec ses petits ou bien, d'idéogrammes chinois signifiant *cœur* ou *esprit*. Cependant, de telles interprétations n'expliquent pas la fascination qu'exerce le jardin sur l'observateur. L'analyse de l'ensemble révèle un tout autre dessein de la part du concepteur.

La méthode employée consiste à déterminer les axes médians, aussi nommés axes de symétrie locale, de l'espace ratissé. De quoi s'agit-il ? Imaginez qu'au lieu de graviers, le parterre soit constitué d'une matière à combustion lente. De l'ignition des agrégats rocheux, traités comme des points, naîtraient cinq foyers qui se propageraient radialement (voir la figure 1) : l'ensemble des points

où les fronts incendiés se rencontrent constitue les axes médians, ou les médiatrices des segments joignant deux foyers proches. Chaque point de ces axes est équidistant de deux sites d'ignition, c'est-à-dire des blocs rocheux. Les points triples sont à égale distance des trois blocs environnants. Appliqué au jardin, ce traitement met en évidence le «squelette», c'est-à-dire les lignes noires de la figure 2.

Nous avons perfectionné notre modèle de façon à révéler les axes de symétrie de foyers proches, par exemple, les deux foyers rouges de la figure 2, mais aussi ceux de foyers éloignés (*en vert sur la figure 2*). Au final, ce modèle met en évidence, pour chaque point du jardin, son degré de symétrie locale selon des niveaux de gris. En d'autres termes, un point situé sur un axe de symétrie est noir, et plus il en est éloigné, plus il est clair.

L'ensemble des axes de symétrie constitue un arbre dichotomique dont le



tronc converge vers le point de vue d'où la majorité des visiteurs regarde le jardin, c'est-à-dire le balcon du temple (*voir la figure en bas de l'article*). De plus, le motif est autosimilaire : la longueur moyenne des branches décroît régulièrement du tronc vers les plus fins rameaux. Cette régularité indiquerait une intention lors de la conception du jardin et une organisation en accord avec le bâtiment du monastère.

Pour confirmer cette hypothèse, nous avons déterminé les axes médians du jardin, d'une part, quand un des blocs de rochers est enlevé ou ajouté et, d'autre part, lorsque les blocs sont disposés de façon aléatoire : dans tous les cas, les «squelettes» obtenus sont irréguliers et ne montrent aucune harmonie.

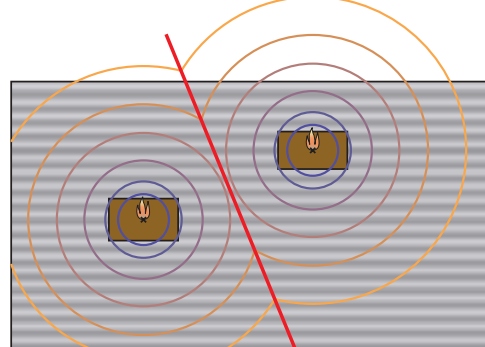
Que nous apprennent ces axes médians sur la perception du jardin? Notre modèle est similaire à celui de la perception visuelle étudié, en 1994, par Ilona Kovacs, aujourd'hui à l'Université Rutgers : elle a montré que pour une forme quelconque, telle une silhouette humaine (*voir la figure à côté du titre*), notre sensibilité inconsciente est maximale au niveau des axes médians. En 1998, ce modèle a été corroboré par des analyses électroencéphalographiques : les axes de symétrie locaux participent bien à la perception des formes. Ainsi, le modèle des neurobiologistes appliqué au jardin zen du temple Ryoanji montrerait que sa séduction n'est pas fortuite.

La détermination des axes de symétrie locale n'est pas réservée à l'étude

de la seule perception visuelle. Ces méthodes d'analyse d'images ont été inventées au début des années 1970 par Harry Blum, alors à l'Institut américain de la santé. Depuis, elles sont utilisées dans de nombreux domaines, par exemple, la compression d'une image en vue de son stockage et de son transfert. En effet, le squelette conserve la plupart des propriétés topologiques de la forme initiale et l'on peut la reconstituer à partir des données de son squelette. Par ailleurs, le nombre de points triples est un critère de différenciation des formes à partir de leur squelette.

En outre, la détermination des axes médians permet de dessiner, pour un ensemble de points nommés sites, un diagramme de Voronoï, c'est-à-dire un découpage du plan en régions dont les points sont plus proches de leur site que de n'importe quel autre. Ces diagrammes ont de multiples applications : en archéologie, ils révèlent les zones d'influence de tel ou tel clan ; en géologie, ils délimitent les filons de minéral à partir de quelques carottages ; en zoologie, ils mettent en évidence les territoires d'animaux ; en mathématiques, ils trouvent le plus proche voisin d'un point donné parmi un ensemble. Et aujourd'hui, ils percent les secrets de la philosophie zen !

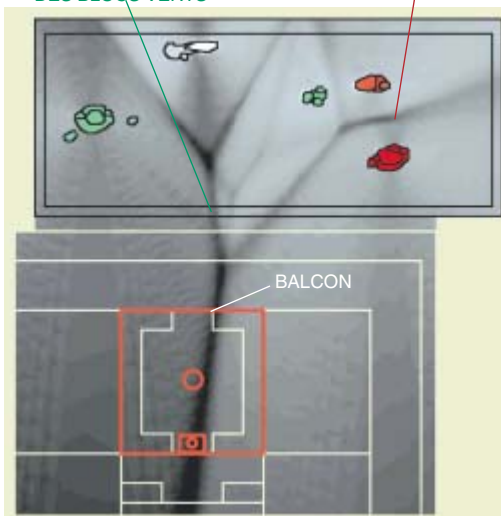
Michael LYONS travaille aux Laboratoires ATR des sciences de l'information, Gert van TONDER, à l'Université de Kyoto.



1. Les axes de symétrie locale d'un espace (en gris) correspondent aux lignes de rencontre de feux allumés en des points donnés et qui se propagent à la même vitesse.

AXE DE SYMÉTRIE
DES BLOCS VERTS

AXE DE SYMÉTRIE
DES BLOCS ROUGES



2. Les axes médians du jardin du monastère Ryoanji (les lignes noires) constituent un arbre dichotomique dont le tronc passe par le balcon, lieu privilégié d'observation. Le gris de chaque point indique le «degré de symétrie» par rapport à des rochers proches ou éloignés.





Les mélanges du froid

JEAN-MICHEL COURTY • ÉDOUARD KIERLIK

Nos réfrigérateurs fonctionnent bien grâce à des mélanges de bonne composition qui se liquéfient ou se solidifient comme des corps purs.

La transformation d'un solide en liquide (liquéfaction) et d'un liquide en vapeur (vaporisation) absorbe de la chaleur. Cette chaleur «latente» est prise à l'environnement, ce qui le refroidit. Quand on exploite cette propriété pour produire et conserver du froid, les produits changeant d'état doivent être faciles à obtenir, bon marché et inoffensifs ; en outre, les températures des changements d'états doivent être voisines de celles utilisées en réfrigération. Aucun corps pur ne vérifie tous ces critères et les frigoristes obtiennent un meilleur compromis avec des mélanges binaires particuliers : les azéotropes et les eutectiques.

Dans une chaîne frigorifique, un fluide réfrigérant extrait la chaleur d'une enceinte et l'évacue vers l'extérieur. D'abord liquide, le fluide est partiellement vaporisé dans le détendeur, puis parvient dans l'évaporateur, où il achève de changer d'état. Il absorbe ainsi la chaleur de l'enceinte. Comprimé, il est ensuite introduit à haute pression dans le condenseur, où il cède sa chaleur à un radiateur, avant de redevenir liquide. Puis le cycle reprend.

Un réfrigérateur met donc à profit la chaleur latente du fluide réfrigérant : la quantité de chaleur nécessaire pour le vaporiser. Ainsi l'ammoniac (NH_3) bout à -33°C sous une atmosphère. La chaleur latente de vaporisation d'un gramme d'ammoniac est de 1 300 joules, beaucoup plus grande que la «chaleur sensible» échangée lors de variation de température sans modification de l'état physique : il suffit ainsi de 130 joules pour abaisser de près de 60 degrés (de 25°C à -33°C) la température d'un gramme d'ammoniac gazeux.

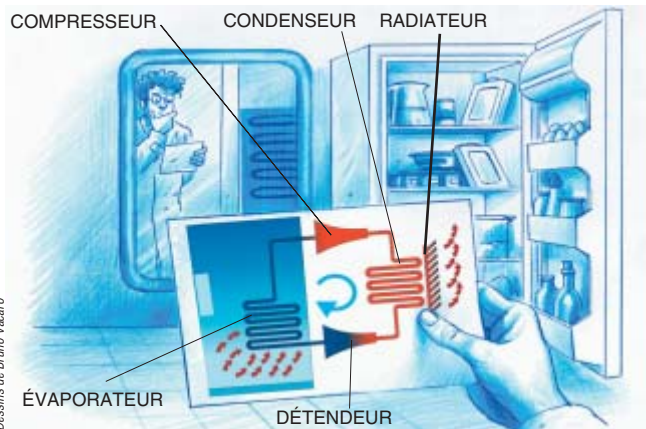
Un bon fluide réfrigérant doit passer de liquide à vapeur à une pression supérieure à la pression atmosphérique et à une température inférieure à 0°C . Il doit aussi être stable chimiquement, non inflammable, non corrosif... et bon marché. Finalement, il ne doit pas être toxique.

L'ammoniac est un corps pur doté des propriétés physiques appropriées ; toutefois son usage a été progressivement banni de nombreux systèmes, car il est toxique. Un autre corps pur, le dichlorodifluorométhane (CCl_2F_2) serait un liquide réfrigérant idéal, s'il ne faisait partie des «CFC» qui détruisent la couche d'ozone. Après l'interdiction des CFC en 1989, les frigoristes ont recherché une alternative. Comme aucun corps pur ne correspondait à leur «cahier des charges», ils se sont tournés vers les mélanges à deux composants.

DISTILLATEURS À LA RESCOURSSE

L'évaporation d'un mélange binaire est un phénomène plus complexe que celle d'un corps pur, car les deux composants ont des volatilités différentes. Les distillateurs exploitent cette différence pour distiller des «alcools forts». L'éthanol (l'alcool!) est plus volatil que l'eau. Sous la pression atmosphérique, il bout à $78,4^\circ\text{C}$, température nettement inférieure à 100°C . Pour cette raison, la vapeur qui surmonte un mélange alcoolique porté à ébullition, du vin par exemple, est enrichie en alcool.

Les distillateurs, après qu'ils ont récolté et malaxé leurs fruits, laissent fermenter plusieurs semaines le moût obtenu. Le jus qu'il en tire ensuite contient environ cinq pour cent d'éthanol, mais produit une vapeur «à 40 pour cent», c'est-à-dire huit fois plus riche en alcool que le liquide distillé. Cette proportion décroît ensuite à mesure que le jus s'appauvrit en alcool. Dans le même temps, sa température d'ébullition augmente en se rapprochant de celle de l'eau, 100°C . Quand la distillation commence, la température d'ébullition est de 90°C (5 pour cent d'alcool dans le jus). Le distillateur arrête l'ébullition quand la température d'ébullition vaut 95°C , car la proportion d'alcool dans la vapeur produite chute sous 20 pour cent (2,5 pour cent d'alcool dans le jus).



Dans un réfrigérateur, la vaporisation d'un fluide absorbe la chaleur interne. Devenu gazeux, ce fluide est transporté à l'extérieur, où il cède sa chaleur avant de subir une compression et une condensation.



La distillation d'un jus alcoolique produit un nouveau mélange plus concentré en alcool. Le même phénomène se produit dans les circuits de réfrigération quand on y introduit un mélange mal proportionné.