Images, vision, musique

Marc Chaperon

Bernard Morin (L 1952). J'ai fait sa connaissance et celle de John Mather en 1974 au bistrot qui faisait l'angle entre la rue d'Ulm et la rue Lhomond, après une séance du séminaire Bourbaki. Tout jeune élève de René Thom (S 1943), je les connaissais par leurs travaux sur les singularités d'applications différentiables : dans une série d'articles qui n'ont pas pris une ride, Mather en avait en un sens achevé la théorie, que Morin avait peu auparavant contribué à faire avancer en étudiant ce que l'on a ensuite baptisé *singularités de Morin*.

C'était une des légendes de l'École, où il était entré en lettres après un prix au concours général de philosophie mais avait vite choisi les mathématiques, encouragé par Henri Cartan (S 1923) ; celui-ci, alors mentor des normaliens en la matière, avait été fasciné – comme auparavant dans le cas de Thom – par l'extraordinaire intuition géométrique de Morin… pourtant aveugle depuis l'âge de six ans à la suite d'un glaucome.

Le *retournement de la sphère* n'avait pas peu contribué à la légende. En 1957, la thèse de Stephen Smale (médaille Fields 1966) avait posé un casse-tête puisqu'elle impliquait la possibilité de *retourner* une sphère, dont la face intérieure se retrouverait à l'extérieur et vice versa, en l'autorisant bien sûr à se traverser elle-même mais sans jamais cesser d'être une surface régulière. Thom avait donné un moyen théorique d'y parvenir, mené à terme par Arnold Schapiro et dessiné par Anthony Philips mais, lors d'un congrès à Seattle en 1967, Morin a surpris tout le monde en *montrant* une solution un peu moins compliquée à l'aide de pâte à modeler.

Le cas n'est pas isolé : plus récemment Emmanuel Giroux, mathématicien considérable ayant perdu la vue à onze ans, se signale non seulement par sa gentillesse[1] mais par une intuition géométrique hors norme. Il a celle-ci en commun avec Lev Pontriaguine (1908-1988), autre mathématicien aveugle dont les travaux pionniers sur le contrôle optimal ont permis à l'URSS de devancer les États-Unis au début de la conquête de l'espace en lançant le premier satellite artificiel (« spoutnik ») malgré des moyens de calcul très inférieurs.

Images et vision. Aucun de ces remarquables géomètres n'étant né aveugle, tous avaient en mémoire des images du monde réel, mais qu'est-ce qu'une image et que sont les leurs ? Une première piste est fournie par la pâte à modeler de Morin, la cécité étant naturellement compensée par le développement du toucher, seul de nos cinq sens à être en prise directe sur l'espace à trois dimensions où nous vivons.

D'une certaine manière, un œil en bon état constitue un handicap dans cette appréhension de l'espace : celui-ci étant perçu à partir de projections planes sur la rétine, même les sculptures d'artistes célèbres sont parfois fortement bidimensionnelles, ne gagnant rien à ce que l'on tourne autour. Par ailleurs, un objet plat comme une peinture renvoie à notre perception de l'espace, mais commençons par le commencement.

L'œil. Son principe est assez simple : les rayons lumineux entrent par un trou, la pupille ; ils passent au travers d'une lentille, le cristallin, et aboutissent sur un capteur, la rétine.

[1] Morin était plus caustique. Lors de cette rencontre au bistrot, il s'était livré à une imitation aussi réussie que peu charitable de Thom, à qui il devait énormément.

La distance focale du cristallin[2] est variable : au repos, pour un hypothétique œil sans défaut, c'est la distance séparant le cristallin de la rétine, qui capte donc une image nette des points situés « à l'infini ». Pour voir nettement un point *M* placé plus près, l'œil fournit un effort d'*accommodation* qui, diminuant la distance focale du cristallin, permet en principe aux rayons issus de *M* de converger en un seul point de la rétine.

L'ouverture de la pupille varie selon l'éclairement du sujet observé ; plus il y a de lumière, plus l'ouverture est faible donc plus grande est la *profondeur de champ*, celle de l'ensemble des points du sujet dont l'image est perçue comme nette : les rayons issus d'un tel point ne vont certes pas souvent converger en *un* point de la rétine[3], mais ils vont l'atteindre à l'intérieur d'une tache assez petite pour paraître ponctuelle[4].

La perception du relief est liée au léger décalage entre les images reçues par nos deux yeux mais aussi au fait que nos mouvements incessants, même ténus, induisent un tel décalage pour *chaque* œil.

La vision est moins bonne à la périphérie de la rétine qu'en son centre. L'ensemble constitue le *champ visuel*, qui permet de voir peu ou prou à 180°. Bref, les rayons lumineux vus par l'ensemble de nos deux yeux[5] sont ceux qui proviennent d'un demi-espace limité par le plan oculaire.

Il est remarquable que, dès la petite enfance, nous « reconnaissions » sans difficulté une image, photographie ou tableau figuratif, ce qui revient à identifier les rayons lumineux en provenance de l'image à ceux qui ont produit cette image en frappant la pellicule ou le capteur, par exemple la rétine de l'artiste.

Forme et fond. Les images traitées par notre cerveau sont donc des projections planes d'objets visibles. Le *contour apparent* de chacun d'entre eux joue un rôle essentiel ; c'est lui que l'on dessine en premier et, selon la théorie de Harry Blum chère à Thom[6], c'est à partir de lui que nous reconnaissons une forme : le système nerveux simulerait une propagation à vitesse constante du contour vers l'intérieur suivant les normales, jusqu'aux points *p* dont la distance au contour est atteinte en au moins deux points de celui-ci ; ces points *p* constituent le « squelette » de la forme considérée, nommé *cut-locus* puisque c'est le lieu d'auto-intersection des contours propagés[7]. À l'appui de cette théorie on peut citer le fait qu'en regardant un tableau assez longtemps on le voit s'animer d'un mouvement intérieur qui permet de « l'habiter » vraiment[8]. La perception des objets inanimés serait ainsi un processus dynamique[9], loin de l'opposition superficielle entre la peinture, statique, et l'art des sons.

---

[2] C'est-à-dire la distance de la lentille au point (« foyer ») où se focalisent les rayons venus de l'infini (en pratique, de très loin) perpendiculairement à la lentille, supposée parfaite.

[3] Éventualité d'ailleurs théorique, aucune lentille n'étant parfaite.

[4] Les traits de plume ou de crayon, forcément un peu épais, sont de même *vus* comme des lignes. De toute façon, les rayons lumineux de l'optique géométrique sont des idéalités oubliant la nature ondulatoire de la lumière et donc les couleurs, dont le rôle dans la vision est pourtant considérable. Notre « capteur » comporte d'ailleurs assez peu de pixels…

[5] Pour chacun, le nez est un obstacle…

[6] Et plus ou moins confirmée par les avancées récentes selon Jean Petitot : *Neurogéométrie de la vision - Modèles mathématiques et physiques des architectures fonctionnelles*. Éditions de l'École polytechnique, 2008.

[7] Thom a écrit au début des années 1970 deux articles importants sur les contours apparents et cut-loci.

[8] Peut-être s'agit-il aussi de défaire ce que l'artiste avait fait en peignant nettement des zones que l'œil ne pouvait percevoir simultanément avec cette clarté, devant accommoder pour passer de l'une à l'autre.

[9] Voir les contributions de Thom et de François Cheng à *Tàpies* [colloque, Paris, Bibliothèque nationale de France, 19 novembre 1994], Conférences & Colloques, Galerie nationale du Jeu de Paume, 1995.

Images et musique[10]. Mozart semble avoir composé entièrement *Don Giovanni* (comme ses autres œuvres) *dans sa tête* avant d'en jeter une note sur le papier[11]. Il avait donc une *image* mentale tout à fait nette d'un opéra qui dure environ trois heures et fait appel à un nombre important de chanteurs et d'instruments – dont les timbres faisaient partie de cette image mentale, l'orchestration étant très belle. Bien plus : il avait une représentation parfaite du temps musical de l'œuvre, en remarquable adéquation avec son temps dramatique.

Nous ne saurons jamais de quoi cette image mentale était exactement faite[12] : bien sûr, une correspondance immédiate entre les sons et leur écriture (qui s'apprend), *plus* cette vision globale, performance de la mémoire évidemment hors de portée des gens normaux. D'autres exemples montrent que cette image varie d'un individu à l'autre. Arthur Rubinstein dans son grand âge a eu, chose rare chez lui, un trou de mémoire en répétant un concerto de Mozart ; ayant demandé la partition, il a été très gêné parce que ce n'était pas celle sur laquelle il l'avait appris, et qu'il avait mémorisée en la « photographiant » : dans son cas, l'image mentale était largement visuelle. À l'opposé, l'organiste et claveciniste aveugle[13] Helmut Walcha a joué tout Bach *d'oreille* : pour apprendre une fugue, il s'en faisait jouer une ou deux fois l'ensemble, puis les voix séparément, et il la savait ; chez lui, la mémoire identifiait le son et le geste qui le produit[14]. Souvent, le geste domine : le jeune Daniel Barenboïm, ayant époustouflé les preneurs de son de sa première intégrale des sonates pour piano de Beethoven en enregistrant d'un seul coup la trentième, opus 109, qu'il n'avait pas jouée depuis des années, leur a dit que tout le mérite en revenait à ses doigts…

Vitesse. Les grands virtuoses ont une conscience des œuvres qu'ils jouent où le temps se trouve *dilaté* comme chez le champion de formule 1 Ayrton Senna, qui disait qu'en pilotant plus vite que tout le monde il avait le sentiment d'aller très lentement, prodige de concentration où le cerveau utilise bien sûr une image mentale faite de séquences déjà intégrées à la mémoire.

La calligraphie et la peinture à l'encre de Chine, exécutées très rapidement sur un support qui « boit » l'encre indélébile, supposent de même une parfaite image mentale préalable de l'œuvre à naître et des gestes à effectuer. Comme en musique, il y faut des années d'apprentissage.

« Modernes ». Libérés par la photographie de l'obligation d'être tout à fait figuratifs, les impressionnistes ont créé un art dont le « flou » nous touche souvent plus qu'une représentation plus univoque. Ici encore (probablement comme pour les œuvres « abstraites ») c'est du jeu avec nos images intérieures que naît l'émotion.

La même dialectique se retrouve en musique, où les œuvres les plus savantes renvoient, explicitement ou non, au fonds commun des airs et danses populaires. D'où le grand travail d'ethnomusicologie effectué par Bartók et Kodály : constatant que ce fonds commençait à s'user, ils ont entrepris de l'élargir en explorant des traditions moins connues pendant qu'il en était temps, courant sur trois continents recueillir les airs et les rythmes inouïs qui subsistaient à l'écart des grandes métropoles. Le film de Hitchcock *Une femme disparaît* (*The lady vanishes*) donne une image désopilante de ce travail.

---

[10] Le livre d'Agnès Desolneux (S 1994) et David Mumford (médaille Fields 1974), *Pattern Theory: The Stochastic Analysis of Real-World Signals* (A.K. Peters LTD, 2010), inclut aussi les signaux musicaux.

[11] L'ouverture a été transcrite juste avant la première représentation, au grand dam de l'orchestre !

[12] Elle n'était en tout cas pas éternelle : quand Mozart a écrit d'autres airs pour les chanteurs de représentations ultérieures de l'opéra, il avait manifestement perdu cette vision globale.

[13] Nous y revenons. Bernard Morin jouait d'ailleurs de l'orgue.

[14] Comme chez tous les grands instrumentistes, mais ici le toucher remplaçait complètement la vue. Celle-ci avait décliné chez Walcha enfant après une vaccination antivariolique, jusqu'à sa perte totale à l'adolescence.