

t-il alors dans ce cas ? Le serpent à tentacules anticipe la réaction du poisson (*voir l'encadré page ci-contre*).

D'abord, il utilise une feinte pour l'éloigner de son corps et l'envoyer sur une trajectoire parallèle à ses mâchoires. Puis, avant que le poisson ne bouge, le serpent se dirige vers la future position de sa tête, de sorte que ses mâchoires soient en place avant que le poisson n'arrive. Les événements se succèdent si vite que le serpent ne peut pas utiliser d'informations visuelles pour localiser la proie pendant l'attaque : il doit les anticiper. Dans certains cas, le poisson ne bouge pas ou ne tourne pas dans la direction attendue (une feinte ne réussit pas toujours !), mais le serpent part quand même se placer là où il devrait être pour avaler le poisson (si celui-ci bougeait). Ce comportement confirme que le serpent attaque par anticipation plutôt qu'en pistant sa proie.

La chasse est innée

Parfois, le serpent à tentacules se jette sur un poisson même s'il n'a pas réussi à l'orienter dans la direction escomptée. Toutefois, la plupart du temps, il attend patiemment que sa proie entre dans le piège que représente sa posture en forme de J. J'ai découvert aussi que le serpent a plusieurs types d'attaques anticipées, selon la position du poisson. Par exemple, variant les contorsions, le serpent place sa tête sous son corps pour attraper de face un poisson en fuite. Il semble donc que le serpent choisisse sa stratégie selon la situation. Cette technique d'anticipation soulève une question intéressante : les serpents à tentacules apprennent-ils à anticiper la réaction de fuite du poisson grâce à l'expérience, ou cette capacité est-elle innée, présente dès la naissance ?

Plusieurs des serpents que nous avons au laboratoire ont donné naissance à des petits. Les tests réalisés avec ces serpents nouveau-nés ont montré leur capacité immédiate à anticiper la réaction de fuite du poisson (quand celui-ci est dans la position adéquate) et leur don inné pour les piéger.

En 2010, nous avons observé que cette aptitude innée témoigne de la longue évolution des serpents à tentacules, en tant que prédateurs. Elle soulève une question fondamentale en biologie, celle des rôles respectifs de l'inné et de l'acquis dans le comportement. Le serpent à tentacules se situe à l'extrémité de ce *continuum*, au moins



2. QUAND IL CHASSE, le serpent à tentacules prend une posture en forme de J. Les poissons entrant dans la partie concave de ce J sont alors piégés.

Kenneth C. Catania

en ce qui concerne la capacité d'attaque des serpents nouveau-nés. La réaction prévisible du poisson aux vibrations soudaines de l'eau a entraîné l'apparition d'un comportement inné du serpent – ses attaques anticipées – qui tire profit d'un autre comportement inné du poisson – ses réactions de fuite.

Le fait que le poisson n'ait pas développé de contre-stratégie suggère que le serpent à tentacules agit, comme l'indiquait le paléontologue américain Stephen Jay Gould, en « ennemi rare » : il exploite un comportement qui, d'habitude, est très bien adapté. Les poissons ont de nombreux prédateurs. En général, ce qu'ils ont de mieux à faire quand ils détectent un mouvement suspect de l'eau, c'est de fuir dans le sens opposé. Et ce n'est vraiment pas de chance s'ils tombent nez à nez avec un serpent à tentacules qui a anticipé leur comportement et les prive d'échappatoire.

Quant aux tentacules du serpent, sont-ils utiles à la chasse ? En 2010, avec mes collègues Duncan Leitch et Danielle Gauthier, nous avons déterminé leur fonction. En examinant l'anatomie des terminaisons nerveuses de ces appendices, leurs réactions à divers types de stimulations, ainsi que la façon dont elles communiquent avec le cerveau, nous avons montré que les tentacules sont des organes très sensibles qui captent le moindre mouvement de l'eau (*voir la figure 1*).

Nous avons aussi filmé des serpents en lumière infrarouge : ils sont capables d'attraper un poisson sans le voir. Apparemment, les tentacules permettent au serpent de détecter et de capturer sa proie la nuit ou dans une eau trouble, en captant les vibrations dans l'eau. Ce sont donc d'excellents organes sensoriels qui aident le serpent à « voir » les poissons et à les ingérer. ■

L'AUTEUR



Kenneth CATANIA est professeur de biologie et neurobiologiste au Département de biologie de l'Université Vanderbilt de Nashville, aux États-Unis.

✓ SUR LE WEB

Vidéo sur le serpent à tentacules : www.ScientificAmerican.com/apr2011/catania

✓ BIBLIOGRAPHIE

K. C. Catania, *Born knowing: Tentacled snakes innately predict future prey behavior*, *PLOS ONE*, vol. 5, e10953, 16 juin 2010.

K. C. Catania et al., *Function of the appendages in tentacled Snakes (Erpeton tentaculatus)*, *Journal of Experimental Biology*, vol. 213, pp. 359-367, février 2010.

K. C. Catania, *Tentacled snakes turn C-Starts to their advantage and predict future prey behavior*, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 106, pp. 11 183-11 187, juillet 2009.

HISTOIRE DES SCIENCES

La controverse du gaz d'éclairage

En 1823, la construction d'une immense usine à gaz rue du Faubourg Poissonnière, à Paris, déclenche une si vaste polémique que le gouvernement demande une expertise à l'Académie des sciences...

Jean-Baptiste Fressoz

Demandez à tout bon Français qui lit tous les jours son journal dans son estaminet ce qu'il entend par progrès, il répondra que c'est la vapeur, l'électricité et l'éclairage au gaz.

Charles Baudelaire,
Curiosités esthétiques,
Exposition universelle, 1855.

Symbole de progrès au même titre que les machines à vapeur ou le chemin de fer, le gaz d'éclairage fut aussi l'innovation de la première révolution industrielle la plus controversée. Éclairer n'est pas anodin et remplacer le foyer, symbole de la sphère privée, par des becs à gaz reliés au monde industriel par un vaste réseau technique fait partie des transformations technologiques et domestiques que l'on peut qualifier d'historiques, au même titre que l'électricité, la télévision ou Internet. Et bâtir dans Paris, au milieu des habitations, d'immenses et étranges bâtiments nommés gazomètres, contenant des millions de litres de gaz inflammable, n'allait pas non plus se faire sans discussions.

Car à l'inverse des machines à vapeur ou des usines chimiques reléguées dans les faubourgs industriels, à partir de 1816, le gaz d'éclairage conquiert les lieux à la mode, les théâtres et les opéras, les restaurants et les cafés, les salons de lecture et les passages. Le public parisien est donc directement concerné par ses mauvaises odeurs et par le risque d'explosion. D'où l'extension de la controverse : des articles de journaux, des pamphlets, des ouvrages de

vulgarisation, une pièce de théâtre et même un opéra sont écrits pour défendre ou condamner cette innovation. En 1823, l'écrivain romantique Charles Nodier et le médecin Amédée Pichot publient un important *Essai critique contre le gaz hydrogène*. L'innovation est accusée, entre autres, d'enlaidir le monde en supprimant les ombres et leurs mystères, d'infecter Paris en introduisant l'air miasmatique des marais et de faire perdre le contrôle de la lumière en la rendant dépendante du fonctionnement d'un vaste réseau technique. Nodier et Pichot imaginent ainsi la panique dans un théâtre soudain privé d'éclairage. À l'inverse, une publicité de 1823 met en avant la maîtrise que permet le nouveau mode d'éclairage : dans le même instant, grâce au gaz, un homme saute hors de son lit, allume sa lampe et met en joue des brigands, protégeant ainsi le lit conjugal.

L'utilisation du gaz à des fins insurrectionnelles est aussi débattue. À Londres, le Parlement se demande si des insurgés pourraient faire exploser un gazomètre. Dans le Paris des années 1820, théâtre d'attentats et de complots contre le roi (une dizaine sont déjoués entre 1820 et 1823), le nouveau mode d'éclairage, avec ses tuyaux souterrains conduisant une matière explosive, semblait particulièrement menaçant.

En 1823, la controverse se focalise sur un énorme gazomètre que la Compagnie française du gaz d'éclairage, sous la direction d'Antoine Pauwels, a installé rue du Faubourg Poissonnière, un quartier de Paris très en vogue à l'époque. En examinant les raison-

nements et arguments des partisans et des opposants de ce gazomètre, nous allons voir que l'histoire des controverses techniques est bien plus riche qu'un simple duel entre conservateurs et progressistes.

Explosif en pratique... et en politique

Contenant 5 500 mètres cubes de gaz, ce réservoir est dix fois plus volumineux que les plus grands gazomètres construits par les ingénieurs anglais, qui jouissaient pourtant d'une expérience bien plus longue. Les habitants du quartier Poissonnière qui s'opposent à Pauwels emploient un argument analogue à notre principe de précaution. Certes, admettent-ils, une explosion est improbable, mais ses conséquences seraient telles (certains imaginent Paris entièrement rasé) qu'on ne peut accepter aucune incertitude et il est donc nécessaire d'interdire les gazomètres dans Paris. Malgré les rapports rassurants des académiciens, les opposants défient le gouvernement de prendre la responsabilité morale de l'incertitude scientifique, aussi infime soit-elle.

Politiquement, le gazomètre est aussi un objet explosif. En 1821, le gouvernement libéral du duc de Cazes, renvoyé par Louis XVIII, a cédé le pouvoir à un gouvernement ultraroyaliste. Or le gazomètre, autorisé par le gouvernement précédent, a été financé par des hauts partisans du parti libéral, des nobles d'empire et des francs-maçons – bref, par ceux que déteste le nouveau pouvoir en place. Aussi, lorsqu'en



© Petit Palais / Roger-Viollet

1. L'USINE À GAZ DE COURCELLES, à Paris, huile sur toile d'Ernest-Jean Delahaye (1855-1921). Derrière les vapeurs, on distingue, au fond à droite, la silhouette du gazomètre de l'usine, où est stocké le gaz d'éclairage produit. Celui-ci est fabriqué à partir de houille : chauffé dans des cornues

à gaz, le charbon est transformé en coke et en gaz impur, lequel est purifié par refroidissement (le gaz d'éclairage s'échappe, tandis que les déchets – goudron et eau ammoniacale – se condensent) et acheminé vers le gazomètre, une immense cloche retournée sur une cuve remplie d'eau.

septembre 1823, le Conseil d'État casse l'autorisation administrative accordée à Paulwels, la presse libérale crie au scandale : sous prétexte de sécurité, y lit-on, le gouvernement menace de destruction « ce monument honorable de l'industrie nationale » pour de sordides raisons politiques.

Savants français versus témoins anglais

Consultés par le gouvernement pour savoir s'il convient d'interdire les usines à gaz dans les villes, les académiciens français réduisent les gazomètres à un modèle physique simple : le gaz n'explose que lorsqu'il est mélangé avec 4 à 12 fois son volume d'air. Mais puisque les gazomètres sont sous pression, l'air ne peut pénétrer à l'intérieur. Le gaz étant aussi beaucoup plus léger que l'air, le mélange ne se ferait qu'au bout de longues heures. De sur-

croît, poursuivent-ils, la foudre n'est pas à craindre, car, le gaz n'étant pas conducteur d'électricité, la décharge électrique serait conduite par la cloche du gazomètre dans la cuve remplie d'eau qui la supporte. Enfin, les conduites de gaz ne peuvent communiquer d'incendie, car – des expériences l'ont prouvé – une flamme ne peut passer dans un tuyau plus long que son propre diamètre.

Ensuite, les académiciens raisonnent d'une manière analytique. L'événement « explosion d'un gazomètre » est conçu comme la conjonction de sous-événements : une dépressurisation dans le gazomètre, une ouverture dans la cloche, une longue période sans surveillance pour que le mélange se fasse convenablement et, enfin, la présence d'une flamme dans le mélange. Comme chaque événement est supposé improbable, leur conjonction est *de facto* « absolument improbable » ou « chimérique ».

L'AUTEUR



Jean-Baptiste FRESSOZ est historien des sciences, des techniques et de l'environnement, maître de conférences au Collège impérial de Londres.

Cette façon de raisonner n'est pas celle des experts anglais. Ces derniers refusent souvent de donner un avis. Selon le chimiste Humphrey Davy, la différence d'échelle entre le laboratoire et les gazomètres empêche de prévoir le comportement de ces derniers. Le comité de la Chambre des communes organise l'audition d'un grand nombre d'acteurs du gaz aux profils différents : des scientifiques, des ingénieurs, les directeurs des compagnies et même quelques opposants qui ne se privent pas de contredire les experts trop confiants. Le comité parlementaire pointe aussi les oppositions entre les experts.

Au contraire, la procédure d'expertise des académiciens français réduit les oppositions au silence et renforce l'impression de certitude. Le brouillon du rapport indique pourtant que les désaccords ont été présents tout au long de la rédaction. Sur de nombreux points, les académiciens Thénard et Héron de Villefosse s'opposent à leurs collègues Gay-Lussac, Cordier, Prony et Dulong, beaucoup plus optimistes. Plusieurs membres de l'académie, dont le chimiste Louis-Joseph Gay-Lussac, sont d'ailleurs financièrement intéressés au gaz d'éclairage.

Ces pratiques différentes produisent des résultats de qualités inégales. Outre-Manche, en auditionnant des mécaniciens qui mani-

pulaient au jour le jour les gazomètres, le comité de la Chambre des communes recueille des informations précises sur de nombreux problèmes concrets. Par exemple, la chaleur dégagée par les cornues de distillation entraîne la dilatation du gaz contenu dans la cloche ou, à l'inverse, le froid peut faire geler l'eau sous la cloche, obligeant les ouvriers à recourir au feu pour remettre en marche le système. Bref, des problèmes pratiques que les académiciens français n'ont pas envisagés. L'ironie de l'histoire est que les académiciens purent, avant de rédiger leur rapport, lire le compte rendu du comité anglais et prescrire ainsi de bonnes mesures de sécurité, plagiées des propositions des ingénieurs anglais : la mise en place d'une ventilation continue, l'utilisation de matériaux inflammables, la suppression du goudron dans les cuves ou la recherche de fuites avec de l'eau savonneuse.

Qui avait raison ?

Le rapport des académiciens et le règlement de 1824 consacrent la victoire de Pauwels. Son gazomètre reste autorisé. Mieux, il crée un précédent : la loi érigée pour la France entière est conçue pour lui convenir. Le rapport ne préconisant pas de distance de sécurité et laissant libre la taille des gazomètres, l'ordonnance autorise l'im-

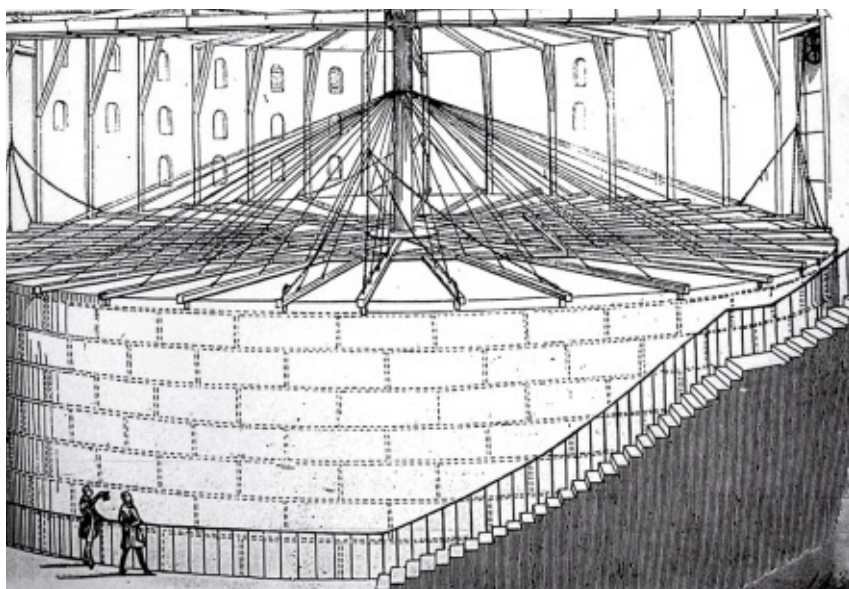
plantation de gazomètres gigantesques au milieu de toutes les villes de France !

Qui des opposants ou des académiciens avait raison ? Les adversaires du gaz critiquaient surtout l'implantation de gazomètres en ville, insistant, malgré les dénégations des entrepreneurs et experts, sur la possibilité d'une explosion. L'avenir leur donna raison : dès 1844 et 1849, des gazomètres explosaient à Paris. Et en 1852, le gouvernement ordonnait que les nouveaux gazomètres soient construits hors les murs. Mais cette décision tardive ne diminuait guère le danger : avec l'extension rapide de l'agglomération parisienne, des usines à gaz aussi éloignées que La Villette ou Ivry furent vite cernées d'habitations. La décision du ministre revint donc à préserver la capitale et à cantonner le risque dans les faubourgs industriels.

Les opposants avaient aussi raison quand ils dénonçaient la toxicité du gaz. Le danger était même plus grand qu'ils ne l'avaient imaginé : en 1823, on redoutait l'insalubrité et le risque d'asphyxie. Or les premiers cas d'empoisonnement au gaz montrèrent que de petites quantités pouvaient tuer : le gaz n'était pas seulement irrespirable, il était toxique.

En outre, les interruptions d'éclairage dans les salles de spectacles causèrent effectivement des centaines de morts. En 1858, 15 personnes furent piétinées au théâtre Victoria de Londres lors d'une panique suscitée par l'interruption du gaz. En 1881, à l'opéra de Nice, le gaz d'éclairage mit feu au décor. Le gaz fut éteint afin d'éviter une explosion, mais, dans la panique, plus de 200 personnes périrent asphyxiées, brûlées ou étouffées. Ce scénario se répéta la même année au Ring de Vienne, où 609 personnes moururent.

Enfin, de nombreux accidents ne furent prévus ni par les opposants ni par les experts – et ne pouvaient guère l'être. Le système créait des effets parfaitement inattendus. Par exemple, jusque dans les années 1880, certaines explosions de gaz étaient inexplicables, car elles avaient lieu sans présence de flamme. On découvrit avec surprise que le gaz mal épuré pouvait contenir de l'acétylène qui, réagissant avec le cuivre des conduites, formait de petites quantités d'acétylure de cuivre, lequel détonait par simple choc. Il fallut



2. LE GAZOMÈTRE construit au 97 rue du Faubourg Poissonnière, à Paris, en 1821.

interdire les conduites de cuivre et surveiller la présence d'acétylène dans le gaz.

Des technologies de différentes générations pouvaient interagir de façon inattendue. Le 12 juillet 1883, une série d'explosions manquent de faire s'effondrer plusieurs immeubles au carrefour de la rue François-Miron et de la rue du Pont-Louis-Philippe, à Paris. Un café est détruit et on dénombre 86 victimes. Cette fois encore, les causes sont complexes et, à vrai dire, mal élucidées, la Compagnie parisienne d'éclairage et l'Administration des eaux de Paris se rejettent la faute. L'accident semble dû au croisement de plusieurs réseaux techniques : une fuite d'eau ayant creusé une cavité, un conduit de gaz à proximité se trouve privé de soutien, s'affaisse et se brise. Or le gaz libéré ne peut s'échapper à travers les pavés, remplacés par du macadam imperméable. Il se déverse dans les égouts et les caves pendant plusieurs jours avant de causer la série d'explosions. On constate le caractère imprévisible d'un enchaînement de causes inimaginables en 1823.

La construction sociale de la sécurité

La controverse n'a pas été inutile pour autant. Le règlement de 1824 qui en a découlé définissait un standard minimum de sécurité. S'il est difficile de cerner son rôle dans la sécurisation de l'éclairage au gaz (il faudrait pour cela savoir quel aurait été l'état de la technique sans ce règlement), l'état des gazomètres londoniens dans les années 1820 fournit un point de comparaison. En Angleterre, aucune des précautions proposées suite à l'enquête parlementaire n'a pris force de loi, et le souci d'économie nuit souvent à la sécurité des installations. Ainsi, à l'usine londonienne de Whitechapel, des sacs goudronnés de 400 mètres cubes font office de gazomètres. Dans l'usine de Brick Lane, d'anciens fûts de bière sont recyclés en gazomètres. À Manchester, pour économiser la construction d'un bassin, les gazomètres flottent dans des mares ! Le bois est aussi souvent préféré à la fonte, pourtant moins chère outre-Manche.

L'histoire du gaz d'éclairage à Paris et à Londres est riche d'enseignements sur les



3. L'USINE À GAZ DE LA VILLETTE en 1878, entourée d'habitations.

controverses techniques. D'une part, la sécurisation de la technique dépend surtout de la mobilisation des opposants. Même s'ils ont perdu la bataille, les opposants au gaz ont réussi à transformer un problème de voisinage en une question de sûreté publique ; ils ont ainsi donné le coup d'envoi à la réglementation du gaz en France. D'autre part, la comparaison des expertises française et anglaise sur le gaz témoigne de la nécessité d'ouvrir les procédures d'expertise à une grande variété d'acteurs et de compétences.

Enfin, l'histoire du gaz est emblématique de l'imprévisibilité radicale de la technique. Bien que démantelées depuis un siècle, les usines à gaz des années 1820 continuent de polluer : les goudrons issus de la distillation du charbon qui ont contaminé les sols contiennent des hydrocarbures que la médecine contemporaine a reconnus comme cancérigènes. Jeter l'opprobre sur les experts des années 1820 qui n'ont pas su prévoir ces dangers n'aurait aucun sens. En revanche, la comparaison historique de ce que l'expertise prévoyait avec ce qui est advenu rend plus tangible le sens du mot « incertitude » utilisé aujourd'hui à propos des technologies contemporaines. La technique et ses circonstances ont déjoué tous les pronostics. Le seul vainqueur de la controverse a été l'imprévisible.

✓ À ÉCOUTER

Jeudi 7 juillet 2011, Jean-Baptiste Fressoz évoquera la controverse dans la partie « Actualités » de l'émission **La marche des sciences**, sur *France Culture* de 14h à 15h. www.franceculture.com

✓ BIBLIOGRAPHIE

J.-B. Fressoz, *L'apocalypse joyeuse, une histoire du risque technologique*, Seuil, à paraître, janvier 2012.

J.-B. Fressoz, *The Gas-lighting controversy. Technological risk, expertise and regulation in nineteenth century Paris and London*, *Journal of Urban History*, vol. 33, n°5, pp. 729-755, 2007.

 Retrouvez plus de détails sur la controverse www.pourlascience.fr

 LOGIQUE & CALCUL

Le défi des faibles complexités

*Comme les très petites durées ou longueurs,
les faibles complexités sont délicates à estimer.
Paradoxalement, leur évaluation exige des calculs colossaux.*

Jean-Paul DELAHAYE

Prenons un objet défini par un grand nombre de données, par exemple une photo numérique ou le texte d'un livre. Le bon sens nous souffle que plus grande est la quantité d'information nécessaire pour décrire l'objet, plus il est « complexe ». Le corollaire est que plus votre objet est complexe, plus sa transmission prendra du temps.

Si l'image à laquelle nous nous intéressons est toute noire (par exemple un carré d'un million de pixels noirs), la brève description « l'image a pour dimension $1\,000 \times 1\,000$ et tous ses pixels sont noirs » suffit pour la connaître avec une parfaite précision. Dans le cas d'une photographie de visage, même les meilleures méthodes de description exigeront des milliers de bits d'information. Le visage est plus complexe et la valeur de cette complexité déterminera le coût de la transmission.

Les théoriciens ont précisé cette façon naturelle et intuitive d'envisager la complexité d'une suite de 0 et de 1. C'est le concept de complexité introduit vers 1965 en même temps par Andreï Kolmogorov et Gregory Chaitin. La complexité de Kolmogorov d'un objet numérique s est la taille $K(s)$ du plus court programme informatique, une description optimale de s , qui, exécuté, reconstitue exactement s . La taille d'un fichier compressé de l'objet s est une mesure de sa complexité. En effet, l'algorithme de décompression, partant de ce fichier, reconstitue toutes les données de l'objet s (on n'envisage ici que la compression sans perte) ;

nous considérons donc ce fichier compressé comme un programme dont la taille est approximativement celle du programme le plus court donnant s .

Étudiée depuis la décennie 1960, la complexité de Kolmogorov a été appliquée en physique, en biologie et même en économie. Elle permet de concevoir clairement ce qu'est le contenu en informations d'un objet.

Échec de la complexité de Kolmogorov

Avec la complexité de Kolmogorov, nous savons caractériser mathématiquement une suite aléatoire, ce dont était incapable la théorie classique des probabilités : une suite aléatoire de n bits d'information (une suite de n fois 0 ou 1) est une suite dont la complexité de Kolmogorov $K(s)$ est environ n . Une suite infinie aléatoire est une suite dont aucun début (la suite des n premiers bits) n'est sensiblement compressible. Au contraire, la suite infinie 01010101... n'est pas aléatoire, car on peut définir de façon concise ses $2n$ premiers bits par « n fois 01 ».

Le calcul des valeurs approchées de la complexité de Kolmogorov, grâce aux algorithmes de compression de données sans perte, rend le concept utilisable : la figure 1 propose des exemples de calcul de la complexité de Kolmogorov pour des images numériques. Certaines méthodes de classification de textes, de musiques et

de séquences génétiques ont été déduites d'algorithmes de compression de données.

Cette théorie a cependant un défaut : elle ne permet de mesurer la complexité d'un objet s que s'il est assez grand (supérieur à quelques centaines de bits). La raison de cette limitation est que la définition de $K(s)$ dépend du langage de programmation utilisé pour obtenir la « longueur du plus court programme » : selon le langage choisi, la complexité de Kolmogorov subit des variations qui ont peu d'importance lorsqu'il s'agit de longues séquences de 0 et de 1, mais qui enlèvent tout sens aux résultats concernant les petites séquences.

Pourtant, il semble censé d'envisager la complexité de Kolmogorov des séquences courtes. En effet, il paraît clair que, par exemple, la séquence de sept bits 1001101 est plus complexe que la séquence 0000000, et que la séquence 0001000 est d'une complexité intermédiaire à celles des deux précédentes. Nous avons donc une idée intuitive d'un classement par complexité croissante des séquences courtes. Comment faire pour que la théorie donne un sens à ce que notre intuition perçoit, et que cette théorie s'applique à la fois aux séquences courtes et longues ?

Le problème à résoudre est un problème de thermomètre : parmi tous les instruments de mesure qui conduisent à des évaluations de la complexité de Kolmogorov, mais qui diffèrent par des constantes additives, n'y en aurait-il pas un meilleur, ou devant être préféré, au moins sur un plan