



Petits meurtres entre mathématiciens

Tefros Michaelides

Sur fond de thriller (la conclusion de l'ouvrage ne pourra que vous surprendre), Tefros Michaelides nous projette dans les coulisses du monde mathématique du début du XX^e siècle, suivant les traces de Russell, Hilbert, Poincaré et Gödel.

Réf. 090641*

Éditions Le Pommiere 2012
288 pages – 17 euros – ISBN 978-2-7465-0641-1

La logique, un aiguillon pour la pensée

Jean-Paul Delahaye

La logique a connu d'incroyables progrès depuis deux siècles : l'incomplétude de Gödel et l'indécidabilité de Turing ; la troublante loi de Benford ; les étranges hyper-ensembles, etc. Cet ouvrage sur la logique moderne des sciences intéressera autant mathématiciens que philosophes et curieux intrigués par le monde abstrait des raisonnements.

Éditions Belin / Pour la Science 2012
200 pages – 27 euros – ISBN 978-2-8424-5115-8



Réf. 075115

Vive l'agro-révolution française !

Vincent Tardieu



Réf. 005973

Alors que la Terre comptera 9 milliards de bouches à nourrir en 2050, nombreux sont ceux qui pensent qu'il n'y a pas d'alternative à l'agriculture chimique et industrielle. Et pourtant... oui, on peut nourrir la planète tout en préservant l'environnement ! Oui, nos paysans peuvent vivre mieux et plus nombreux !

Éditions Belin / Pour la Science 2012
464 pages – 22 euros – ISBN 978-2-7011-5973-7

Maux d'artistes

Sebastian Dieguez

Existe-t-il des liens cachés entre une œuvre d'art – une peinture, une sculpture, une composition musicale ou une œuvre littéraire – et une maladie de l'esprit que présentait son auteur ? Examinant divers chefs-d'œuvre avec un regard de neuropsychologue, Sebastian Dieguez analyse plus d'une vingtaine d'œuvres de Dostoïevski, Monet, De Chirico, Proust, Van Gogh, etc.

Éditions Belin / Pour la Science 2010
176 pages – 25,40 euros – ISBN 978-2-8424-5101-1



Réf. 075101

Pour commander ces ouvrages

renvoyez le bon de commande ci-dessous

ou connectez-vous sur www.pourlascience.fr/librairie
(sauf références signalées par un * sur www.editions-belin.fr)

BON DE COMMANDE

à retourner accompagné de votre règlement à : Groupe Pour la Science • 628 avenue du Grain d'Or • 41350 Vineuil • Tél. : 0 805 655 255 • e-mail : pourlasciencevpc@audin.fr

☐ Oui, je commande les livres présentés dans la sélection de **Pour la Science**. Je reporte les titres, prix et références à 6 chiffres correspondant aux ouvrages choisis :

Titre	Réf.	Prix
	_____	€
	_____	€
	_____	€
	_____	€
	_____	€
Frais de port (4,90 € France – 12 € étranger)	+	€
Total à régler	=	€

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

C.P. : _____ Ville : _____

Pays : _____ Tél. : _____
(facultatif)

E-mail : _____
(@)

Je choisis mon mode de règlement :

☐ par chèque à l'ordre de **Pour la Science**

☐ par carte bancaire

Numéro _____

Date d'expiration _____

Cryptogramme _____

Signature obligatoire

POUR LA SCIENCE

DPL424 Offre valable jusqu'au 28.02.2013, dans la limite des stocks disponibles.

Belin
INSTITUT INDÉPENDANT
DEPUIS 1777



En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre ☐.

HISTOIRE DES SCIENCES

La définition de la mort

Comment être certain de ne pas inhumer un individu encore vivant ? Au XIX^e siècle, cette question est au cœur des réflexions des médecins légistes. En témoignent les multiples stratégies imaginées pour mettre au point un diagnostic fiable de mort.

Isabelle PLU

M. l'abbé Prévôt, frappé le 23 novembre 1763 d'une attaque d'apoplexie dans la forêt de Chantilly, fut ouvert, par ordre de la justice, pour reconnaître son genre de mort. Au premier coup de scalpel, l'abbé poussa un cri qui annonça qu'il était encore de ce monde ; mais c'était trop tard, le coup pour l'en faire sortir était porté.

J.-B. Desgranges, *Mémoire sur les moyens de perfectionner l'établissement public formé à Lyon en faveur des personnes noyées*, 1790.

Faire le diagnostic d'un décès, c'est-à-dire attester qu'une personne est décédée, a longtemps été un problème épineux pour le médecin. Quant au médecin légiste, chargé d'éclairer la justice sur des points particuliers tels que les causes de mort, il n'avait pas plus de certitude en la matière, et ce jusqu'au XX^e siècle. Comment définir la mort ? Quels signes sont caractéristiques du décès ? Le diagnostic n'est devenu certain qu'avec l'avènement de l'électrocardiogramme et des techniques de réanimation. Auparavant, nombreuses avaient été les réflexions sur le sujet.

Le diagnostic du décès d'une personne a toujours été d'une importance capitale pour sa famille, notamment pour des raisons successorales. Mais encore plus effrayant que la mort elle-même, un phénomène focalisait toutes les craintes : l'inhumation prématurée. C'est ainsi qu'en Allemagne ou en Italie, à la fin du XVIII^e siècle, existaient des « obitoires » ou « chambres mortuaires d'attente », où étaient déposées les personnes apparemment

mortes. Une ficelle munie d'une clochette était nouée à leur main, afin que leur « réveil » alerte le gardien des lieux.

Au XIX^e siècle, plusieurs cas rapportés au siècle précédent par les médecins Jean-Jacques Bruhier et Jacques-Bénigne Winslow dans leur *Dissertation sur l'incertitude des signes de la mort* (1742) incitent à la vigilance : « Il ne faut pas croire [...] que les méprises auxquelles la mort apparente peut donner lieu soient aussi fréquentes que le pense le vulgaire ; mais puisque des exemples authentiques en démontrent la possibilité, l'humanité n'ordonne-t-elle pas de prendre pour les éviter les précautions que la prudence peut suggérer ? », plaide le médecin légiste Joseph Briand en 1821 dans son *Manuel de médecine légale*. D'autres médecins, tel Alexandre Lacassagne, avouent leur impuissance : « Malgré le grand nombre de signes de mort qui ont été donnés, il est parfois bien difficile d'affirmer si celle-ci existe réellement » (*Précis de médecine judiciaire*, 1886).

Une loi sans cesse remaniée

La législation de la déclaration des décès rend compte de ces incertitudes. Selon l'article 77 du code civil de 1804, « aucune inhumation ne sera faite sans une autorisation, sur papier libre et sans frais, de l'officier d'état civil, qui ne pourra la délivrer qu'après s'être transporté auprès de la personne décédée, pour s'assurer du décès, et que 24 heures après le décès, hors les cas prévus par les règlements

de police ». Mais les officiers d'état civil ont pour instruction de se faire assister par un médecin, notamment pour dépister une mort suspecte : « Il est recommandé aux officiers d'état civil de donner délégation à un médecin en vue de constater le décès. En effet, le médecin est plus particulièrement qualifié par ses connaissances professionnelles pour relever, s'il y a lieu, les signes ou indices de mort violente et provoquer, en application de l'article 81 du code civil, le refus du permis d'inhumer. » Ainsi un « médecin d'état civil » reçoit-il un mandat de visite de l'officier d'état civil afin d'examiner le défunt.

Dans plusieurs villes – notamment à Paris –, cette législation est complétée de circulaires instaurant des médecins « vérificateurs ». Ces médecins sont chargés de constater les décès et de s'assurer du respect de la législation et de la réglementation funéraire, en particulier sur la conservation du corps : « Le corps doit rester dans toutes les conditions de chaleur et d'air susceptibles de faciliter le retour à la vie. » Le corps doit être laissé dans son lit, et non sur un sommier de paille ou de crin ; on ne doit pas lui couvrir ou lui envelopper le visage, ni l'exposer à un air trop froid.

En 1866, la vérification des décès devient obligatoire sur tout le territoire français, mais ce n'est qu'en 1960 qu'apparaît le certificat de décès : selon l'article 77 du code civil de 1804 modifié, l'officier d'état civil ne peut délivrer une autorisation d'inhumation « que sur production d'un certificat établi par un médecin qu'il aura chargé de s'assu-

rer du décès. » Désormais, le diagnostic de mort ne repose plus sur l'officier d'état civil, mais sur le médecin.

Les difficultés des médecins à diagnostiquer la mort venaient du fait que, jusqu'au XIX^e siècle, selon l'état des connaissances médicales, on distinguait deux états de mort : la mort apparente et la mort réelle. La mort apparente résultait d'une syncope prolongée avec relâchement musculaire, perte de connaissance, arrêts cardiaque et respiratoire ou activités cardiaque et respiratoire faibles. Surtout, elle était réversible. La mort réelle, quant à elle, faisant suite à la mort apparente, devenait irréversible du fait de lésions organiques et tissulaires. L'art du médecin était de discerner dans la mort celle qui n'était qu'apparente de celle qui était réelle.

La notion même de mort était définie de façons diverses selon les médecins et les époques. En 1881, l'Autrichien Eduard

von Hofmann écrivait, dans ses *Nouveaux éléments de médecine légale* : « Un individu est mort à partir du moment où la respiration et l'activité du cœur s'arrêtent d'une façon durable. » Une trentaine d'années plus tard, Charles Vibert disait quant à lui : « La mort est caractérisée par l'arrêt des grandes fonctions apparentes de l'économie : respiration, circulation, sensibilité cutanée et sensorielle, motricité. »

Mort apparente ou mort réelle ?

À partir de ces définitions, la médecine a cherché à identifier des signes cliniques permettant de diagnostiquer la mort avec certitude. Dans son ouvrage de 1821, Briand décrit, commente et critique différents signes retrouvés sur le cadavre – les signes cadavériques. Aucun ne semble permettre un

■ L'AUTEUR



Isabelle PLU est médecin légiste à l'Institut médico-légal de Paris.

■ À ÉCOUTER

Jeudi 14 février, l'émission **La marche des sciences**, sur *France Culture* de 14h à 15h, sera consacrée au rapport des médecins à la mort aux XVIII^e et XIX^e siècles. www.franceculture.com



1. PARIS, 1874. À la pointe de l'île de la Cité, derrière le chevet de Notre-Dame, la morgue expose les cadavres qui n'ont pas été identifiés. À cette époque, la salle n'est pas réfrigérée et, malgré un système de

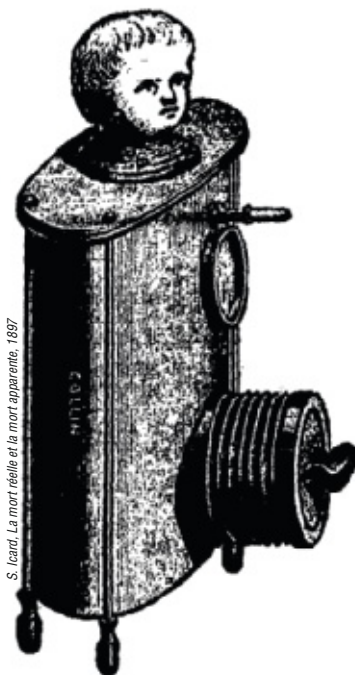
ventilation, un arrosage continu des cadavres avec de l'eau et l'utilisation d'antiputrides à base de chlorures, les corps ne sont pas exposés plus de cinq jours pour limiter la puanteur liée à la décomposition.

diagnostic certain de mort. La face cadavéreuse « n'est point un signe caractéristique, puisqu'on la rencontre pendant la vie, chez des individus épuisés par des maladies chroniques, [...] chez les criminels que l'on conduit au supplice, et chez les malades timorés auxquels on vient d'administrer les derniers sacrements ». L'affaissement et obscurcissement des yeux « ne méritent pas plus de confiance ».

La peau froide et la peau livide « ne sont pas moins équivoques, puisqu'elles peuvent, dans certains cas, être observées chez des individus vivants, et que d'autres fois ces signes ne se manifestent point chez des individus frappés de mort. La peau perd sa chaleur dans les asphyxies par submersion, dans les accès hystériques, etc. ; et qui ne connaît quelles variations les affections vives de l'âme peuvent déterminer subitement dans la coloration et la chaleur du système cutané ? ».

L'absence de circulation et de respiration « ne peuvent seules autoriser à affirmer l'absence de vie [...] L'action du cœur et celle des poumons peuvent [...] rester suspendues pendant quelques temps, comme on l'observe dans la syncope ou la léthargie [...] Les mouvements du cœur et des poumons peuvent devenir si faibles dans quelques circonstances, qu'ils échappent aux sens de ceux qui cherchent à les observer ».

Quant à la rigidité des membres, ou raideur cadavérique, si elle est l'« effet constant de la mort, et par conséquence [...] le plus sûr de tous les signes qui servent à la constater », il ne faut pas la confondre avec l'effet de la congélation : « Quand on fait mouvoir un membre, on entend un bruit produit par la fracture des petits glaçons contenus dans la partie que l'on déplace. » Ni avec la raideur convulsive : « Dans toutes les affections nerveuses où les membres deviennent roides, le corps est encore pourvu d'un certain degré de chaleur très sensible au thermomètre [...]. Lorsque la rigidité est convulsive, un membre auquel on fait exécuter un mouvement retourne promptement et avec force dans la position où il s'était roidi ; lorsqu'elle est l'effet de la mort, la rigidité une fois vaincue n'oppose plus aucune résistance. »



S. Icard, La mort réelle et la mort apparente, 1897

2. CE « SIPHOPHORE » fut conçu par le médecin Eugène Woillez en 1876 pour réanimer les noyés et les nouveau-nés en détresse respiratoire (il s'agit ici du modèle pour enfant). Un soufflet aspirateur créait une dépression qui aspirait la cage thoracique et stimulait une inspiration.

BIBLIOGRAPHIE

J. Briand, *Manuel de médecine légale*, 1821, réédition Nabu Press, 2012.

I. Plu et D. Lecomte, *Médecine légale*, dans M. Agrapart et al., *Pratiques de la criminologie : Analyse comportementale, victimologie ; Médecine légale, expertise judiciaire*, Panorama du droit, Studyrama, pp. 119-140, 2010.

C. Simonin, *Médecine légale judiciaire*, Maloine, 1946.

C. Vibert, *Précis de médecine légale*, J.-B. Baillière et fils, 1917.

S. Icard, *La mort réelle et la mort apparente*, Félix Alcan, 1897.

La putréfaction semble le seul signe certain : « Peu satisfait de la valeur des signes que nous venons d'examiner, Bruhier conclut que le seul signe de mort réelle auquel on puisse se fier est le commencement de la putréfaction des cadavres. » La prudence est de mise. Lacassagne conclut avec sagesse sur ces signes diagnostiques : « La mort est certaine quand il y a un délai de 48 heures, que des examens répétés ont montré l'absence des bruits du cœur, et que l'on a constaté la rigidité cadavérique, le thermomètre dans l'aisselle à 25°C et la tache verte des parois abdominales [cette coloration verte du bas du ventre est le premier signe d'altération du corps]. »

Des tests chimiques

Quelques décennies plus tard, en 1917, Vibert confirme ces signes, mais introduit aussi l'idée de compléter l'examen clinique par des épreuves paracliniques : « Il faudra bien rarement un délai de plus de 24 à 36 heures pour avoir constaté, après tous les signes immédiats, l'établissement graduel de la rigidité cadavérique, la chute de la température à 20 °C, qui ne laisseront place à aucun doute, signes auxquels on peut ajouter l'épreuve à la fluorescéine. » Imaginé par le médecin Séverin Icard en 1897, ce procédé consiste à injecter une solution d'un colorant, la fluorescéine ammoniacale, en intraveineuse ; la mort est considérée comme avérée lorsque la conjonctive de l'œil ne prend pas la coloration jaune de la fluorescéine après dix minutes d'observation, signe que le sang ne circule plus.

Au XIX^e siècle et dans la première moitié du XX^e siècle, les médecins ont développé de nombreuses méthodes cliniques de diagnostic de la mort. Pour mettre en évidence l'arrêt des battements du cœur, l'auscultation cardiaque doit être réalisée durant 5 minutes, puis renouvelée 30 minutes plus tard. Pour s'assurer de l'arrêt de la respiration, d'une part, on recherche des traces de souffle respiratoire en apposant une plume, un duvet, une flamme ou un miroir devant la bouche ; d'autre part, on détecte les mouvements respiratoires en posant un verre d'eau sur la région épigastrique. L'examen de l'œil aide aussi parfois

1746, la morte-vivante de la Salpêtrière

Au mois de février 1746, une fille de la campagne d'un tempérament très vigoureux, âgée d'environ 25 ans, partit à pied de l'Hôtel-Dieu de Paris où elle était accouchée la surveillance, et vint à la Salpêtrière. Elle avait craint d'être attaquée d'une maladie qui régnait alors à l'Hôtel-Dieu sur les femmes en couches et qui en fit périr plusieurs. La fatigue du chemin mit cette personne dans un état d'épuisement qui la fit tomber en syncope dès qu'elle fut arrivée et

mise au lit. On la réchauffa extérieurement avec des serviettes chaudes, et on parvint par quelques cordiaux à la faire revenir de sa faiblesse.

Au bout d'une heure, elle retomba dans le même état; et on la crut morte. La sœur du dortoir m'envoya dire qu'il y avait dans son emploi un sujet dont je pouvais disposer pour mes leçons d'anatomie et de chirurgie. Mes élèves ne manquèrent point d'enlever ce sujet, qui enveloppé d'un drap simple, avait déjà passé deux

heures dans une cour, exposé sur un brancard, aux injures de la saison. Ils transportèrent ce corps dans l'amphithéâtre sans l'examiner. Le lendemain matin avant la visite des malades, un jeune chirurgien me dit qu'il avait entendu des sons plaintifs dans l'amphithéâtre, comme si quelqu'un y eut poussé des sanglots et des profonds soupirs; et que la frayeur l'avait empêché de se lever et de venir m'en avertir. J'allai promptement examiner le sujet; je vis avec douleur que

cette pauvre fille, qui alors était véritablement morte, avait fait des efforts pour se débarrasser du drap qui l'enveloppait: elle avait une jambe par terre hors du brancard et un bras appuyé sur la barre du tréteau d'une table à disséquer à côté de laquelle le brancard était posé.

Antoine Louis
Lettres sur la certitude des signes de la mort, où l'on rassure les citoyens de la crainte d'être enterrés vivants, 1752

au diagnostic: déformation ovale de la pupille à la compression (signe de Jodl) ou arrêt de la circulation rétinienne à l'examen à l'ophtalmoscope.

Des épreuves invasives ont aussi été mises au point pour affirmer le diagnostic: piqûres, frictions ou brûlures cutanées dans les régions les plus sensibles du corps visent à produire une réaction douloureuse, signe de vie persistante; la ponction cardiaque consiste à introduire une aiguille en région cardiaque. Immobile, elle témoigne de l'absence de battement cardiaque et donc d'une mort réelle; si au contraire elle s'anime de mouvements – impulsés par les battements du cœur –, l'individu n'est qu'en mort apparente. Parfois même, une incision cardiaque est pratiquée, bien que critiquée: « Un chirurgien qui trouverait le cœur palpitant aurait-il à s'applaudir de son expérience ? » écrit Briand en 1821.

Enfin, des épreuves chimiques font l'objet de publications. Le test à l'hydrogène sulfuré développé par Icard en 1906 consiste à fixer devant les narines du corps un morceau de papier blanc sur lequel ont été tracées à l'avance des inscriptions avec une solution d'acétate neutre de plomb. Initialement invisibles, ces inscriptions se colorent en noir quand l'hydrogène sulfuré produit par le corps en putréfaction débutante (avant même l'apparition de la tache verte abdominale) transforme l'acétate en sulfure de plomb.

La réaction alcaline au tournesol [citée par le médecin légiste Victor Balthazard en 1921] met en évidence l'acidification

des tissus: le médecin réalise une ponction hépatique qu'il dépose sur un papier de tournesol bleu. Ce papier a la propriété de virer au rouge au contact de substances acides. Une ou deux heures après la mort, des taches rose vif commencent à apparaître. La réaction au bleu de bromothymol, citée par Camille Simonin dans son ouvrage *Médecine légale judiciaire* [1946], indique aussi l'acidité des tissus: plus l'acidité est grande, plus le colorant vire au jaune, en passant par le bleu vert et le vert.

Mort cérébrale et arrêt cardiaque

Dans la seconde moitié du XX^e siècle, la définition de la mort évolue. Les connaissances médicales et des techniques de réanimation font entrevoir en la mort un phénomène progressif avec, entre la mort apparente et la mort réelle (qualifiée aussi d'absolue ou de totale), un état intermédiaire: un état de mort apparente où la circulation est suspendue de façon prolongée, sans retour spontané à la vie en l'absence de réanimation. C'est à la même époque qu'est défini l'état de coma dépassé. Se dessine alors la double composante de la mort, que le médecin Léon Dérobert décrit ainsi dans ses *Éléments de médecine légale* [1978]: « L'arrêt des rouages généraux aboutissant à la mort se réduit à deux grands mécanismes: l'arrêt circulatoire et la mort consécutive du cerveau; l'atteinte du cerveau et des centres respiratoires, et l'arrêt secondaire du cœur. »

Le législateur impose des épreuves invasives pour le diagnostic de la mort en milieu hospitalier. Ainsi, la circulaire ministérielle du 3 novembre 1948 stipule que deux médecins doivent, avant de certifier le décès, réaliser une artériotomie radiale, c'est-à-dire sectionner l'artère radiale, avec à disposition tout le matériel pour réaliser une suture artérielle. Le saignement qui en résultait était en jet pulsé si la mort n'était qu'apparente, faible et en nappe en cas de mort réelle. Le médecin devait alors confirmer ce signe avec la section de deux autres artères.

L'épreuve de l'artériotomie était complétée par l'épreuve à la fluorescéine d'Icard. Celle-ci fut remplacée en 1958 par le signe de l'éther de Rebouillat: après injection sous-cutanée de un à deux millilitres d'éther, la solution ressortait en jet lors du retrait de l'aiguille en cas de mort réelle, et diffusait dans les tissus en cas de mort apparente.

Aujourd'hui, ces tests sont tombés en désuétude. Le diagnostic de la mort n'est plus du ressort du médecin légiste, mais du réanimateur, grâce à l'électrocardiogramme, aux tests paracliniques réalisables désormais lors des interventions extra-hospitalières et après manœuvres de réanimation sur une durée qui varie selon le délai de prise en charge, la cause supposée de l'arrêt cardiaque, l'âge du sujet et ses antécédents. La question n'est plus « Est-il bien mort ? », mais « Quand est-il mort ? ». L'intervention du médecin légiste n'a d'intérêt que pour dater la mort et rechercher des signes de mort suspecte. ■

LOGIQUE & CALCUL

Le problème de la fabrique de briques

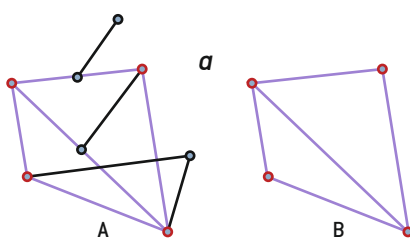
En poussant des chariots de briques, en dessinant des réseaux urbains ou des circuits électroniques, on est confronté au difficile problème du nombre de croisements dans un graphe.

Jean-Paul DELAHAYE

Dessinez cinq points sur une feuille, puis essayez de les joindre deux à deux par des courbes en évitant que deux courbes ne se croisent : vous n'y arrivez pas. Et si vous tentiez plutôt de joindre trois points A, B, C à trois autres D, E, F sans croisement ? Vous n'y arrivez pas non plus ! Et l'on peut démontrer ces impossibilités (voir l'encadré 2)...

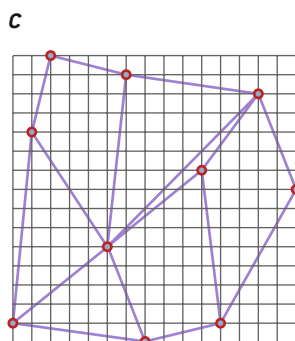
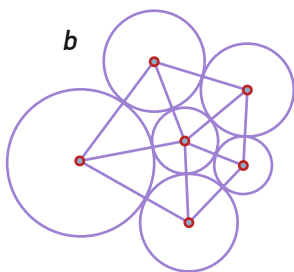
Le premier problème revient à établir que K_5 (le graphe à cinq nœuds où chacun est relié à tous les autres) n'est pas un graphe planaire, c'est-à-dire qu'on ne peut pas le dessiner sur le plan sans croisement. Le second consiste à démontrer que $K_{3,3}$ (le graphe obtenu en reliant trois points à trois autres de manière systématique) n'est pas un graphe planaire. C'est un vieux problème de divertissement mathématique popularisé par l'Américain Sam Loyd en 1903, mais dont l'origine est sans doute plus ancienne. On le présente en général sous la forme suivante : trois maisons s'abonnent chacune au gaz, à l'électricité et à l'eau ; les canalisations reliant les maisons et les fournisseurs peuvent-elles ne pas se croiser ?

Derrière leur aspect innocent, ces énigmes cachent des problèmes difficiles, des conjectures que personne ne sait prouver et des questions algorithmiques ayant un réel intérêt pratique pour le dessin des circuits électroniques ou la représentation optimale de réseaux en informatique.



Il est tout à fait remarquable que les deux graphes non planaires envisagés plus haut (K_5 et $K_{3,3}$) soient caractéristiques de la « non-planarité ». Un théorème démontré par le Polonais Casimir Kuratowski en 1929 affirme en effet qu'un graphe est planaire si et seulement si l'on ne peut en extraire aucun graphe de type K_5 ou $K_{3,3}$ (un graphe B est extrait d'un graphe A si, en enlevant des arcs et des nœuds à A, on trouve le dessin de B, voir la figure a).

Dit autrement : si un graphe n'est pas planaire, on y trouve l'un des deux graphes K_5 ou $K_{3,3}$ (ou les deux), et si c'est impossible alors il est planaire.



Des cercles tangents

Un théorème très surprenant sur les graphes planaires a été démontré par l'Allemand Paul Koebe en 1936. Il indique qu'un graphe est planaire si et seulement si c'est « un graphe de pièces de monnaie », c'est-à-dire si et seulement si l'on peut trouver des pièces de monnaie de diamètres variés qui, serrées les unes contre les autres, dessinent le graphe en question, les centres des pièces étant les nœuds du graphe et un arc joignant chaque couple de pièces en contact (voir la figure b).

On déduit du théorème de Koebe un autre théorème inattendu démontré indépendamment quelques années plus tôt par le mathématicien d'origine hongroise István Fáry : un graphe est planaire si et seulement si on peut le dessiner sur un plan en reliant