



Muse endormie de Brancusi (à gauche) : la complexité de l'œuvre n'est pas grande, mais la stylisation, qui fait ressortir la pureté du visage, en fait une œuvre d'art. La sculpture «monumentale» inspi-



rée de l'artiste suisse Max Bill (à droite) est d'une simplicité géométrique minimale, un tore coupé en deux. Max Bill a toujours été inspiré par la topologie des formes géométriques simplissimes.

théorie du calcul possèdent une portée plus générale et c'est pourquoi Misha Koshelev a proposé en 1999 de reprendre les idées de Birkhoff avec les outils d'aujourd'hui : c'est-à-dire une variante de la théorie de la complexité de Kolmogorov où le temps de calcul des programmes est pris en compte. Cette idée est en cours d'expérimentation et pourrait automatiser, dans certains cas, les choix à faire lors de la mise au point de formes pour des objets industriels.

Deux idées proposées par Charles Bennett en 1988, à l'occasion d'une recherche de définition formelle du concept d'organisation à partir de la théorie du calcul, semblent aussi pertinentes.

La notion de profondeur logique de Bennett est définie comme le temps de calcul du programme le plus court qui produit un objet *ob*. Cette mesure de la quantité d'organisation contient un objet semble aussi mesurer la longueur du processus d'élaboration qui a conduit à l'objet *ob*. Bien souvent, les objets ayant un intérêt esthétique sont le résultat de longues maturations et de soigneuses élaborations (l'art au XX^e siècle s'est laissé aller à de nombreuses provocations sur ce thème). Des rapports intéressants sont sans doute à découvrir entre profondeur logique et valeur esthétique, l'une et l'autre variant souvent en parallèle.

La notion d'objet cryptique proposée par Bennett concerne aussi la théorie esthétique formelle : un objet cryptique est, par définition, un objet dont le calcul

à partir de la définition n'est pas très long, alors qu'il est très difficile d'en retrouver la définition à la vue de l'objet : le secret de fabrication d'un objet cryptique est difficile à découvrir. Les objets fractals sont de cette catégorie car, mises à part les fractales classiques représentées en totalité, il est impossible en pratique de retrouver à partir d'un dessin fractal ou d'une de ses parties (résultant d'un zoom), la formule qui a produit le dessin. Les idées tirées de la théorie du calcul ne manquent pas pour aller plus loin que ce qu'indique déjà la complexité de Kolmogorov.

Ces approches, que les esprits chagrins qualifieront naturellement de réductionnistes, n'en restent pas moins intéressantes sur un plan philosophique, et montrent que la théorie du calcul porte des fruits bien au-delà des domaines technologiques. De plus ces définitions introduisent dans les réflexions sur l'art des idées qu'on peut envisager de tester expérimentalement, ce que certains chercheurs ont commencé à faire.

Restons cependant lucide sur ce qu'on peut espérer capter de la nature du beau, car il semble exclu par avance qu'une théorie fondée uniquement sur des considérations mathématiques puisse couvrir tous les aspects de l'expérience esthétique humaine. En effet, les critères qui font qu'un visage, une allure, un personnage, un bâtiment, un paysage, etc. sont jugés beaux sont certainement liés à des données propres à notre espèce (le beau pour le crapaud,

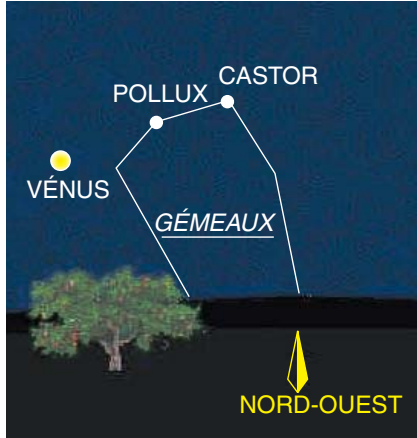
c'est la crapaude). Comme ces critères varient aussi d'une époque à l'autre et d'une société à l'autre, il est clair qu'aucune formule mathématique ne les captera en totalité. L'approche mathématique ne peut réussir qu'à cerner le noyau mathématique de l'esthétique : ce noyau fait que certains dessins, certaines musiques, certains monuments sont universellement reconnus beaux indépendamment des époques et des lieux. La complexité de Kolmogorov, le critère de Yéléhada, la notions d'objet cryptique, les versions modernes du rapport de Birkhoff sont des pistes qu'il faut explorer plus avant en restant modeste dans les objectifs qui ne concernent que le noyau abstrait de l'esthétique.

Misha KOSHELEV, *Towards The Use of Aesthetics in Decision Making : Kolmogorov Complexity Formalizes Birkhoff's Idea*, in Bulletin EATCS (European Association for Theoretical Computer Science), pp. 166-170, octobre 1998.

M. LI, P. M. B. VITANYI, *An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications*, Springer-Verlag, 1993.

Edward LUCIE-SMITH, *Les mouvements artistiques depuis 1945*, Éditions Thames & Hudson, Londres, Paris 1999.

Roland YÉLÉHADA, *Critères esthétiques et complexité mesurée par des langages non universels*, in Papanhoelle Journal, vol. 15, n° 9, pp. 15-30, juin 1995.



Dis-moi Vénus

DONALD OLSON • RUSSELL DOESCHER

En reconstituant la carte du ciel de la mi-juin 1890, on a identifié l'objet céleste qu'a peint van Gogh dans son tableau, *La maison blanche, la nuit*.

La peinture postimpressionniste s'est longtemps enorgueilli de quatre ciels étoilés peints par Vincent van Gogh (1853-1890) : *Le café, le soir* et *La nuit étoilée (au-dessus du Rhône)*, peints à Arles, *La nuit étoilée* et *Cyprès dans la nuit étoilée*, peints à Saint-Rémy-de-Provence.

Toutefois, en 1995, un cinquième ciel nocturne, *La maison blanche, la nuit*, a été découvert et exposé au musée de l'Ermitage, à Saint-Petersbourg, où il est conservé aujourd'hui. Cette œuvre, dont on a longtemps pensé qu'elle avait été détruite pendant la Seconde Guerre mondiale, a passé le dernier demi-siècle enfouie dans les réserves du musée.

Dans les années 1930, *La maison blanche, la nuit* a été cachée par Otto Krebs, un industriel allemand qui craignait les représailles des nazis contre les collectionneurs d'un art, dit dégénéré. Elle a ensuite été récupérée par les Soviétiques et envoyée dans les caves du musée de l'Ermitage.

Peut-on identifier l'objet céleste brillant qui apparaît à droite dans le ciel, au-dessus de la maison ? Oui, si cette œuvre n'est pas totalement issue de l'imagination de l'artiste.

Bien qu'une partie de l'histoire de *La maison blanche, la nuit* reste entourée de mystère, on suppose qu'il s'agit d'un tableau authentique de van Gogh. Plusieurs indices confirment cette hypothèse. La toile apparaît dans plusieurs expositions en Suisse dans les années 1920, et surtout, elle est décrite dans une lettre que van Gogh adresse à son frère Théo, le 17 juin 1890 : « Une maison blanche dans de la verdure avec une étoile dans le ciel de nuit et une lumière orangée à la fenêtre et de la verdure noire et une note rose sombre. »

Van Gogh a envoyé cette lettre d'Auvers-sur-Oise, où il a passé les derniers 70 jours de sa vie et où il a peint plus de 70 toiles avant sa mort, le 29 juillet 1890. Ce rythme soutenu indique qu'il a peint *La maison blanche, la nuit* peu avant le 17 juin, date de la lettre. Pour identifier

à coup sûr l'étoile de van Gogh, il restait à espérer que cette toile représente une maison encore existante, puis à la retrouver, à en déterminer l'orientation, et enfin, à dresser la carte du ciel, tel qu'il se présentait au Nord de la France, à la mi-juin 1890 (si la position des étoiles varie peu d'une année à l'autre, il en va autrement des planètes).

Un planétarium informatique a dressé une telle carte du ciel et a ainsi identifié les candidats célestes. Les étoiles les plus brillantes à cette époque de l'année sont Arcturus et Véga, hautes dans le ciel au crépuscule, et Capella, bas dans le ciel, au Nord-Est, avant le lever du Soleil.

Par ailleurs, trois planètes étaient particulièrement visibles : Vénus brillait comme une étoile à l'Ouest, deux heures après le coucher du Soleil. Sa magnitude atteignait $-3,9$. Cette valeur indique l'éclat lumineux d'un objet. Plus elle est faible, plus l'objet est brillant. Ainsi, le Soleil a une magnitude de -27 , la pleine Lune de -13 , et l'œil nu distingue un objet de magnitude 6.

La deuxième, Mars, qui avait une magnitude de $-1,9$, était, à la mi-juin 1890, bas dans le ciel au Sud-Est au moment du coucher du Soleil. La troisième planète suffisamment brillante, Jupiter, s'élevait pendant une heure avant minuit et, de magnitude $-2,6$, dominait le ciel au Sud-Sud-Est jusqu'au lever du Soleil.

Aucun bombardement n'ayant détruit Auvers-sur-Oise pendant les deux guerres mondiales, la maison blanche avait toutes les chances d'y être encore. Nous avons arpenté les rues de la bourgade pendant quatre jours et nous avons retrouvé la maison.

Une seule maison correspond à celle peinte par van Gogh, une villa sur le côté Sud de la route principale. L'adresse actuelle est 25-27, rue du Général de Gaulle. Elle est installée à seulement deux pâtés de maison de l'Auberge Ravoux, où van Gogh résidait en juin 1890.

La maison a été modifiée depuis 1890 : des lucarnes et une tour qui apparaît à l'arrière ont été ajoutées et une des sept fenêtres du premier étage, celle du centre, a été murée. Les trois fenêtres de gauche ne sont pas régulièrement espacées, et



Russell Doescher

La maison représentée sur *La maison blanche, la nuit* est à Auvers-sur-Oise, au 25-27, rue du Général de Gaulle. Depuis 1890, les lucarnes et la tour que l'on aperçoit à l'arrière ont été ajoutées et la fenêtre centrale du premier étage, murée.

ne sont pas à l'aplomb de celles du rez-de-chaussée. Ces écartements irréguliers sont identiques à ceux qui apparaissent sur la toile de van Gogh.

Selon Paul Gachet, qui avait 16 ans en 1890 quand il a rencontré van Gogh, la maison blanche était connue sous le nom de Villa des Ponceaux et était la maison d'une femme nommée Victorine, une commerçante qui vendait du beurre, des œufs et du fromage.

L'avant de la maison est face au Nord. Du point de vue de van Gogh, de l'autre côté de la rue, la façade est éclairée obliquement par les derniers rayons du Soleil couchant, au Nord-Ouest. Les calculs informatiques placent Vénus environ 15 degrés au Nord-Ouest. Après avoir éliminé les autres candidats, nous avons conclu que l'objet lumineux est nécessairement la planète Vénus, à la tombée de la nuit. Vénus apparaît peu après le coucher du Soleil et reste visible pendant deux heures avant de disparaître sous l'horizon. De l'endroit même où van Gogh avait posé son chevalet, lorsque la nuit est plus noire, on voit Castor et Pollux, les mêmes étoiles

qui étaient à proximité de Vénus, à la mi-juin 1890 (voir la figure à côté du titre).

La maison identifiée diffère de celle localisée par la plupart des guides touristiques et des cartes souvenirs : selon ceux-ci, la maison sise au 44, rue du Général de Gaulle est celle peinte. Toutefois, cette maison est au Nord de la rue : à l'approche du solstice d'été, la façade n'est éclairée ni par le Soleil couchant, ni par le Soleil levant. Une autre incohérence réside dans la présence de seulement cinq fenêtres au premier étage. Des photographies montrent qu'à la fin du XIX^e siècle la maison du 44, rue du Général de Gaulle avait les mêmes cinq fenêtres.

Comment dater plus précisément *La maison blanche, la nuit*? Grâce aux relevés météorologiques de juin 1890 conservés à l'Observatoire du Parc Montsouris. Ils révèlent une période de mauvais temps qui a duré du 7 au 14 juin, avec de la pluie chaque jour. Le ciel s'est éclairci à partir du 15. Van Gogh a sans doute peint *La maison blanche, la nuit* le 16 juin, un jour où le ciel était bleu. Le 17 juin, date à laquelle van Gogh

mentionne la toile dans sa lettre, le ciel était à nouveau couvert.

Ainsi, *La maison blanche, la nuit* représente la face Nord de la Villa des Ponceaux, à Auvers-sur-Oise, au moment du coucher du Soleil, le 16 juin 1890, avec une Vénus brillante dans le ciel, à l'Ouest. Cependant, cette toile n'est pas la première œuvre du peintre où figure la planète. La première n'est autre que la fameuse *Nuit étoilée*, peinte à la mi-juin 1889. Vénus était à son maximum de brillance durant la première semaine de juin 1889.

En outre, alors qu'il était encore à Saint-Rémy-de-Provence, van Gogh a été le témoin, au crépuscule, de l'union de Vénus et de Mercure près d'un fin croissant de Lune croissante, le 20 avril 1890. L'artiste s'est inspiré de cette scène pour le ciel de *Cyprès dans la nuit étoilée*, peinte à la fin du mois d'avril ou au début mai 1890.

Donald OLSON et Russell DOESCHER sont astronomes à l'Université d'État du Sud-Ouest du Texas.





Le claquement du fouet

R. LEHOUCQ • J.-M. COURTY • É. KIERLIK

Le fouet claque parce que son extrémité dépasse... la vitesse du son! Les physiciens ont mesuré la vitesse de l'extrémité de la lanière du fouet et visualisé l'onde de choc créée par le bang supersonique.

En 1887, les Autrichiens Ernst Mach et Peter Salcher montrent qu'un projectile animé d'une vitesse supérieure à celle du son engendre une onde de choc qui se manifeste par un claquement. Peu après, en 1899, Mach compare ce claquement au bruit d'explosion que produit une météorite quand celle-ci traverse l'atmosphère. Ils en déduisent que la vitesse d'entrée des météorites dans l'air terrestre est supersonique. Inspiré par ces travaux, l'Allemand Otto Lummer suggère, en 1905, que le claquement du fouet soit aussi dû à l'émission d'une onde de choc. Nombre de ses collègues sont incrédules, mais l'explication a droit de cité : les physiciens allemands Winkelmann et Prandtl n'hésitent pas à l'exposer dans des articles qu'ils écrivent vers 1910 dans des encyclopédies. Dès lors, l'idée que l'extrémité du fouet se déplace plus vite que le son se retrouve dans de nombreux ouvrages qui traitent d'acoustique ou d'aérodynamique. Toutefois, elle reste au stade d'hypothèse plus ou moins bien acceptée pendant encore une vingtaine d'années avant de faire des études plus précises (les physiciens ont souvent d'autres chats à fouetter). Aussi, tout au long du siècle, la physique du fouet ne progressera-t-elle que par épisodes.

Pour vérifier l'intuition de Lummer, le professeur Carrière de Toulouse réalise, en 1927, une ingénieuse expérience. Pour photographier le phénomène, reproduire un claquement identique lors de chaque essai, Carrière construit un fouet méca-

nique qui ressemble peu à celui du cocher : le manche du fouet est remplacé par un élastique sous tension qui tire sur une cordelette passant autour d'une poulie.

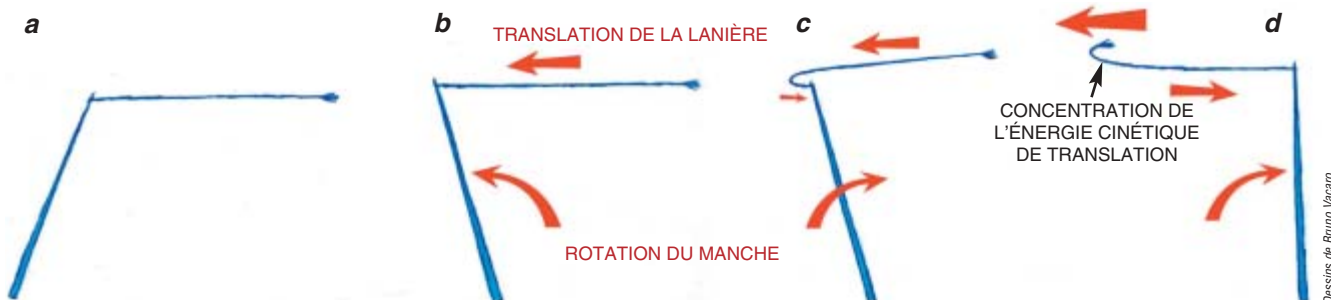
LA VITESSE DU FOUET

Dans les années 1930, ni les caméras rapides ni les flashes n'existent. Aussi, Carrière photographie le fouet en l'éclairant un bref instant avec la lumière produite par l'étincelle d'une lampe à arc (le flash n'existe pas!). L'étincelle doit être allumée au moment adéquat, peu après le déclenchement du coup de fouet. Le mécanisme actionnant le fouet libère simultanément une planche qui dans sa chute actionne l'interrupteur qui produit l'étincelle. Carrière ajuste le délai qui sépare le déclenchement du coup de fouet de l'étincelle en modifiant la hauteur d'où la planche chute. En plaçant un second interrupteur juste en dessous du premier, il trouve même le moyen de réaliser une seconde étincelle immédiatement après la première. Il obtient ainsi, sur la même plaque photographique, deux images successives de l'extrémité de la corde. Carrière calcule ainsi la vitesse de l'extrémité du fouet en divisant la distance qu'a parcourue l'extrémité entre les deux prises de vue, par la durée qui sépare les deux étincelles (un millième de seconde environ). Il confirme sa mesure en enregistrant la vitesse angulaire atteinte par la poulie. Carrière mesure une vitesse de 350 mètres par seconde, légèrement supérieure à la vitesse du son

dans l'air (330 mètres par seconde). Ce résultat corrobore l'hypothèse d'une pointe de fouet supersonique, toutefois, les imprécisions de la mesure ainsi que le caractère peu naturel du dispositif mimant le fouet empêchent de conclure avec une certitude absolue.

Le fouet de laboratoire du professeur Carrière laisse un problème en suspens : est-il vraiment possible d'amener l'extrémité du fouet à une vitesse supersonique par un simple mouvement du bras? Cette question est abordée par hasard dans les années 1950 : de nombreux cochers allemands sont affligés d'un étrange mal : des particules de cuivre sont retrouvées au fond de leurs yeux, par ailleurs apparemment indemnes de toute lésion. Or, à la même époque, les extrémités des fouets sont faites de fils de cuivre. Des physiciens de Stuttgart font le rapprochement et avancent que de fines particules de cuivre se détachent à grande vitesse de l'extrémité du fouet lors du claquement, traversent la cornée sans l'endommager, pour s'arrêter au fond de l'œil. Les physiciens élaborent alors un modèle de la propagation d'une déformation le long de la lanière et concluent qu'il est possible de conférer une vitesse aussi grande que l'on veut à l'extrémité du fouet. Pour cela, un mouvement sec crée un coude qui se propage et qui isole une partie mobile de la lanière dont la vitesse augmenterait indéfiniment.

Le mécanisme d'accélération de l'extrémité du fouet à une vitesse superso-



Mouvement du fouet de charretier : en (a), la lanière est lancée vers l'arrière ; en (b), la rotation du manche lui confère une énergie cinétique de translation ; en (c), un brusque rappel du manche crée

un coude. En (d), la propagation de ce coude concentre l'énergie cinétique dans la partie mobile au bout de la lanière, laquelle atteint une vitesse supersonique.