

L'ARCHICUBE



7 • DÉCEMBRE 2009

La lumière

Les études arabes à l'ENS

*L'ENS : une école impossible
à normer ?*

Revue de l'Association des anciens élèves, élèves et amis de l'École normale supérieure







SOMMAIRE

Le mot du président, *Jean-Claude Lehmann* 5

LE DOSSIER : LA LUMIÈRE

Introduction 8

La lumière, l'histoire et l'ENS 9

Histoire de la lumière : de Prométhée au laser, *Bernard Cagnac* 9

La lumière et l'éclairage : ombres et lumières aux XVII^e-XIX^e siècles, *Daniel Roche* 20

Trois normaliens, Nobel de la lumière, *Bernard Cagnac* 24

Le verre et la lumière : un cadeau normalien d'Émile Gallé à Louis Pasteur, *Laure Swaenepoel* 32

Lumière et culture 53

Lumière et couleur, entre l'art et la science : Charles Lapicque, *Michel Menu* 53

Peindre la lumière à la Renaissance, *Romain Thomas* 59

La culture médiévale de la lumière, *Colette Manhes-Deremble et Catherine Vincent* 67

Lumière et matière 73

Les étranges propriétés de la lumière quantique, *Claude Fabre* 73

Voir et avoir un photon, *Jean-Michel Raimond* 82

La lumière des images : lanterne magique et arts de projection, *Ségolène Le Men* 91

Entendre la lumière, *Violaine Anger* 114

Lumière et ontologie 124

« Dans ta lumière, nous verrons la lumière », *Jean-Robert Armogathe* 124

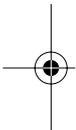
Les Lumières : un pluralisme en devenir, *Jean-Jacques Tatin-Gourier* 128

LES SAVOIRS ET LA VIE

L'École, la physique, l'univers et la lumière, *Serge Haroche* 135

Les études arabes à l'ENS, *Marwan Rashed* 146

L'Archicube n° 7, décembre 2009 3





CARRIÈRES

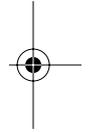
Les normaliens dans l'administration, <i>Jacques Lepape</i>	155
Les rendez-vous du Service Carrières de l'A-Ulm, <i>Gérard Abensour</i>	156
De la théologie à la littérature, <i>Claude Dagens</i>	160

LES NORMALIENS PUBLIENT

<i>Jean-Thomas Nordmann</i>	167
<i>Lucie Marignac</i>	178
<i>Étienne Guyon</i>	186
<i>Hélène Fiamma</i>	187

ULMI & ORBI

Tour du monde en ENS : l'ENS de Tunis, <i>Hatem Zaag</i>	191
L'École normale supérieure : une école impossible à normer ?, <i>François Bouvier</i>	196
Aide à projets, <i>Françoise Brissard</i>	202
Cérémonie de remise des diplômes à l'ENS, <i>Guy Lecuyot et Mireille Gérard</i>	204
Courrier des lecteurs, <i>Guy Lecuyot</i>	207





LE MOT DU PRÉSIDENT



Un numéro de *L'Archicube* sur la lumière, voilà qui devrait nous éclairer, mieux encore si cela est possible, sur la pertinence de la ligne éditoriale engagée maintenant depuis sept numéros. Les physiciens, dont j'ai été, utilisent la lumière sous toutes ses formes, pour sonder atomes et molécules. Le grain de lumière, le photon, est le représentant le plus emblématique de la physique quantique. C'est d'ailleurs la lumière, très précisément celle du « corps noir » qui bien que « noir » émet de la lumière, qui a conduit Max Planck à la première esquisse de théorie quantique, ouvrant la voie à un XX^e siècle éblouissant dans le domaine des découvertes scientifiques. Mais la lumière inspire aussi les artistes, en tout premier lieu les peintres bien évidemment, mais aussi les créateurs de vitraux, d'objets d'art et même de bâtiments. Le verrier que j'ai été plus tard ne peut lui aussi qu'être fasciné par la transparence et la lumière. À Saint-Gobain, on se rappelle par exemple des difficultés techniques qu'il a fallu surmonter pour satisfaire les exigences de l'architecte Pei qui souhaitait que de l'intérieur de la pyramide du Louvre on voit les façades du Palais sans aucune altération de leur teinte, quelle que soit l'heure du jour. Enfin, il y a la lumière intérieure qui peut nous animer ou celle qui rayonne de certains êtres exceptionnels.

Je souhaite donc vivement remercier tout ceux qui ont animé la préparation et participé à la rédaction de cet *Archicube* n° 7.

Et pourtant nous ne sommes pas benoîtement satisfaits de cette publication. La rédaction a donc lancé une enquête auprès de ses lecteurs, afin de recueillir leurs avis et leurs recommandations en vue d'améliorer encore la revue. Nous allons naturellement analyser soigneusement les réponses reçues et tenir compte de toutes vos remarques. Je remercie donc tout particulièrement ceux qui ont manifesté leur attachement à la revue et à l'Association en participant à cette enquête.

Jean-Claude Lehmann (1959 s)

*Président de l'A-Ulm, Association des anciens élèves,
élèves et amis de l'École normale supérieure*







LE DOSSIER

LA LUMIÈRE

LA LUMIÈRE, L'HISTOIRE ET L'ENS

Histoire de la lumière : de Prométhée au laser, *Bernard Cagnac*

La lumière et l'éclairage : ombres et lumières aux XVII^e-XIX^e siècles, *Daniel Roche*

Trois normaliens, Nobel de la lumière, *Bernard Cagnac*

Le verre et la lumière : un cadeau normalien
d'Émile Gallé à Louis Pasteur, *Laure Swaenepoel*

LUMIÈRE ET CULTURE

Lumière et couleur, entre l'art et la science : Charles Lopicque, *Michel Menu*

Peindre la lumière à la Renaissance, *Romain Thomas*

La culture médiévale de la lumière,
Colette Manhes-Deremble et Catherine Vincent

LUMIÈRE ET MATIÈRE

Les étranges propriétés de la lumière quantique, *Claude Fabre*

Voir et avoir un photon, *Jean-Michel Raimond*

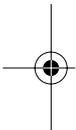
La lumière des images : lanterne magique et arts de la projection,
Ségoène Le Men

Entendre la lumière, *Violaine Anger*

LUMIÈRE ET ONTOLOGIE

« Dans Ta lumière, nous verrons la lumière », *Jean-Robert Armogathe*

Les Lumières : un pluralisme en devenir, *Jean-Jacques Tatin-Gourier*





INTRODUCTION

Selon le plan de Joseph Lakanal en 1795, la mission des écoles normales devait être de former « une jeunesse savante et philosophe, qui, [ayant] reçu [de] grandes leçons, ira les répéter à son tour dans toutes les parties de la République ». « Cette source de lumière si pure, si abondante [...] épanchée de réservoir en réservoir, se répandra d'espace en espace dans toute la France. » Ce projet de diffusion et de démultiplication des savoirs n'a cessé de figurer au programme de l'ENS, en tant que lieu de recherche et d'enseignement. Dans ce numéro de *L'Archicube*, où se côtoient des scientifiques et des littéraires, qu'ils soient normaliens ou non, l'importance de la lumière (et des Lumières) apparaît non seulement comme figure centrale de l'imaginaire et des représentations des savoirs et de l'humanisme occidental, mais aussi comme champ ouvert aux interrogations des chercheurs, de la physique à l'histoire de l'art, et de la littérature à la médecine... Verrerie parlante inspirée par la poésie de Victor Hugo, le vase d'Émile Gallé offert à Louis Pasteur par les normaliens en 1893 est un magnifique témoignage de cette pluralité d'approches autour de laquelle se rejoignent les sciences, les arts et les humanités. Il va de soi que le sujet, constamment reformulé, est vaste et que ce numéro n'aborde qu'une sélection des multiples thématiques susceptibles d'être envisagées, depuis l'histoire de l'éclairage jusqu'aux enjeux théologiques. Nous avons néanmoins cherché à proposer un parcours de longue durée, qui va jusqu'à l'actualité scientifique la plus immédiate et remercions tous les auteurs qui ont accepté de s'associer à cette livraison.

Ségolène Le Men (1973 L) et Claire Lhuilier (1966 S)

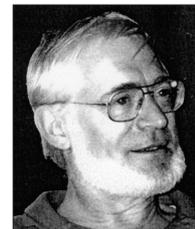


LA LUMIÈRE, L'HISTOIRE ET L'ENS

HISTOIRE DE LA LUMIÈRE : DE PROMÉTHÉE AU LASER

Bernard Cagnac (1950 s)

Agrégé de physique, ancien caïman, il a préparé sa thèse sous la direction d'Alfred Kastler et Jean Brossel. Professeur à l'UPMC et à l'ENS, il a fait partie du Conseil national d'évaluation des universités.

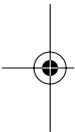


Parmi les cinq sens, qui permettent à l'homme de se repérer dans l'espace et de nouer des relations avec ses semblables, la vision est sans doute celui qui nous apporte les informations les plus nombreuses et les plus variées. C'est ce qui donne à la lumière tant d'importance et d'éclat dans nos vies.

Dans la Bible, déjà, la lumière est la toute première à être créée : il fallait « que la lumière soit... », séparée des ténèbres, pour que le premier jour puisse exister. Dans la science archéologique, l'un des premiers événements qui caractérise l'homme, différent des animaux, c'est la maîtrise d'outils complexes, et parmi eux celle du feu, symbolisée chez les Grecs par le mythe de Prométhée : le feu utilisé pour se chauffer, pour la nourriture, pour cuire aussi les poteries dans des fours, qui serviront également à fondre les minerais et forger les métaux. On oublie bien souvent de préciser que ce même feu permet aux hommes de s'éclairer la nuit ou le jour au fond des grottes. En fait *la maîtrise du feu est le premier acte de la maîtrise de la lumière* par l'homme ; c'est l'histoire de cette maîtrise que nous voudrions conter ici ; il y a plusieurs milliers de siècles qu'elle a commencé.

L'éclairage : incandescence ou décharge électrique

Après l'acte de courage d'hommes ou de femmes qui, les premiers, ont osé ramasser et brandir des branches allumées, l'histoire s'affadit et traîne en longueur. De la





La lumière

simple branche de bois au flambeau de tiges tressées, puis à la torche imprégnée de liquides combustibles, on arrivera à la lampe à huile, contemporaine des premières poteries exhumées par les archéologues. Plusieurs dizaines de siècles plus tard, les lampes à huile deviendront les lampes à pétrole de nos grand-mères (avant l'invention des moteurs à explosion ; ce sera la première utilisation du pétrole, avec le chauffage bien sûr). Ces lampes à pétrole ont laissé des souvenirs dans de nombreuses familles françaises, qui les ont ressorties des placards ou des greniers pendant les coupures d'électricité sous l'Occupation, entre 1940 et 1944.

Le premier développement industriel de l'éclairage se fera avec le gaz au milieu du XIX^e siècle ; il n'est guère différent des procédés primitifs, puisqu'il utilise toujours une combustion : on brûle le gaz au lieu de brûler l'huile, le pétrole ou la cire de la chandelle.

Une petite différence existe cependant dans l'utilisation de cette combustion. En effet, lorsque l'arrivée d'air d'un bec de gaz est bien réglée, sa flamme est légèrement bleutée, mais très peu lumineuse ; il faut réduire l'arrivée d'air pour obtenir une flamme jaune éclairante. La lumière de cette flamme jaune provient alors des poussières de carbone, insuffisamment brûlées, portées à l'incandescence par la haute température de la flamme, exactement comme dans la flamme d'une bougie ou d'une lampe à huile. C'est le même phénomène que l'incandescence des parois de briques d'un four chauffé « au rouge », voire « au blanc » dans une poterie ou dans une forge.

L'inconvénient de la flamme lumineuse (à combustion incomplète) c'est que les poussières de carbone qui s'échappent noircissent le plafond, dans le cas d'une lampe, ou les fonds de casserole, dans le cas d'un chauffage. Dans l'éclairage au gaz, la flamme, bien réglée et très chaude, porte à l'incandescence « blanche » un manchon d'une céramique spéciale, qui émet beaucoup de lumière visible et peu de lumière infrarouge, pour éviter que cette dernière ne grille le visage de l'utilisateur (c'est le manchon Auer). La petite lampe à Butagaz pour le camping fonctionne de la même façon avec une « résille » de fibres réfractaires.

C'est dans les dernières années seulement du XIX^e siècle qu'Edison invente la lampe électrique, dans laquelle le filament de carbone (placé dans une ampoule en verre vidée d'air, pour l'empêcher de brûler avec l'oxygène) est chauffé jusqu'à l'incandescence par le passage d'un courant électrique, comme dans certains radiateurs, dont la résistance est chauffée au rouge. Mais on utilise toujours le phénomène d'incandescence ; c'est seulement le chauffage électrique qui a remplacé la combustion.





L'éclairage électrique se développe rapidement, en quelques dizaines d'années, au début du XX^e siècle ; et c'est le XX^e siècle qui verra la disparition de l'éclairage par combustion, en usage depuis la plus haute Antiquité. Ma génération a connu, jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, ces réverbères à gaz dans les rues de Paris, avec leur petite flamme veilleuse, très discrète, qui permettait au bec de gaz de se rallumer tout seul le soir, sans faire appel à l'allumeur de réverbère d'autrefois. J'ai aussi le souvenir, avant la Seconde Guerre mondiale, les soirs d'hiver chez ma grand-mère, de l'allumage de la lampe à gaz, suspendue au milieu du plafond, et qui éclairait tout le séjour.

Dans la seconde moitié du XX^e siècle se diffuse une autre forme d'éclairage électrique, qui ne fait plus appel à l'incandescence : il s'agit des tubes fluorescents, dans lesquels ce sont les atomes d'une vapeur qui émettent la lumière lorsqu'ils sont « excités » par les collisions avec les électrons en mouvement dans une décharge électrique. C'est la physique atomique qui permet alors de comprendre et d'améliorer ce nouveau procédé d'émission de lumière. Les nouvelles lampes que la Commission européenne nous impose pour les années à venir, afin d'économiser l'énergie, sont des variantes miniaturisées des tubes fluorescents traditionnels. Pour être complet, il faut encore signaler les éclairages par diodes lumineuses – technique dérivée de la physique des solides, après la Seconde Guerre mondiale –, qui est en plein développement.

Nous avons rappelé cette histoire de l'éclairage parce que c'est la première utilisation de la lumière par l'homme ; elle nous a permis aussi de distinguer les deux phénomènes essentiels d'émission de lumière : par incandescence à haute température de n'importe quel matériau ou par décharge électrique sur les atomes d'un gaz. Mais *la connaissance de la nature de la lumière* va donner à l'homme une maîtrise « savante » beaucoup plus efficace de la lumière, conduisant à d'autres utilisations. Ces progrès de la connaissance passent par cinq étapes, que nous allons décrire maintenant, et qui ont commencé quatre siècles plus tôt.

Première étape : l'optique instrumentale ou optique géométrique

Elle commence de façon très pragmatique et artisanale dans les dernières années du XVI^e siècle ; les verriers hollandais découvrent que les lentilles de verre (ainsi appelées car elles ont la même forme que les légumes du même nom) peuvent aider à la vision : une lentille seule, utilisée comme loupe, permet de grossir la vision des objets très petits et proches. En combinant deux lentilles différentes, astucieusement espacées, ils découvrent la lunette qui permet une vision grossie, apparemment rapprochée, des objets éloignés.





L'italien Galilée, informé de cette découverte en 1609, se met à fabriquer des lunettes, de manière très pragmatique, sans réelle étude théorique. Mais c'est un bon expérimentateur ; il obtient l'année suivante une lunette qui grossit une vingtaine de fois, et lui permet des observations astronomiques nouvelles (en particulier les satellites de Jupiter), qui le conduiront à défendre le système de Copernic, et projeteront son nom dans l'histoire.

Le succès de la lunette de Galilée contribue certainement à créer l'intérêt pour les lois de l'optique. C'est le professeur Snell de l'université de Leyde, qui, le premier, en 1621, établit expérimentalement la loi de réfraction d'un rayon lumineux, lorsqu'il traverse la surface de séparation entre le verre et l'air (rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle du rayon réfracté) ; mais il ne la publie pas. René Descartes, installé en Hollande depuis 1628, publie simultanément en 1637 son *Discours de la méthode* et son *Traité de dioptrique*, qui fait l'étude géométrique des rayons lumineux ; c'est la raison pour laquelle, en France, cette loi des sinus est appelée loi de Descartes.

Un peu plus tard, le mathématicien Pierre de Fermat viendra confirmer cette géométrie de l'optique en lui appliquant son principe du minimum de chemin (1660). Le développement de la géométrie des rayons lumineux permettra de concevoir et de construire de nouveaux appareils d'optique, tels que les télescopes, les jumelles et les microscopes, sans compter les lunettes correctrices de la vue.

Le grand physicien Isaac Newton, inventeur de la gravitation, s'intéresse aussi à l'optique. Sa contribution essentielle, en 1672, est l'expérience sur la dispersion de la lumière blanche après la traversée d'un prisme en une série de rayons de directions et de couleurs différentes. Utilisant un second prisme identique, orienté en sens inverse, il dévie ces rayons colorés en sens inverse et les remet tous dans la même direction ; leur superposition donne à nouveau une lumière blanche. Isolant alors un seul rayon coloré, il lui fait traverser divers appareils ou des verres colorés ; la luminosité de ce rayon monochrome peut être atténuée, mais sa couleur n'est jamais altérée. Il vérifie ainsi que la couleur est fondamentalement un attribut de la lumière : les vitraux de nos cathédrales ne modifient pas les couleurs de la lumière ; ils font seulement un tri entre les couleurs qui la composent, en ne laissant passer que certaines d'entre elles.

Deuxième étape : la nature ondulatoire de la lumière

L'image concrète d'une onde oscillante qui se propage nous est donnée par le lancement d'un pavé dans une mare, et les ondulations circulaires qui se propagent sur le plan d'eau en s'élargissant ; mais les ondes oscillantes de la physique se propagent généralement de manière sphérique dans toutes les directions de l'espace. Stimulé par sa correspondance avec Fermat, le mathématicien Christiaan Huygens (installé à Paris





depuis 1666 à l'invitation de Colbert) émet en 1677 l'hypothèse que la lumière peut être comparée avec la pression sonore transmise en onde sphérique dans la propagation du son. Cette hypothèse est confortée par la possibilité qu'elle lui donne de redémontrer mathématiquement la loi des sinus de Descartes ; il détaille sa théorie dans son *Traité de la lumière* en 1678. Mais il faudra attendre plus d'un siècle pour confirmer les hypothèses de Huygens.

Thomas Young, médecin à Londres, est un passionné de recherche scientifique. Il présente en 1803 à la Royal Society un mémoire, *Expériences et calculs relatifs à l'optique physique*, dans lequel il explique l'expérience des franges alternées, noires et blanches, observées sur un écran éclairé par la lumière qui a traversé deux fentes fines identiques, très voisines. Il calcule en tout point de l'écran la somme des deux ondes qui sont passées par chacune des fentes ; et retrouve bien, dans ce calcul – les lignes noires le long desquelles les deux ondes sont de signes opposés, conduisant à une somme nulle (interférence destructive) – et les lignes blanches le long desquelles les deux ondes sont égales et s'ajoutent (interférence constructive). Cette expérience d'interférence des fentes de Young demeure encore aujourd'hui le « scénario » de référence des physiciens, lorsqu'ils débattent des phénomènes ondulatoires.

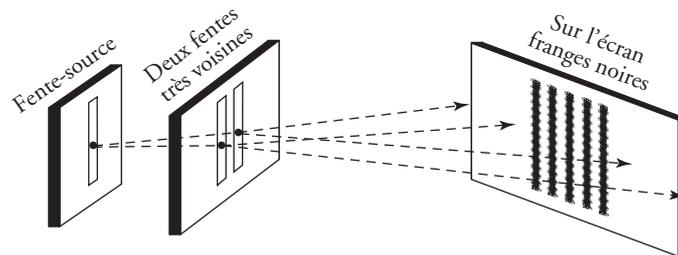
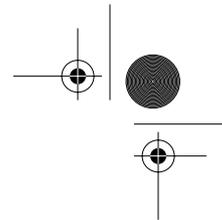


Figure 1 – Expérience des fentes de Young.

Augustin Fresnel, polytechnicien, ingénieur des Ponts et Chaussées au service des phares, invente les grosses lentilles taillées en échelons, qui accroissent la luminosité des phares et qui portent son nom. Assigné à résidence pour des motifs politiques en 1815, il occupe son temps libre avec de nombreuses expériences d'optique sur les interférences d'ondes, provenant de la même source lumineuse, qui atteignent le même point de l'écran d'observation après avoir suivi des chemins différents – par exemple, dans l'expérience célèbre des miroirs de Fresnel. Pour le calcul de la propagation et des phénomènes d'interférences, il démontre l'importance de la longueur d'onde qui caractérise chaque couleur (longueur parcourue avec la vitesse c par l'onde pendant la durée T d'une période de son oscillation : $\lambda = c.T$).



La variété et la précision de ses expériences, comme de ses calculs, confirment entièrement les hypothèses ondulatoires de Huygens et de Young. La nature ondulatoire de la lumière est définitivement confirmée et ne peut plus être mise en question.

Troisième étape : la nature électromagnétique de la lumière

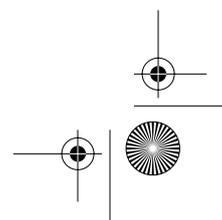
Un autre apport important est la première mesure terrestre (non astronomique) de la vitesse c de propagation de la lumière, effectuée par Hippolyte Fizeau en 1849 par la méthode de la roue dentée tournante : la lumière, qui passe à travers les dents creuses de la roue, est envoyée sur un miroir lointain, perpendiculaire au rayon lumineux, qui la renvoie vers la roue ; au retour la lumière doit de nouveau traverser les dents creuses de la roue, qui ont tourné entre-temps, et ne laissent pas passer toute la lumière. La quantité de lumière mesurée au retour dépend alors de la vitesse de rotation et de la vitesse de propagation. On en déduit la vitesse de propagation de l'onde $c \approx 300\,000$ km/sec.

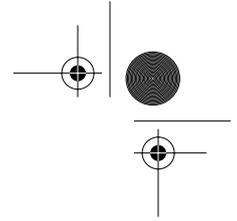
L'année suivante deux expériences effectuées en concurrence par Fizeau et par Foucault mesurent le rapport entre les vitesses dans l'air et dans l'eau. Ce rapport des vitesses est égal à l'indice de réfraction de l'eau n ; il confirme la vitesse c/n dans l'eau des ondes lumineuses. Ces mesures de vitesse seront importantes pour la comparaison avec l'électromagnétisme.

La nature ondulatoire de la lumière et la mathématique de sa propagation sont parfaitement établies. Mais on n'a toujours pas de réelle compréhension des interactions de la lumière avec la matière, que ce soit pour l'émission de ces ondes ou pour leur réception sur un détecteur (œil ou plaque photo, déjà inventée empiriquement). Cette compréhension viendra quinze ans plus tard, dans un rapprochement entre la physique ondulatoire de l'optique et la physique de l'électricité et du magnétisme.

En 1865, James Clerk Maxwell, professeur au King's College de Londres, publie sa nouvelle *Théorie électromagnétique*, dans laquelle il tire les conclusions de son étude comparée des phénomènes électriques et magnétiques, qui interviennent souvent dans les mêmes expériences. Cette théorie fusionne les deux phénomènes électriques et magnétiques dans une unique interaction électromagnétique, résumée en quatre équations fondamentales, que l'on appellera les équations de Maxwell.

Les calculs effectués par Maxwell à partir de ces quatre équations démontrent mathématiquement l'existence d'ondes électromagnétiques, engendrées par les mouvements des charges électriques, et caractérisées par deux vecteurs, le champ électrique et le champ magnétique (perpendiculaires entre eux, et perpendiculaires





Histoire de la lumière : de Prométhée au laser

tous les deux à la vitesse de propagation des ondes). L'équation, calculée mathématiquement, qui définit la propagation de ces ondes, est parfaitement compatible avec les équations d'ondes de Fresnel et de ses prédécesseurs ; en particulier la vitesse de propagation de ces ondes électromagnétiques, calculée à partir des équations de Maxwell, est aussi voisine de 300 000 km/s. Maxwell propose de considérer la lumière comme une onde électromagnétique. L'interaction de la lumière avec la matière pourra donc être étudiée comme une interaction électromagnétique.



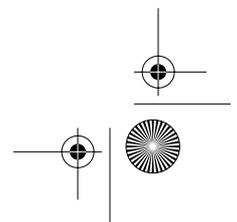
La découverte des ondes radioélectriques par Heinrich Hertz, en 1888, et le rapide développement des transmissions radio pendant la Première Guerre mondiale (le professeur Abraham et son collègue Bloch, à l'ENS, apporteront une contribution majeure à ce développement) démontreront que les calculs théoriques de propagation des ondes sont les mêmes pour la radio, avec des longueurs d'onde métriques, et pour l'optique, avec des longueurs d'onde inférieures au micromètre (millionième de mètre). La gamme des longueurs d'onde disponibles ne cessera de s'enrichir tout au long du XX^e siècle, en particulier vers les très courtes longueurs d'onde des rayons X.

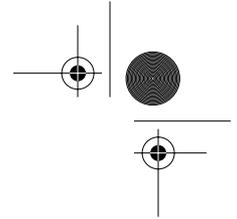
Quatrième étape : le photon

La nature ondulatoire et électromagnétique de la lumière était à peine démontrée, que d'autres phénomènes viennent bientôt poser de nouveaux problèmes.

Il s'agit d'abord de l'effet photoélectrique, observé indépendamment et presque simultanément par Heinrich Hertz en 1887, et par Halbwachs en 1888. Ce phénomène se produit dans les cellules photoélectriques qui servent à mesurer les intensités lumineuses : la lumière frappant une plaque métallique peut en extraire les électrons « libres » qui y sont contenus en réserve, pour permettre le passage d'un courant électrique. On recueille ces électrons en les attirant sur une autre électrode, également métallique, et le courant mesuré est proportionnel à l'intensité lumineuse reçue par la plaque. Il faut trouver une explication théorique à ce nouveau phénomène.

La seconde étude qui pose problème est l'étude théorique des phénomènes d'incandescence, plus simple en principe que celle des flammes. En effet, les flammes sont le siège de phénomènes très complexes, dans lesquels interviennent souvent plusieurs réactions chimiques et la mécanique des fluides, pour l'écoulement des gaz. Au contraire, dans les fours des potiers ou des forgerons, s'ils sont chauffés de l'extérieur, ou bien lorsqu'on a évacué les combustibles, s'ils sont chauffés de l'intérieur, le phénomène d'incandescence a des comportements réguliers et parfaitement reproductibles. Depuis la plus haute Antiquité, lorsqu'ils augmentent progressivement le chauffage





de leurs fours, les potiers ont repéré que l'incandescence observée change de couleur, passant graduellement du rouge sombre au rouge vif, puis à un rouge délavé de blanc, avant de passer au blanc.

Depuis Maxwell, on connaît la nature électromagnétique des ondes lumineuses, et on sait calculer l'énergie qu'elles transportent. Le XIX^e siècle a vu le triomphe de la thermodynamique pour expliquer les échanges de travail en chaleur et de l'énergie sous toutes ses formes. Les physiciens essaient donc d'utiliser la thermodynamique pour étudier la répartition de l'énergie lumineuse entre les différentes couleurs (ou longueurs d'onde), et expliquer ainsi la variation de la couleur dominante de l'incandescence, dépendant de la température. Mais les résultats de leurs calculs ne correspondent pas aux mesures effectuées.

En 1900, Max Planck, professeur à Berlin, examine le détail de ces calculs mathématiques, qui aboutissent toujours à trop d'énergie sur les courtes longueurs d'onde (bleu et violet) par rapport aux grandes longueurs d'onde (rouge et infrarouge). Il cherche une astuce mathématique pour réduire l'énergie calculée sur les courtes longueurs d'onde. Il invente alors une barrière, qui rend les échanges d'énergie plus difficiles aux courtes longueurs d'onde ; en supposant que ces échanges ne puissent se faire que par une quantité déterminée, qui serait grande aux courtes longueurs d'onde, mais qui serait, au contraire, petite aux grandes longueurs d'onde ; c'est le quantum d'énergie de Planck w , qui varie comme l'inverse de la longueur d'onde :

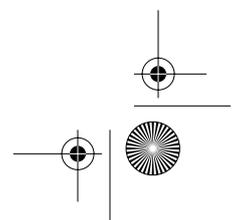
$$w = hc/\lambda = hf$$

(h est la constante de Planck ; on retrouve la longueur d'onde $\lambda = cT = c/f$, introduite par Fresnel, avec la fréquence $f=1/T$, nombre d'oscillations de l'onde en 1 seconde)

Planck, lui-même, ne croit pas trop à la réalité de son quantum ; il publie cependant son calcul, comme exemple de calcul qui réduit les énergies émises aux courtes longueurs d'onde. L'année suivante, des physiciens expérimentateurs refont des mesures plus précises sur la répartition en longueur d'onde de l'énergie rayonnée par l'incandescence, à diverses températures. Toutes ces courbes de répartition coïncident avec les courbes déduites du calcul de Planck. Le photon hf existerait-il donc vraiment ?

La question sera tranchée quatre ans plus tard, en 1905, par un article d'Einstein, qui revient sur le mécanisme de l'effet photoélectrique, et montre que l'hypothèse du quantum permet d'expliquer en détail toutes les caractéristiques de cet effet. La cause est entendue : Planck recevra le prix Nobel en 1918 pour le quantum d'énergie ; et il sera attribué à Einstein, en 1921, au titre de l'effet photoélectrique (à cette date, il a déjà inventé la relativité, mais cette théorie n'est pas encore acceptée par tous).

En fait, les dates un peu retardées de ces deux prix Nobel montrent que l'on a attendu la confirmation de l'existence des photons, donnée par la physique atomique, naissante en ce début de XX^e siècle : en 1913, le modèle de Bohr interprète les couleurs



Histoire de la lumière : de Prométhée au laser



ou longueurs d'onde caractéristiques émises par chaque type d'atome, lorsqu'on produit une décharge électrique dans une vapeur constituée d'un seul élément atomique (ce sont les prémices de l'éclairage par tubes fluorescents). On montre alors que les atomes, dans cette décharge, peuvent emmagasiner une énergie supérieure à celle de leur état normal E_1 et être portés dans une série d'états « excités » ayant des énergies plus élevées $E_2, E_3, E_4...$ Ces états excités sont instables et les atomes retournent spontanément à des états d'énergies inférieures, en perdant cette énergie sous forme de lumière, par émission spontanée de photons égaux à la différence d'énergie :

$$E_2 - E_1 = hf ; \quad E_3 - E_2 = hf' ; \quad E_3 - E_1 = hf'' ; \text{ etc.}$$

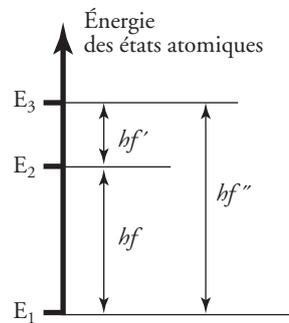
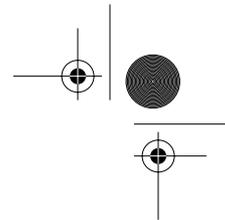


Figure 2 – Niveau d'énergie et photons.

Les ondes lumineuses de couleurs et de fréquences f' et f'' distinctes sont émises par des atomes différents, n'ayant pas la même énergie. La physique atomique confirme donc les échanges d'énergie quantifiés par les photons.

L'existence simultanée du grain d'énergie photon hf , dans les échanges avec la matière, et de la propagation ondulatoire n'est pas sans poser des problèmes conceptuels délicats. Pendant les premières années du XX^e siècle, on s'est demandé si les propriétés ondulatoires de la lumière continuaient d'exister avec des rayons lumineux de très faible intensité, quand les photons arrivent isolés, un par un, sur l'appareil de mesure ; avec l'idée que chaque photon isolé devrait alors passer à travers une seule des deux fentes de Young. Mais c'est une idée fautive.

Des expériences d'interférence, du type des deux fentes de Young, ont été faites de nouveau dans des conditions de très faibles intensités, exigeant des temps de pose photographiques très longs ; elles ont toutes montré que les interférences ondulatoires subsistent aux plus faibles luminosités. Il faut admettre que le photon est une quantité d'énergie échangée entre la matière et l'onde lumineuse, à l'émission aussi bien qu'au récepteur de l'appareil de mesure ; mais cette énergie est transportée par un « train



d'onde », obéissant à toutes les règles de la théorie ondulatoire, et qui passe simultanément à travers les deux fentes de Young.

C'est le comportement de la lumière qui nous révèle pour la première fois les difficultés conceptuelles de la dualité onde-corpuscule, quelques années avant que nous les retrouvions dans la physique atomique, et sa nouvelle mécanique quantique.

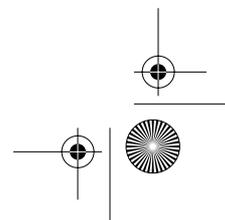
Cinquième étape : l'émission stimulée et les lasers

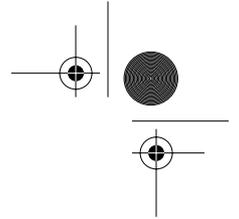
Nous n'insisterons pas davantage sur la dualité onde-corpuscule ; mais une description plus précise des échanges d'énergie entre atomes et lumière est nécessaire pour comprendre la révolution des lasers dans la seconde moitié du XX^e siècle. Le premier acte de cette aventure est encore dû au génie d'Einstein, en 1917.

Nous avons décrit plus haut le processus d'émission spontanée des photons hf par un atome lorsqu'il est excité dans un état instable d'énergie supérieure E_2 par une collision électronique dans une décharge. Ces émissions spontanées se produisent à des instants non prévisibles, régis par les lois du hasard ; et les ondes engendrées à la fréquence f se propagent au hasard dans toutes les directions de l'espace autour de cet atome. Dans son mémoire de 1917, Einstein considère deux autres processus d'échange, entre un atome et une onde lumineuse incidente de fréquence appropriée f :

- Si l'atome est dans l'état d'énergie normal E_1 , il peut absorber un photon hf de l'onde incidente pour transiter à l'état d'énergie supérieur E_2 . Ce processus d'absorption diminue l'intensité de l'onde incidente, et il est couramment observé dans l'expérience de « résonance optique » (le terme de résonance est utilisé par les physiciens pour tous les phénomènes qui se produisent seulement pour une valeur précise de la fréquence, ici f).
- Mais Einstein considère que l'interaction onde-atome doit être réversible : si l'atome est dans l'état d'énergie supérieure E_2 , l'onde peut stimuler la transition de l'atome vers l'état inférieur E_1 avec émission d'un photon hf ; cette émission, commandée par l'onde incidente, est effectuée dans la direction de propagation de l'onde, et vient renforcer son intensité. L'onde incidente est amplifiée par cette émission stimulée. Ce second processus est généralement difficile à observer, compte tenu de la rapidité de l'émission spontanée, qui fait diminuer très rapidement le nombre d'atomes à l'état excité E_2 ; et ces atomes excités sont généralement beaucoup moins nombreux que les atomes à l'état normal E_1 . De ce fait, le phénomène d'amplification de l'onde incidente par émission stimulée est masqué par un phénomène d'absorption beaucoup plus important.

Quelques expériences, autour de 1930, vérifieront de manière indirecte la réalité du processus d'émission stimulée. Mais la preuve indubitable en sera donnée, en 1954 seulement, par l'expérience de l'américain Charles Townes. Le professeur Townes





Histoire de la lumière : de Prométhée au laser

est un spécialiste des micro-ondes ; ainsi appelle-t-on les ondes hertziennes utilisées dans les radars, de fréquences beaucoup plus élevées que les ondes radio courantes (longueurs d'onde voisines du centimètre, au lieu du mètre). Dans son mémoire de 1917, Einstein avait établi des relations entre les probabilités des émissions spontanées et stimulées, dépendant de la fréquence de l'onde ; ces relations montrent que les émissions spontanées se produisent beaucoup moins rapidement en micro-ondes qu'en optique. De ce fait, on peut obtenir facilement, avec les micro-ondes, une proportion importante des atomes dans l'état excité E_2 ; Townes en profite, et construit en 1954 le premier amplificateur atomique de micro-ondes par émission stimulée, qu'il appelle *Microwave Amplifier by Stimulated Emission of Radiation*, en abrégé MASER.

Forts de cette expérience, Townes et son nouveau collaborateur opticien Schawlow publient en 1958 un long article décrivant la manière de réaliser un dispositif équivalent avec la lumière, qu'ils nomment LASER, en remplaçant simplement le M de *microwave* par le L de *light*. Plusieurs groupes de recherche se lancent alors dans la compétition et, dès 1960, paraissent les publications annonçant le fonctionnement de ces nouveaux LASERS. L'intérêt de cette nouveauté sera reconnu par l'attribution du prix Nobel à Townes en 1964 (partagé avec deux physiciens russes, Basov et Prokhorov, ayant travaillé sur des idées voisines) ; et ces appareils deviendront tellement communs que le sigle des cinq initiales se changera bientôt en un nom commun : le laser.

Dans la construction du laser, une partie essentielle (qui est nécessaire pour renforcer l'émission stimulée), c'est le dispositif de cavité optique : deux miroirs parallèles entre lesquels est placé le milieu atomique amplificateur. Seules peuvent être fortement amplifiées les ondes lumineuses dont la propagation est rigoureusement perpendiculaire à ces deux miroirs, parce que cela leur permet un grand nombre d'allers et retours entre ces deux miroirs, en traversant un grand nombre de fois le milieu amplificateur. L'onde lumineuse qui sort à travers l'un des deux miroirs (qui garde un peu de transparence) a donc une direction parfaitement définie ; et toute l'énergie qu'elle transporte peut être envoyée à l'endroit où l'on en a besoin. Pour de très nombreuses applications, autres que l'éclairage, c'est une supériorité considérable, par comparaison avec

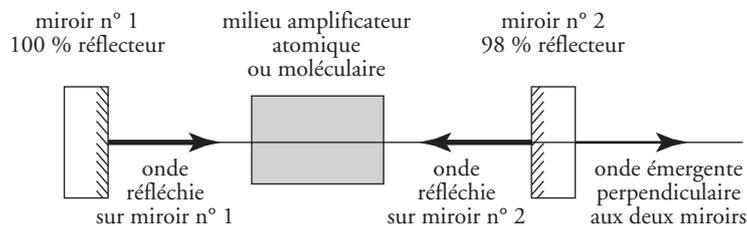


Figure 3 – Schéma de la cavité optique du laser.



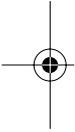


les sources lumineuses à émission spontanée, qui dispersent la lumière dans toutes les directions de l'espace ; et les lasers ont commencé à envahir de nombreux dispositifs techniques, grâce aussi à la miniaturisation permise par les diodes lasers, dérivées des diodes électroluminescentes de la physique des solides.

En compliquant un peu le dispositif optique interne à la cavité laser, les physiciens peuvent également imposer une seule valeur de la fréquence optique ; on obtient alors une onde lumineuse dont la fréquence est définie avec douze à quinze chiffres significatifs. Les mesures les plus précises, dans la métrologie moderne, sont celles qui sont faites avec de tels lasers. La maîtrise de la lumière atteint là son sommet.

Il m'est impossible de décrire ici toutes les applications auxquelles la lumière des lasers a contribué. J'en choisis seulement une qui a pris une importance mondiale : la directivité de l'onde laser permet de l'injecter dans les fibres optiques, dont la longueur peut dépasser le millier de kilomètres, et qui d'ores et déjà ont remplacé les fils de cuivre pour les télécommunications lointaines. Le globe terrestre est maintenant ceinturé par des millions de fibres optiques, enterrées le long de nos voies terrestres ou immergées dans les étendues océaniques ; et c'est le réseau de toutes ces fibres, à peine plus grosses que les fils d'une toile d'araignée, et parcourues par la lumière laser, qui constitue le « web » à travers lequel se transmettent toutes les informations de l'humanité.

Saurons-nous maîtriser le flot tumultueux de ces informations, sans nous y noyer ? Quant à la maîtrise de la lumière... Quel chemin parcouru depuis la première chandelle !



LA LUMIÈRE ET L'ÉCLAIRAGE : OMBRES ET LUMIÈRES AUX XVII^E-XIX^E SIÈCLES

Daniel Roche (Saint-Cloud, 1956)

Agrégé d'histoire, docteur ès lettres, il a enseigné à Paris VII, à Paris I et au Collège de France. Professeur et chercheur, inséparablement, il a consacré ses travaux à l'étude des cultures intellectuelles et matérielles en reliant l'analyse des milieux sociaux, des objets et actuellement de l'animal. Il a dirigé l'Institut d'histoire moderne et contemporaine (ENS de la rue d'Ulm).



Depuis des millénaires, les philosophes présentent la nuit comme le négatif des Lumières. L'imaginaire chrétien oppose les ténèbres du néant à l'action de la Lumière divine, la lumière de la foi aux égarements nocturnes. La nuit investit l'espace et le temps et la lumière, bientôt les Lumières contribuent à leur conférer une nouvelle dimension. Pour les philosophes du XVIII^e siècle, la nuit est encore une métaphore de la faiblesse, de la raison, ainsi pour Rousseau qui rappelle





La lumière et l'éclairage : ombres et lumières aux XVII^e-XIX^e siècles

que la nuit effraie naturellement les hommes et qu'il faut, contre elle, mobiliser la raison contre l'imagination et le rire contre la peur. C'est pourquoi les enfants chantent dans la nuit¹. Toutefois, de nos jours nous ne considérons plus les choses de la même façon, et nous pouvons lire dans le temps et l'espace nocturne comme un prolongement du jour, pacifié, ordonné, contrôlé, dominé. La fin de l'époque moderne marque l'avènement de la défaite des heures noires². L'histoire sociale des choses montre que dans la tolérance ou l'intolérance à la lumière et à son absence, il s'agit d'un phénomène culturel où s'articulent la dimension biologique, les réactions sensibles différentes des hommes, des femmes, des enfants et le changement de comportement punis par l'évolution des techniques et des équipements porteurs d'une évolution des sensibilités collectives et privées. Le parcours annuel des cycles de la vie, du travail et du repos quotidien est dicté par les mouvements du soleil, à l'hiver le besoin de lumière est porté au plus haut comme une réaction naturelle à la montée du mal et la vie se referme sur elle-même au for privé. Le calendrier des fêtes chrétiennes et populaires est ponctué par l'alternance de l'obscurité et du jour, le recul des ténèbres et l'avènement des temps nouveaux. Pâques marque, des siècles durant, ce moment de rupture que l'on entend dans les offices de ténèbres de Couperin sous les voûtes de Saint-Gervais. Noël et ses bûches, mardi gras et ses brandons, la Saint-Jean et ses bûchers témoignent dans l'attachement des rites du feu de cette lutte continue où, grâce à la lumière, la vie n'est plus la même comme l'a exprimé Bachelard. On peut rappeler ici quelques points forts et quelques enchaînements de cette histoire des pratiques ordinaires.

Les frontières de la lumière

C'est dans l'espace urbain, ainsi à Paris, que l'on voit se manifester un besoin collectif au changement. Éclairer la nuit y est devenu indispensable et s'inscrit dans une volonté d'ordre et de contrôle. Son affirmation est directement liée à la modicité des moyens dont on dispose pour lutter contre les ténèbres et elle repose sur un processus ambivalent qui vise à substituer la raison aux terreurs nocturnes, mais aussi à lutter contre la crainte du désordre urbain, plus particulièrement populaire. Le combat repose aussi sur la conscience de la fragilité des procédés ordinaires d'éclairage. Georges de la Tour, peintre de la lumière, mais aussi peintre de ses instruments, nous fait sentir la valeur d'une médiation spirituelle en même temps que le caractère altérable et morcelé des moyens dont disposent les populations, la flamme fragile d'une chandelle, le tremblement du rayon d'une lanterne, l'éclat éblouissant d'un flambeau agité dans le vent³. L'économie du phénomène n'est pas triviale, car elle mobilise des métiers, des artisans et des commerçants qui fabriquent les combustibles, suifs, cires, huiles, qui viennent du monde entier, et les objets indispensables, chandeliers, bougeoirs, candélabres qui dans les intérieurs déclinent selon les moyens, la capacité ostentatoire



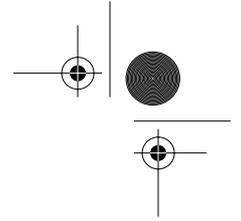


ou modeste de s'éclairer pour éclairer ainsi par la lecture qui associe livre et lumière spirituelle ou temporelle. La conquête du verre à vitre et la transformation des fenêtres sont ainsi étendues vers d'autres territoires temporels et spatiaux. On comprend mieux le lien qui peut exister entre l'action collective et les choix personnels dans ce vaste mouvement promoteur de clarté : il homogénéise le temps, il favorise une meilleure maîtrise des espaces, il fait reculer des peurs ancestrales et assure une sécurité attendue⁴. Tous les secteurs de la vie sont ainsi touchés par l'amélioration des procédés, la croissance de l'intensité lumineuse des *mille formes ingénieuses de l'éclairage primitif* (Fernand Braudel). Les rythmes quotidiens du travail se trouvent modifiés, l'intervalle entre la nuit et le jour se réorganise selon les besoins et les modes de vie. Accumuler la lumière devient un privilège et un choix, celui des couche-tard, un moyen distinctif et un facteur mobilisateur de ceux dont le travail peut ainsi s'allonger à loisir, l'étudiant, l'écrivain, l'ouvrier typographe comme Rétif de la Bretonne et une partie des tâches que Smith a du mal à classer dans les tâches productives.

La pédagogie de la lumière

La singularité des temps anciens de l'éclairage est fortement marquée par les occasions multiples qui en proposent l'exemple et sa signification sensible et intellectuelle. Elles sont à l'œuvre partout, même si elles animent beaucoup plus vivement les nuits urbaines que celles des campagnes. Ce sont des temps exceptionnels de la vie de tous qui impliquent fortement les acteurs. La fête, le théâtre, l'église en sont les trois exemples les plus convaincants. Dans les grandes villes comme dans les provinces, le système traditionnel des fêtes religieuses et populaires fournit un encadrement du temps où alternent la répétition et l'exceptionnel, où les illuminations font reculer un temps bref l'obscurité : grandes célébrations politiques, victoires, deuils, alliances, manifestations de la coutume, ainsi la Saint-Jean rassemble autorités et publics, acteurs et spectateurs. Les maisons sont éclairées et l'éclairage confirme la puissance politique et sociale ? Les fêtes culminent dans l'éclat des jeux pyrotechniques, les feux d'artifice qui sont prodigués aux peuples en associant le merveilleux lumineux aux formes du pouvoir. Les nuits des capitales deviennent les plus lumineuses du monde à l'exemple de Paris. Sous des formes multiples, le théâtre participe à cette initiation de tous qui a d'autant plus de force qu'elle s'étend au-delà des grandes salles closes des villes, en campagne, aux armées grâce à la mobilité des troupes. Son intérêt réside dans le fait qu'il anime la réflexion technique sur l'amélioration des éclairages et de leur contrôle. L'invention du quinquet y contribue vers 1780, mais depuis longtemps les théâtres ont accueilli des spectateurs fascinés par les *feux de la rampe*, victoire passagère sur les ténèbres extérieures. La profusion lumineuse des spectacles s'inscrit dans la croyance au spectaculaire à laquelle tous participent, encouragés en cela par les gestes religieux, lumineux. Sa prodigalité dans les églises et dans les fêtes convainc de la capacité des clergés à





La lumière et l'éclairage : ombres et lumières aux XVII^e-XIX^e siècles

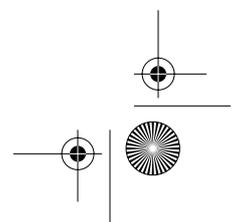
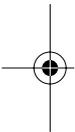
éclairer les âmes. Elle rejoint le souci d'embellissement des temples, le blanchiment intérieur, le triomphe des vitraux décolorés. En bref, le goût de la lumière rejoint une certaine mondanisation du culte, l'idée qu'on doit y voir et y être vu à laquelle s'opposent les défenseurs de l'obscurité propice à la prière, ainsi l'abbé Thiers. C'est l'idée d'une clarté utile qui l'emporte face à la nuit sexualisée, criminalisée et illicite des peuples que l'on réprime dans les pèlerinages. L'inquiétude et la crainte d'un univers obscur sont ainsi mêlées à son attraction. La pratique de la lumière et l'expression de la sensibilité à la lumière doivent être saisies ensemble⁵.

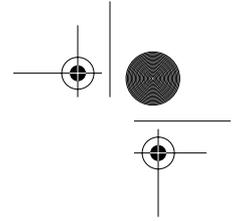


Les conquêtes urbaines majeures

La raison administrative combine dans cette lutte contre l'ombre, la réflexion et l'action des ingénieurs, des médecins, des autorités urbaines, des policiers, des experts et des savants. Elle impose la recherche de solution contre le chaos nocturne, animant l'obsession de l'ordre et la proclamation d'une transparence bienfaisante. La conquête va des endroits clos où les artifices se multiplient au sens propre et au sens figuré avec l'expansion des miroirs illusionnistes. La conquête de l'éclairage urbain est l'un des objectifs des polices. Dès 1697, à Paris, M. de La Reynie associait éclairage et sûreté, vers 1740 Voltaire célèbre les victoires acquises et qui font que « cent mille fanaux forment un jour de fête au milieu de la nuit ». La multiplication des lanternes à bougie, 2 736 en 1700, 7 000 en 1766, puis des réverbères à l'huile, puis, après 1815, de l'éclairage au gaz, fait la *Ville Lumière*. C'est une victoire coûteuse, discutée, disputée, mais qui est acquise car l'on réclame l'uniformité de l'éclairage dans le temps et son homogénéité dans l'espace. Le citadin du XVIII^e siècle ne veut plus d'une ville où la densité des lanternes décroît du centre à la périphérie, ni de luminaires qui s'éteignent avec le clair de lune. C'est pourquoi les inventeurs des académies ont travaillé ainsi à Paris, Lavoisier, Bailly, pour l'amélioration d'un éclairage qu'on veut moins dispendieux et plus efficace. Ainsi du public au privé, du privé au public, se répand la nouvelle sensibilité. Le combat est gagné par la profusion des appareillages, par la luminosité améliorée des intérieurs, par un triomphe général de la couleur qui gagne comme les miroirs les couches populaires.

Toutefois une hiérarchie subsiste et elle durera longtemps. Elle sépare la ville et la campagne, elle s'assouplit lentement dans les cités moyennes. Sans doute le règne de la cheminée et de la bougie domine dans les foyers ruraux jusqu'au XIX^e siècle⁶. En tout cas, les villages de l'Europe restent plongés plus longtemps, parfois jusqu'au XX^e siècle, dans le noir alors que les villes s'éclairent et plus fortement encore avec l'électricité. Des temporalités sociales et géographiques différentes affectent le temps nocturne, nuancent le recul de l'ombre et le triomphe de la lumière au service d'une liberté nouvelle. Les succès de l'éclairage libèrent et désacralisent le temps, rassurent et transforment la perception de la vie nocturne, créent des sociabilités nouvelles





jusqu'à nos jours ; ils améliorent et affinent la sensibilité visuelle et accroissent les exigences contre les cultures contestataires nocturnes.

Notes

1. Jean Sgard, *La Métaphore nocturne, Eclectisme et cohérences des Lumières*, J.-L. Jam et R. Pomeau (éd.), *Mélanges offerts à Jean Ebrard*, Paris, Nizet, 1992, p. 249-255 ; Jean-Jacques Rousseau, *Les Rêveries, Œuvres complètes*, Paris, Gallimard, 1959, « Bibliothèque de la Pléiade », t. 1, p. 995-996, p. 1007 et p. 1017.
2. Alain Cabantous, *Histoire de la nuit, XVII^e-XVIII^e siècles*, Paris, Fayard, 2009, p. 307-312.
3. Jacques Thuillier, *Georges de la Tour*, Paris, Flammarion, 1973 ; Paulette Chonée, *L'Âge d'or du nocturne*, Paris, 2001.
4. Arlette Farge, *Vivre dans la rue à Paris au XVIII^e siècle*, Paris, Gallimard, 1979.
5. Daniel Roche, *Histoire des choses banales, naissance de la consommation, XVII^e-XIX^e siècles*, Paris, Fayard, 1997, p. 121-151.
6. Simone Delattre, *Les Douze heures noires, La nuit à Paris au XIX^e siècle*, Paris, Albin Michel, 2000.

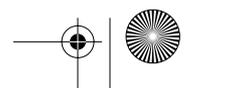
TROIS NORMALIENS, NOBEL DE LA LUMIÈRE

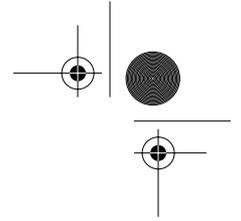
Bernard Cagnac

La précédente histoire de la lumière (en ignorant les milliers de siècles depuis la conquête du feu) est, en vérité, étalée sur quatre siècles, et elle ne pouvait être que résumée à grands traits (*supra*, p. 9). Nous essayons ici de porter nos regards, avec une loupe grossissante, sur le plus récent de ces quatre siècles. Nous le ferons en nous attachant à trois personnalités normaliennes, dont la contribution à cette maîtrise de la lumière a été assez importante pour être couronnée du prix Nobel : Gabriel Lippmann en 1908, Alfred Kastler en 1966 et Claude Cohen-Tannoudji en 1997 (troisième prix partagé avec William Phillips et Steven Chu). Leurs travaux ont été échelonnés à diverses étapes de cette histoire de la lumière et ont sans doute contribué à préparer les étapes suivantes. En tout cas, ils révèlent des propriétés plus subtiles de la lumière.

Gabriel Lippmann et la photographie couleur par onde stationnaire

Gabriel Lippmann est un homme du XIX^e siècle, d'origine lorraine, né en 1845, normalien en 1868. À sa sortie de l'École, il part travailler dans les laboratoires allemands à Heidelberg puis à Berlin ; il revient à Paris en 1875 pour soutenir sa thèse de doctorat sur des phénomènes électrocapillaires, qui n'ont aucun rapport avec l'optique. Nommé professeur à la Faculté des sciences de Paris en 1883, il prend trois





Trois normaliens, Nobel de la lumière

ans plus tard la direction du Laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne ; c'est là qu'il invente, autour de 1890, le procédé de photographie en couleur qui porte son nom, et qui lui vaudra le prix Nobel en 1908.

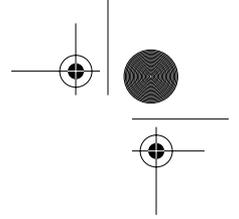
Lippmann commence sa carrière scientifique juste à la fin de la troisième étape de notre histoire de la lumière, après la synthèse électromagnétique de Maxwell, à une époque où la nature ondulatoire de la lumière est bien établie. Son prédécesseur à la direction du Laboratoire des recherches physiques, Jules Jamin (autre normalien, de trente ans son aîné), a laissé son nom à un modèle d'interféromètre, encore utilisé.

Lippmann se sert des propriétés ondulatoires de la lumière pour distinguer les diverses couleurs, selon leurs longueurs d'onde, en utilisant le phénomène d'*onde stationnaire*. Ce phénomène se produit chaque fois que l'on envoie une onde perpendiculairement à un miroir, qui la réfléchit sur elle-même dans la direction opposée à celle de son arrivée. On produit ainsi une interférence entre l'onde incidente d'une part et l'onde réfléchie d'autre part. Les équations de propagation permettent de calculer, en chaque point, l'onde résultant de leur addition : son intensité est la même en tous les points de chaque plan parallèle au miroir. Mais cette intensité varie selon la distance entre le miroir et le plan : on trouve une série de plans très lumineux d'intensité maximum, où les deux ondes sont égales et s'ajoutent, et qui sont espacés entre eux de la distance $\lambda/2$, moitié de la longueur d'onde ; mais aussi une série de plans noirs, où les deux ondes sont de signes opposés et s'annulent, intercalés à mi-distance entre les précédents. Cette superposition des deux ondes aller et retour a pour résultat une configuration où la propagation, localement, semble avoir disparu ; d'où leur nom d'*ondes stationnaires*.

Les premiers de ces plans (lumineux) sont désignés comme « ventres » de l'*onde stationnaire*, et les seconds (noirs) comme « nœuds » de l'*onde stationnaire*, par analogie avec les cordes vibrantes des instruments de musique, qui sont soumises à des phénomènes semblables, et sur lesquelles on voit réellement ces nœuds (aucun déplacement) et ces ventres (vibration importante). On ne poussera pas plus loin l'analogie avec les cordes vibrantes, car celles-ci, étant fixées en leurs extrémités, imposent que ces deux extrémités soient des nœuds ; et, par suite, la longueur de la corde doit être égale à $\lambda/2$ ou à un multiple de $\lambda/2$; la fréquence de vibration de la corde $f = v/\lambda$ (la note de musique) est imposée (v est la vitesse de propagation de la déformation élastique de la corde, qui remplace ici la vitesse c de propagation de l'onde lumineuse).

Dans l'*onde stationnaire* de Lippmann, la fréquence reste libre, parce que l'onde réfléchie se disperse sans contrainte dans la direction opposée au miroir. Chaque couleur, de longueur d'onde différente, crée donc devant le plan du miroir une *onde stationnaire* différente, dont les plans ventraux équidistants ont un espacement différent, propre à cette couleur. Lippmann dispose la mince couche d'émulsion photosensible,





à base de nitrate d'argent, contre le miroir, et projette sur elle une image colorée. Lorsqu'il développe l'émulsion, la réaction chimique révèle des strates d'argent, dans l'épaisseur de l'émulsion, à la position de chacun des plans lumineux (ventres), tandis que l'émulsion reste transparente à la position des plans noirs (nœuds). Mais les espacements de ces strates argentiques varient d'un point à l'autre de la plaque selon la couleur qui éclairait chaque point (les espacements de ces strates sont inférieurs au micron ; il peut y avoir une centaine de strates dans l'épaisseur de l'émulsion).

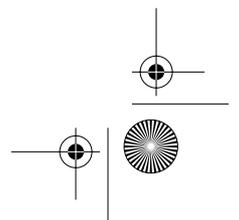
Ainsi Lippmann a enregistré en chaque point de l'image un code de strates argentiques, qui représentent la couleur de chaque point. Pour voir l'image elle-même, il suffit de l'éclairer par devant, en lumière blanche, et le phénomène de diffraction de la lumière, réfléchi par toutes ces strates argentiques, fait que chaque point ne renvoie vers l'œil que la couleur, déterminée par leur espacement, parce que les interférences de la lumière provenant de ces strates sont constructives pour la bonne couleur et destructives pour les autres couleurs.

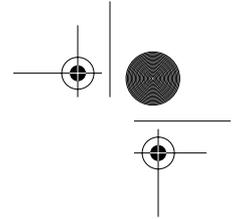
Lorsqu'il y a un mélange de couleurs au même point de l'image, les strates argentiques continuent à refléter exactement le mélange des couleurs, qui les ont impressionnées ; et la qualité des couleurs des plaques Lippmann n'a jamais été surpassée par les procédés, plus pratiques et moins chers, qui « trichent » en recomposant l'image à partir des trois couleurs, considérées comme fondamentales, des trois pigments qui composent les grains de la pellicule.

Les ondes stationnaires de la lumière ont d'autres applications dans les expériences des physiciens ; on les retrouve en particulier à l'intérieur des cavités optiques des lasers ; elles sont aussi utilisées dans les expériences de jets atomiques pour produire des déviations de leurs trajectoires. Mais les photographies en couleur de Lippmann ont été la première preuve de leur existence et leur première application.

Alfred Kastler et le moment cinétique de la lumière

Alfred Kastler, né en Alsace en 1902, effectue toute sa scolarité sous le régime allemand ; il entre en 1919 seulement dans le système d'enseignement français, et en 1922 à l'ENS. Kastler arrive un demi-siècle après Lippmann, après l'étape suivante de notre histoire de la lumière : la découverte du photon et de son rôle en physique atomique. Pendant ses années d'École, Kastler est guidé par Eugène Bloch, maître de conférences à l'ENS, et Alsacien comme lui ; ce dernier lui conseille de lire en allemand le tout nouveau livre du théoricien Sommerfeld, grâce auquel Kastler est initié aux plus récentes théories (encore imparfaites) sur les lois qui structurent les atomes ; et dans ces lois, le « *moment cinétique* » des mouvements électroniques internes à l'atome joue un rôle essentiel.





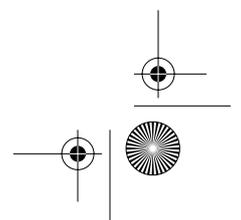
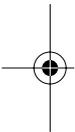
Trois normaliens, Nobel de la lumière

Le *moment cinétique* est un vecteur inventé par les mécaniciens pour caractériser l'importance d'un mouvement de rotation, et dirigé selon l'axe de cette rotation. Toupies, roues de vélo, volants de machines, et notre terre elle-même, dans son mouvement journalier, sont caractérisés par un *moment cinétique*, qui est d'autant plus grand que la vitesse de rotation est plus rapide, et la masse tournante plus grosse ; de même les électrons et les atomes. Ce *moment cinétique* est soumis à une loi de conservation dans un système isolé (ce qui garantit la permanence de la durée d'une journée de rotation de la terre), et dans l'échange entre deux systèmes qui interagissent : de la même façon, par exemple, que l'énergie gravifique emmagasinée par l'eau d'un barrage de haute montagne se transforme en énergie électrique dans les alternateurs de la centrale au pied de la montagne.

Les ondes électromagnétiques de la lumière échangent de l'énergie avec les atomes (ce sont les photons hf) ; pourquoi n'échangeraient-elles pas aussi du *moment cinétique* ? Dès ses années d'école, Kastler avait été intéressé par la lecture, en langue allemande encore, de deux articles de Rubinowicz, publiés en 1918 dans le *Physikalische Zeitschrift*, où étaient analysés de tels échanges de *moment cinétique*, qui mettent en jeu la polarisation de la lumière.

Fresnel, au début du XIX^e siècle, avait pu distinguer différentes polarisations de la lumière, selon l'orientation de son vecteur champ électrique. La plus simple de ces polarisations, utilisée dans certaines lunettes de soleil, est la polarisation rectiligne, où le champ électrique de l'onde reste parallèle à une direction fixe. Mais il existe aussi des polarisations circulaires, où le champ électrique tourne dans le plan d'onde, autour de l'axe que constitue la direction de propagation. Des calculs mathématiques de la théorie électromagnétique donnaient à penser que les ondes de polarisation circulaire, possédant un mouvement de rotation, devaient aussi comporter un *moment cinétique* (valeur pour un photon : $\infty = h/2\pi$; où h est la constante de Planck), et pouvaient l'échanger avec les atomes. C'est sur ce thème que Kastler prépare son doctorat d'État, quand, après cinq ans d'enseignement au lycée, il obtient en 1931 un poste d'assistant à la Faculté des sciences de Bordeaux.

La thèse ne sera soutenue qu'en 1936 ; mais dès le début de ce travail, Kastler propose une expérience plus évidente pour démontrer que la polarisation circulaire transporte réellement du *moment cinétique* : on produit couramment la polarisation circulaire en envoyant une onde de polarisation rectiligne à travers une mince lame cristalline biréfringente, d'épaisseur soigneusement calculée. Inversement, si l'on envoie à travers cette lame cristalline une onde de polarisation circulaire, elle en sort avec la polarisation rectiligne ; c'est-à-dire que le *moment cinétique* de la lumière circulaire est resté dans la lame cristalline, et tend à la faire tourner, à condition qu'elle soit suspendue par un mince fil permettant cette rotation. Kastler publie son idée en





janvier 1932 dans le *Bulletin de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*. La réalisation de l'expérience pose des problèmes techniques insurmontables, avec les faibles moyens de la faculté de Bordeaux. Mais l'expérience est réalisée quelques années plus tard à l'université de Princeton, où l'on observe effectivement la rotation de la lame cristalline, suspendue dans le vide (pour éviter les turbulences de l'air). Dans son article paru dans la *Physical Review* en 1936, l'auteur de cette expérience cite la publication de Kastler, et le remercie pour ses conseils en vue d'éliminer certains effets parasites ; dans le même article l'auteur remercie Einstein (professeur à Princeton à cette époque) de s'être intéressé à l'expérience, et d'avoir vérifié les calculs correspondants de la théorie électromagnétique.

On voit que, dès le début de sa thèse, Kastler maîtrisait les idées essentielles, qui le conduiront quinze à vingt ans plus tard, en 1950, à sa principale découverte : l'utilisation de la lumière polarisée circulairement pour donner aux atomes du *moment cinétique*, orienté dans la direction du faisceau lumineux ; et, par suite, orienter les *moments cinétiques* des atomes dans cette direction, alors que ces toupies atomiques sont ordinairement orientées au hasard par l'agitation thermique.

Ce procédé permet, dans de nombreux cas, d'accumuler les atomes dans un état d'énergie supérieure aux autres ; Kastler fait alors la comparaison avec une pompe, qui élève l'eau d'une canalisation basse vers un réservoir haut placé, et donne à son procédé le nom de « pompage optique ». L'ordre obtenu ainsi dans la collection d'atomes, grâce au « pompage », permet d'effectuer des mesures, qui sont habituellement impossibles. Les applications multiples de ce procédé, tant à l'ENS sous la direction d'Alfred Kastler et Jean Brossel (1938 s), que dans de nombreux autres laboratoires, américains ou européens, ont permis des avancées spectaculaires dans le domaine de la physique atomique, et ont conduit à l'attribution en 1966 du prix Nobel à Alfred Kastler. D'autres procédés seront imaginés par la suite pour porter les atomes dans un niveau d'énergie supérieure ; ils seront encore désignés sous le terme général de « pompage », proposé initialement par Kastler. On rappellera aussi l'insistance têtue avec laquelle Kastler a redit à maintes occasions combien il regrettait que son prix n'ait pas été partagé avec son ancien élève, Jean Brossel, collaborateur de tous les jours, dont le rôle a été important dans le mûrissement des idées et dans leur réalisation.

Claude Cohen-Tannoudji et les pièges atomiques de lumière

Claude Cohen-Tannoudji (1953 s) a travaillé sous la direction de Kastler et Brossel, au laboratoire de la rue Lhomond, pour préparer sa thèse de doctorat, soutenue en 1962. Il y appliquait, bien sûr, les techniques du pompage optique, pour vérifier des effets très fins que le calcul quantique de l'interaction onde-atome lui avait fait





Trois normaliens, Nobel de la lumière

souçonner. Ce premier travail lui avait déjà permis de comprendre l'origine de certaines fluctuations inexplicées, et bien gênantes, des fréquences mesurées dans les expériences de métrologie.

À cette époque, les premiers prototypes de lasers commençaient à fonctionner sans doute ; mais une dizaine d'années encore furent nécessaires pour que leur développement technologique en permette un usage facile. On était précisément à la charnière entre la quatrième étape de l'histoire de la lumière, avec le photon, et la cinquième étape, avec les lasers. Claude Cohen-Tannoudji continue donc pendant une quinzaine d'années à développer et préciser les calculs quantiques permettant de comprendre les interactions ondes-atomes, dans toutes les situations expérimentales possibles. C'est à ce moment qu'il met au point son formalisme mathématique de « l'atome habillé » par une onde électromagnétique, en général, c'est-à-dire, dans le cas de l'optique, de l'atome « habillé de lumière ».

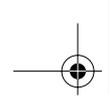
Claude Cohen-Tannoudji entre alors résolument dans la nouvelle ère des lasers, en appliquant l'interaction laser-atome à la modification de la vitesse des atomes. Le problème, qui intéresse de nombreux physiciens, est de ralentir les mouvements désordonnés des atomes dans un gaz, car cette agitation thermique naturelle, et les collisions qui en résultent, perturbent les états atomiques et rendent plus difficiles les mesures très précises sur les atomes.

Le principe utilisé est le même que celui de la propulsion ou du freinage des fusées spatiales, par conservation de la « quantité de mouvement » d'un système isolé. La *quantité de mouvement* est un autre vecteur inventé par les mécaniciens pour décrire le mouvement d'un projectile : c'est beaucoup plus simple que le moment cinétique ; c'est simplement sa vitesse, multipliée par sa masse ($m.v$). La conservation de la *quantité de mouvement* est la loi physique qui permet à la navette spatiale, dans le vide, de « s'appuyer » sur le gaz éjecté à très grande vitesse par la fusée pour augmenter sa propre vitesse dans la direction opposée à celle des gaz éjectés. Inversement, quand la navette revient sur terre, elle a gardé une petite rétrofusée qui projette le gaz au-devant d'elle et qui la ralentit.

La *quantité de mouvement* des photons (valeur hf/c) est dirigée dans la direction de l'axe de propagation de l'onde, c'est-à-dire du rayon lumineux ; mais, attention ! les photons ne sont pas lancés par les atomes (comme les gaz de la fusée) ; ce sont au contraire des projectiles, lancés par les lasers, qui viennent « frapper » les atomes, et pour ralentir les atomes, il faut donc diriger le faisceau laser en sens opposé à la vitesse des atomes.

Les premières expériences de rétroaction entre la lumière et les atomes ont été réalisées sur des jets d'atomes, envoyés selon l'axe d'un long tube, parfaitement vidé





La lumière

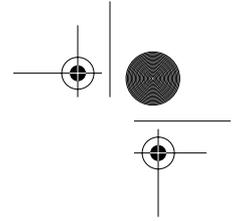
d'air. Le faisceau laser est envoyé dans l'axe du jet, mais en sens opposé. Les atomes quittent leur réservoir d'origine avec la vitesse d'agitation thermique à température ordinaire (les vitesses correspondantes se chiffrent en centaines de mètres par seconde) ; ils sont ralentis, et quasiment stoppés, après un parcours de un à deux mètres.

Lorsqu'on travaille sur une vapeur, il faut irradier les atomes selon trois directions, perpendiculaires entre elles, une verticale et deux horizontales, de façon à obtenir le ralentissement des trois composantes du vecteur vitesse. Sur chacune de ces trois directions, il faut envoyer deux faisceaux lasers en sens opposés pour ralentir, de chaque côté de la vapeur, les atomes qui tendent à sortir de ce côté-là ; il faut donc au total six faisceaux lasers. Tout ceci ne fonctionne que dans des conditions très précises, où les fréquences des lasers sont voisines d'une fréquence interne à l'atome ($hf_{12} = E_2 - E_1$), mais non égales. Cohen-Tannoudji a pu calculer ces conditions avec son modèle d'atome habillé. Il a d'abord réussi à « refroidir » les atomes de la température ordinaire (température « absolue » de 300 degrés Kelvin) jusqu'à une température proche du « zéro absolu », de quelques millièmes de degré. Ensuite, dans des dispositifs plus sophistiqués, on peut exercer sur les atomes une force de ralentissement d'autant plus grande que l'atome s'approche davantage des bords du volume concerné ; et les atomes sont alors complètement piégés par les barrières de lumière, derrière lesquelles ils restent enfermés.

Ces pièges à atomes ont déjà reçu des applications pour la métrologie. Une règle fondamentale veut que l'erreur sur une mesure de fréquence soit égale à l'inverse de la durée de cette mesure ; c'est cela qui donne un intérêt à l'emprisonnement des atomes. Mais, en fait, les atomes sont alors perturbés par l'interaction avec la lumière du piège. Pour les mesures de haute précision, il faut donc éteindre la barrière du piège pendant la mesure, et la durée de mesure est alors limitée par la durée de dispersion du paquet d'atomes, avec les vitesses résiduelles, très faibles, qu'ils gardent dans le piège de lumière.

Pour garder le paquet d'atomes plus longtemps rassemblé, les physiciens ont inventé le système de la « fontaine atomique » ; c'est une fontaine en jet d'eau, comme celle du bassin du jardin du Luxembourg. Avant d'éteindre le piège, on le dérègle très légèrement, et très soigneusement, de telle sorte qu'il communique à tous les atomes du paquet la même vitesse, faible, dirigée verticalement, vers le haut ; le paquet d'atomes monte alors d'environ un mètre, à l'intérieur d'une enceinte à vide agrandie, est ralenti par la pesanteur, et redescend lentement vers le piège, comme les gouttes d'eau du jet d'eau. On conserve ainsi le paquet rassemblé, sans interaction avec les lasers de forte intensité du piège, pendant la durée de cet aller et retour (une ou deux secondes), dont on profite pour exécuter les mesures précises.





Trois normaliens, Nobel de la lumière

Ces deux secondes de mesure précise, répétées à intervalles réguliers, permettent, par exemple, de contrôler la fréquence f d'un générateur métrologique de micro-onde (ondes de radars), afin qu'elle reste rigoureusement égale à une autre fréquence interne de ces atomes. Les périodes de cette micro-onde gardent une durée rigoureusement constante ($T = 1/f$), et peuvent alors remplacer les périodes de battement des balanciers des horloges traditionnelles : il suffit de les compter pour construire une horloge atomique, de précision bien supérieure.

C'est le professeur Chu, de l'université de Stanford (récipiendaire du Prix avec Cohen-Tannoudji, et que Barack Obama a nommé ministre de l'Énergie) qui a réalisé la première fontaine atomique. Mais c'est à l'Observatoire de Paris, en collaboration avec l'équipe de Cohen-Tannoudji, qu'a été construite la première horloge atomique, fonctionnant avec une fontaine atomique ; elle pulvérise d'un facteur cent la précision de toutes les horloges précédentes. Les mesures de fréquences et de temps peuvent être faites maintenant avec quatorze ou quinze chiffres significatifs. Parions que des phénomènes nouveaux seront découverts grâce à une précision aussi fortement augmentée.

En conclusion, les travaux de ces trois personnalités nous ont permis d'illustrer d'autres attributs de la lumière : les *ondes stationnaires*, pour lesquelles la propagation est localement cachée ; le *moment cinétique*, réserve de rotation ; la *quantité de mouvement*, réserve de vitesse ; trois propriétés importantes dans notre connaissance de la lumière, dont ils ont su tirer une plus grande maîtrise de la lumière.

Jules Jamin (1838 s) et Gabriel Lippmann ont peut-être été les premiers normaliens intéressés par ces recherches approfondies sur la physique de la lumière. Mais à leur suite, c'est une tradition ininterrompue qui s'est établie au sein même du laboratoire de l'École, avec Aimé Cotton (1890 s), puis Eugène Bloch (1897 s) et Georges Bruhat (1906 s) qui furent les deux premiers directeurs du nouveau bâtiment de physique après 1938 (cf. *Les Trois Physiciens Henri Abraham, Eugène Bloch, Georges Bruhat, fondateurs du Laboratoire de physique de l'ENS*, parue en 2009 aux éditions Rue d'Ulm), suivis par Kastler, Brossel, Cohen-Tannoudji et Haroche (1963 s). Les articles de Claude Fabre et Jean-Michel Raimond montrent que cette tradition est toujours vivante (*infra*, p. 73 et p. 82).





LE VERRE ET LA LUMIÈRE : UN CADEAU NORMALIEN D'ÉMILE GALLÉ À LOUIS PASTEUR

Laure Swaenepoel

Après l'obtention d'un master II en histoire de l'art en 2008 à l'université de Paris Ouest-Nanterre-La Défense et d'un M. Phil. Textual and Visual Studies au Trinity College de Dublin, Laure Swaenepoel prépare actuellement un doctorat sur « les joailliers et leurs commanditaires au XIX^e siècle », sous la direction de Ségolène Le Men.



Émile Gallé, est né à Nancy en 1846. Il est mort dans cette même ville en 1904. C'était un maître-verrier, un céramiste et un ébéniste (figure 1). Sa production artistique qui s'étend sur une quarantaine d'années a été à la fois considérable et diversifiée.

Gallé est le promoteur d'un mouvement artistique qui s'affranchit progressivement des styles du passé et s'inspire essentiellement de la nature. En 1901, il crée l'Association de l'École de Nancy ou Alliance provinciale des industries d'art qui a pour but de « promouvoir le rayonnement culturel de la ville de Nancy ; de trouver des pratiques et thèmes propres à unir les productions des membres de l'association, tout en préservant leur autonomie ; de valoriser les industries d'art en créant une école, un musée, des expositions... ». Il est donc l'un des principaux acteurs du renouveau des arts décoratifs à la fin du XIX^e siècle, jouant un rôle important dans le développement de l'École de Nancy, mais aussi de l'Art nouveau en France.

Issu de la bourgeoisie commerçante de Nancy, Émile Gallé est élevé dans la religion protestante. Il reçoit une éducation très soignée¹ : études au lycée impérial de sa ville natale, pratique du piano, initiation à la botanique... Ses parents, Charles et Fanny Gallé-Reinemer, portent une attention toute particulière à sa formation secondaire en lui assurant une éducation littéraire, artistique et scientifique, agrémentée de voyages et de séjours en France et à l'étranger². Particulièrement brillant en lettres, il songera même à préparer le concours de l'École normale supérieure³.

Tout au long de sa vie, Gallé a dévoré les ouvrages les plus divers, s'intéressant aux Écritures, aux auteurs grecs et latins, au Moyen Âge, à la Renaissance, au XVII^e et au XVIII^e siècle. Passionné par la littérature contemporaine et étrangère, il a surtout été marqué par deux grands écrivains du XIX^e siècle : Victor Hugo et Charles Baudelaire⁴. Sa passion pour la littérature et son goût pour l'écriture⁵ le conduisent à devenir « poète verrier⁶ », ce qui lui permet de concilier son imagination fertile et son admiration pour les poètes. Ainsi apparaissent dans l'œuvre d'Émile Gallé des créations qu'il nomme « verreries parlantes ». Ce sont des pièces dont le décor comporte un texte – simple mot (par exemple « espoir ») (figure 2), poème entier (figure 3), devise ou





Figure 1 – Portrait d'Émile Gallé (1895), collection particulière.

maxime (figure 4). Il crée également des céramiques⁷ et des meubles parlants, mais en plus petit nombre. Les préoccupations de l'artiste – la perte de l'Alsace et d'une partie de la Lorraine, l'affaire Dreyfus ou la question de la liberté des peuples⁸ – seront autant de prétextes pour exprimer ses idées.

Émile Gallé utilise souvent des citations littéraires sur des pièces⁹ exécutées à la roue ou en marqueterie. « Les verreries parlantes » sont en effet des œuvres significatives et, dans le cas du verre, d'une extrême qualité. On a relevé plus de sept cents citations ou dédicaces différentes sur ses œuvres¹⁰.

Virtuose de la technique, Gallé sait jouer avec la coloration de la lumière qui se reflète ou se rétracte. Ses recherches sur la couleur lui permettent aussi de disposer d'une palette extrêmement large et inhabituelle. Ses verreries se distinguent par des nouvelles nuances, par des imitations de pierres dures et des essais de coloration dans





Figure 2 – Vase « Espoir » (1889). ►
Verre gravé à l'acide et à la roue,
décor émaillé et doré (signé en creux
à l'or sur le fond *E. Gallé 1889* ;
inscription *Espoir* sur la panse),
Nancy, musée de l'École de Nancy.

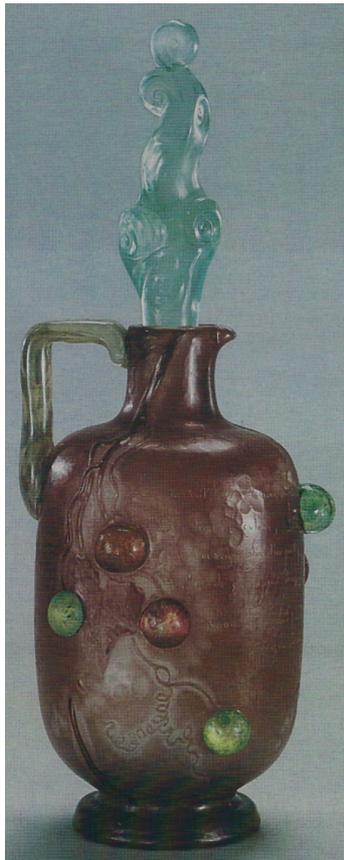


Figure 3 – Flacon « Raisins » (1900).
Cristal violet, doublé, gravé,
à inclusions et cabochons, bouchon
opalescent, collection particulière.

Inscription gravée sur la panse : *Le vin sait/
revêtir le plus sordide bouge/ D'un luxe mira-
culeux/ Et fait surgir plus d'un portique fabu-
leux/ Dans l'or de sa vapeur rouge,/ Comme
un soleil couchant/ Dans un ciel nébuleux/
Baudelaire*

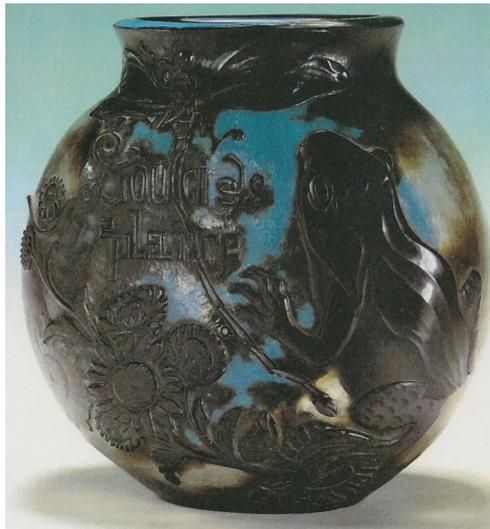


Figure 4 – Vase « Souci de plaire » (1889).
Verre soufflé à quatre couches,
couche superficielle partiellement martelée,
décor gravé, collection particulière.
Inscription gravée sur la pièce :
Souci de plaire.





Le verre et la lumière : un cadeau normalien d'Émile Gallé à Louis Pasteur

la masse. On assiste ainsi au passage d'un verre translucide (jusqu'en 1884) à un verre de plus en plus opaque, propriété paradoxale pour une matière plutôt associée à des jeux de transparence¹¹.

Le vase « Pasteur » est considéré comme l'un des meilleurs exemples de « verreries parlantes » (figure 5). Il est offert par l'École normale supérieure à Louis Pasteur (1822-1896), le 30 avril 1893, pour son soixante-dixième anniversaire, en présence d'Émile Gallé, de Georges Perrot, le directeur de l'École, de Paul Dupuy, l'économiste, et d'une délégation d'élèves¹². Lors de la cérémonie, Gallé remettra à Pasteur un document manuscrit sur vélin exposant la genèse de cette œuvre d'art et expliquant la symbolique de cet objet sur lequel sont inscrits des vers de Victor Hugo (figure 6).

Victor Hugo et Émile Gallé

Émile Gallé est un grand admirateur de Victor Hugo (1802-1885), première source d'inspiration littéraire du maître nancéien. Charles de Meixmoron¹³ déclarera : « L'œuvre immense de Victor Hugo est pour vous un trésor inépuisable auquel vous devez beaucoup de vos plus remarquables créations. »

Des causes communes partagées

Les deux artistes ont de nombreux points communs et partagent notamment les mêmes idées politiques¹⁴. Ce sont des hommes d'action qui n'hésitent pas à mettre leur talent et leur notoriété au service des causes qu'ils défendent : en protestant contre le despotisme de Napoléon III, Victor Hugo devra s'exiler, et les prises de position d'Émile Gallé en faveur du capitaine Dreyfus auront de lourdes conséquences sur son entreprise¹⁵. Pour illustrer ses œuvres, Gallé utilise à de nombreuses reprises des vers de Victor Hugo qui font références à l'affaire Dreyfus ou au génocide des Arméniens par les Turcs.

S'ils ont participé, en 1878, aux luttes contre la démolition de la porte Saint-Georges à Nancy, on ne sait pas s'ils se sont croisés à cette époque ou ont établi une correspondance.

Victor Hugo, maître intellectuel de Gallé

Sur les cinquante-cinq écrivains ou poètes à qui Émile Gallé a fait des emprunts, Victor Hugo arrive de très loin en tête avec près de soixante citations¹⁶.

Deux extraits des *Contemplations* ont été utilisés pour illustrer le vase « Pasteur » (*La Bouche d'ombre* et *Les Malheureux*). Ces vers renvoient à la lutte contre l'obscurantisme et contre la souffrance pour le bien de l'humanité¹⁷, deux thèmes chers à Victor Hugo et Émile Gallé (voir p. 42).





Figure 5 – Vase « Pasteur » (1892-1893).

Verre à trois couches, gravé, incrustations métalliques, feuilles d'or, bronze. Signé sur le pied : Émile Gallé; signé et daté sous le pied : à Monsieur/ Pasteur/ l'École Normale Supérieure/ 1892 Émile Gallé. Paris, musée Pasteur.

Inscriptions : On verra le troupeau des hydres formidables/ Sortir, monter du fond des brumes insondables/ Et se transfigurant ; sur l'autre face : Je vais Méditant, et toujours un instinct me ramène/ À connaître le fonds de la souffrance humaine ; sur la même face : *Toluifera Balsamum. Dictamnus.*

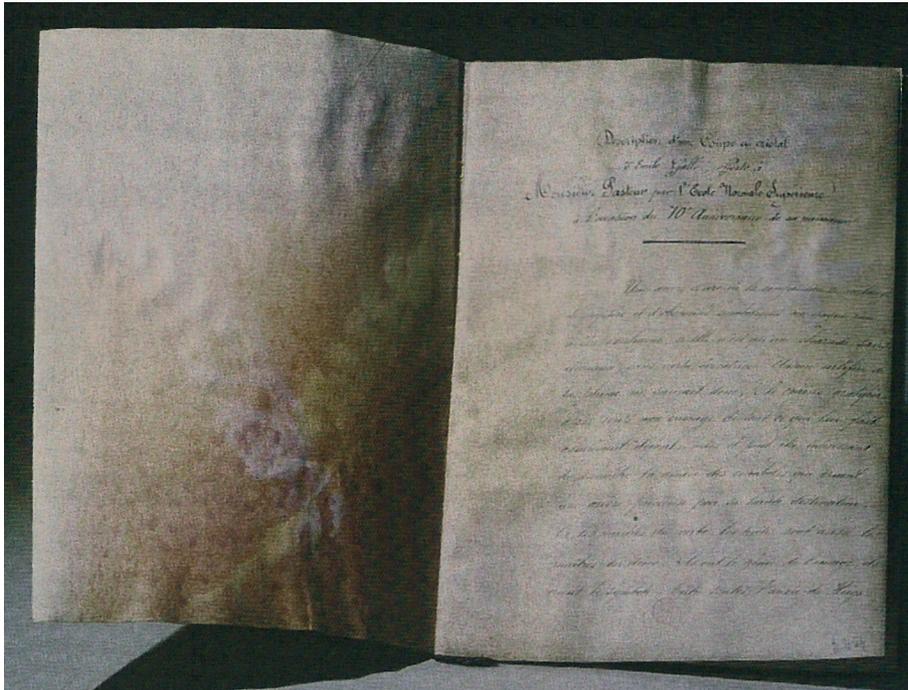
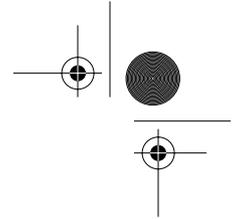


Figure 6 – Photographie du manuscrit remis à Pasteur avec la coupe.





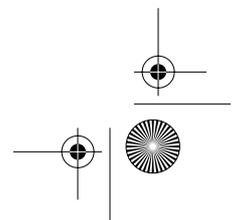
La commande de la coupe

Les élèves et les professeurs de l'École normale supérieure de la rue d'Ulm souhaitaient offrir une coupe de cristal à Louis Pasteur, et choisissent Émile Gallé pour la réaliser. La cérémonie doit se dérouler le 27 décembre 1892, à l'occasion du soixante-dixième anniversaire de Pasteur (figure 7). Un chapitre consacré à l'hommage rendu par l'École au savant se trouve dans le livre de son jubilé¹⁸ :

Les professeurs et les élèves de l'École normale avaient voulu que leur sentiment d'admiration et de reconnaissance se traduise le mieux encore que dans l'enthousiasme collectif de cette journée du 27 décembre. Il y a entre l'École normale et M. Pasteur de si profonds souvenirs ! Ses premières recherches et ses grandes découvertes, M. Pasteur les a faites dans cette école où il a vécu plus de trente ans. Là ont été commencées ses études sur la dissymétrie moléculaire et là ont été poursuivies et achevées ses études sur les fermentations, sur les maladies contagieuses et sur les virus-vaccins. Aussi, désirant que l'on pût symboliser ce qui a été fait dans ce laboratoire de la rue d'Ulm, maîtres et élèves eurent-ils la pensée de s'adresser à l'artiste verrier, M. Émile Gallé, pour lui demander « de cristalliser leur pensée ». Elle fut merveilleusement comprise. Une délégation de professeurs et d'élèves de l'École normale vint offrir à Pasteur le précieux objet d'art sorti des mains de M. Gallé.



Figure 7 – *Le Jubilé de Pasteur* par Jean-André Rixens, La Sorbonne, 1892.





Le choix de cet artiste revêtait une importance toute particulière en raison des liens qui unissaient l'École normale et Louis Pasteur qui en avait été le directeur.

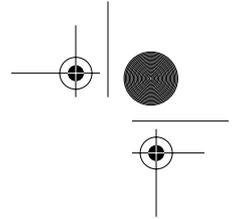
Émile Gallé et Louis Pasteur

Le souhait des élèves et des professeurs de « cristalliser leur pensée » semble en rapport avec les premières recherches de Pasteur portant sur la cristallisation de l'acide tartrique. Si cette hypothèse est exacte, le choix d'un artiste tel que Gallé est déjà tout un symbole. Il fallait un double agrément, celui de l'École normale et celui de Louis Pasteur¹⁹.

Émile Gallé jouit, dès 1890, d'une réputation internationale, et c'est souvent à lui que revient le privilège de recevoir les commandes illustres²⁰. Mais l'École normale supérieure se devait de choisir un artiste que Louis Pasteur aimait. Ce dernier connaissait Gallé et appréciait depuis longtemps ses talents. Dans l'appartement de Pasteur à l'Institut, à Paris, trois vases du maître-verrier nancéien sont toujours exposés (figure 8). Un vase « Clair de lune » torsadé à décor émaillé se trouve dans la chambre à coucher. Un flacon émaillé est exposé dans la chambre de madame Pasteur. Enfin, un troisième vase émaillé, martelé et orné de cabochons en applications sur un décor aux chardons, est posé sur une desserte de la salle à manger. On sait que Louis Pasteur était très intéressé par l'art. Selon son petit-fils, Louis Pasteur Vallery-Radot, « jamais il ne manquait l'exposition du Salon ; heureux d'admirer les œuvres des maîtres, il s'arrêtait devant telle ou telle œuvre d'un inconnu dont il annonçait avec joie le



Figure 8 – a. Vase « Clair de lune » (1878-1880).
b. Flacon (1880-1884).
c. Vase à décor aux chardons (1889-1890), Paris, Institut Pasteur.



Le verre et la lumière : un cadeau normalien d'Émile Gallé à Louis Pasteur

mérite ». Le savant a certainement pu admirer les œuvres d'Émile Gallé lors d'expositions ou de salons (1879, 1884, 1889, 1891, 1892). Et, s'il n'avait pas fait de carrière scientifique, il aurait sans doute pu devenir artiste, comme en témoignent ses remarquables pastels, lithographies et dessins de jeunesse²¹.

Il n'existe ni lettre de Pasteur à Gallé ni allusion à l'artiste dans sa correspondance connue. À partir de 1888, et surtout de 1892, le scientifique réduit considérablement son activité en raison de plusieurs accidents cérébraux successifs²². En revanche, diverses notes manuscrites de Gallé montrent qu'en 1892²³, il devient proche de la famille Pasteur : sur une série de feuillets, Gallé mentionne les adresses, par arrondissement, de ses amis ou de ses connaissances parisiennes. Sur l'un de ces feuillets figure, soulignée, l'adresse personnelle de Louis Pasteur.

Louis Pasteur et le milieu scientifique nancéien

Les liens unissant Louis Pasteur, l'École normale, le milieu scientifique nancéien et plus particulièrement les professeurs de la faculté des sciences de Nancy étaient très nombreux²⁴. C'est probablement par l'intermédiaire de ces cercles que l'École décide de faire appel à Émile Gallé et sans doute aussi en raison de sa double activité d'artiste et de scientifique²⁵.

La réalisation de la coupe

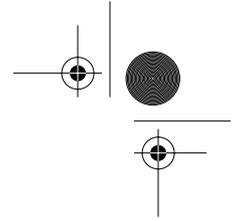
Paul Dupuy joue un rôle déterminant dans la réalisation de cette coupe, rôle connu grâce à deux lettres adressées à Émile Gallé²⁶. La première date du 26 décembre 1892, veille du jubilé de Pasteur :

Mon cher ami, je n'ai pas pu vous écrire hier. J'ai été entièrement pris par les préparatifs de la fête de demain, dont j'ai dû m'occuper pour ce qui regarde l'École. Monsieur Pasteur est ravi à la pensée d'avoir quelque chose de vous. Nous lui avons présenté ce matin nos hommages particuliers et nous l'avons prié de nous faire crédit. Vous seriez bien gentil de nous envoyer votre cristal avant la fin de janvier. Ce qui nous presse le plus c'est l'état de santé du pauvre grand homme. Ce matin, il pleurait et ne pouvait rien dire. Que sera-ce demain à la Sorbonne. On va le faire mourir de plaisir.

À quoi êtes-vous arrivés ? De quelles couleurs disposez-vous ? Samedi ma femme et moi avons revu ceux de vos cristaux qui sont au Luxembourg. Ils sont adorables. Je vous serre bien affectueusement la main en vous priant de transmettre mes hommages à madame Gallé. Votre très attentionné. P. Dupuy.

Je vous présente à l'avance un élève de l'École, monsieur Drouin, chef de section de 1^{re} année lettres, qui vous rendra visite pendant les congés de nouvel an. Notre souscription atteint près de 500 F.





Pasteur, qui est mis au courant de cette commande le jour précédent la cérémonie, en est donc très heureux. Paul Dupuy prévient le savant parce que la coupe ne peut être prête à temps. On découvre également qu'une souscription a été lancée pour couvrir les frais de réalisation de l'œuvre. Enfin, Dupuy demande à un élève nancéien de l'École de rendre visite à Gallé pendant les congés de fin d'année pour suivre son état d'avancement.

Trois autres lettres permettent de comprendre le déroulement du travail d'Émile Gallé : deux sont adressées par Gallé à Robert de Montesquiou et à Edmond Taigny et la troisième est envoyée par Paul Dupuy. Le brouillon de la lettre adressée à Robert de Montesquiou date du 2 janvier 1893 :

Dans cette journée ou d'autres font leurs visites et cartonnent, j'ai le bonheur de travailler pour l'illustre Pasteur. L'École normale s'est décidée à ne lui offrir aucun olympe de bronze. Et l'excellent immortel me fait crédit. Je suis plongé dans les douceurs de la microbiologie ; je simule les bacilles, j'active les vibrions et fais fermenter des cristaux²⁷.

D'après cette lettre, le retard dans la réalisation semble dû à une commande tardive, l'École normale ayant initialement prévu d'offrir un bronze.

L'exécution de la coupe préoccupe Gallé, comme en témoigne le brouillon d'une lettre²⁸ du 2 janvier 1893 à son ami Edmond Taigny, auditeur au Conseil d'État, membre du conseil d'administration de l'Union centrale des arts décoratifs et grand collectionneur des œuvres du maître-verrier :

En cet instant, je brasse, je sème, pour monsieur Pasteur, des ferments dans les veines d'un cristal. Je fais des cultures en creusets, je simule des bacilles et des virus (surpris dans la pâte) et saisis des vibrions en pâte. Priez pour que ce décor ultramoderne ne donne la rage à aucun amateur et surtout (ne fasse pas éclater la gemme) ne fasse point fêler la coupe d'honneur destinée par l'École normale à l'illustre Maître.

Fin janvier 1893, la coupe n'est toujours pas prête. Émile Gallé demande alors un délai supplémentaire à Paul Dupuy :

[...] Je vous aurais écrit depuis le jour de l'an si je n'avais craint de vous déranger en votre œuvre. Vous pouvez compter sur moi pour faire patienter nos gens. Il n'y a, je vous l'ai dit, que l'état de santé de M. Pasteur qui me tourmente. Encore est-il satisfaisant pour le moment. De ce côté aussi je suis à l'aise pour dire ce qu'il faudra afin de donner patience. C'est madame Pasteur qui en a le moins... Votre vase sera certainement le cadeau le plus original. Drouin m'a dit qu'il avait vu votre forme, et qu'il est revenu très charmé et reconnaissant de votre accueil. Il m'a dit aussi que





Le verre et la lumière : un cadeau normilien d'Émile Gallé à Louis Pasteur

vous devenez très subtil en matière de bactériologie et pensait qu'en effet vous avez réussi à semer quelques microbes cristallisés sur votre vase. Gardez-vous néanmoins le thème, ou plutôt les thèmes, dont nous avons causé ? [...]²⁹



Cette seconde lettre de Dupuy nous apprend que l'économiste pense que Pasteur acceptera ce nouveau délai. On découvre aussi que l'élève, mandaté auprès de Gallé, est charmé à la fois par l'accueil qu'il reçoit et par l'œuvre d'art en cours de réalisation, et que Paul Dupuy a donné des instructions à Gallé en ce qui concerne le décor de la coupe.

Les précisions données par Gallé dans le manuscrit qu'il remet à Pasteur témoignent de l'intensité de ses recherches sur les travaux du savant :

Sous la pénombre ambrée, ça et là voilée encore de noirceur où languit la poule, où bave le chien sinistre, voici les emblèmes figés des causalités dont vous sùtes, Maître, à vos gloires, démêler et démontrer les relations avec leurs effets : virus nageant parmi les globules de sang, germes emportés dans l'atmosphère, élégantes sporulations du *Saccharomyces pastorianus*, étranglement symétrique des bactéries de votre *Micrococcus cholerae gallinarum* en voie de bipartition, celui aussi du redouté « microcoque de Pasteur », les spirilles de l'eau croupie, le parasite décoratif de l'infection palustre, le *Staphylococcus* de la pneumonie, la coloration du « bacille violet » ; les formes en navette, en chapelet ; les blanchâtres colonies en cultures sur plaques. Dans l'intérieur du vase, ces ramifications, radicules ou barbes de plumes ténues, voudraient imiter le développement de certaines cultures en piqûre dans la gélatine. Mais le coloris jaune est une erreur attribuable à la chromolithographie défectueuse d'un manuel³⁰.

Selon Émile Nicolas³¹, Gallé étudie la totalité de l'œuvre scientifique de Pasteur avant d'entreprendre la réalisation du vase :

Comme tout esprit scientifique, il fut un consciencieux. Il poussait même ses scrupules d'exactitude au-delà des besoins de son art, car bien des détails d'une importance secondaire lui infligèrent de longues veilles ou des recommencements pénibles. Un jour qu'il eut à composer la coupe qui fut offerte à Pasteur à l'occasion du soixante-dixième anniversaire de sa naissance, il lut en entier les travaux du grand savant, dans la crainte de commettre une inexactitude en recherchant le décor qu'il avait projeté.

Cette commande illustre à la fois la confiance accordée à Gallé et la reconnaissance de son talent.





Le vase « Pasteur », ce poème de cristal³²

Le vase « Pasteur » paraît très sombre, jusqu'à ce qu'un rayon de lumière fasse briller ce chef-d'œuvre technique et sa symbolique complexe (voir figure 5).

Études préparatoires à l'œuvre

Deux études préparatoires signées « E. Gallé » et réalisées par l'artiste ou l'un de ses collaborateurs précèdent l'exécution de l'œuvre. La première étude au fusain, qui représente la coupe dans son intégralité, est conservée au musée d'Orsay (figure 9). On connaît la seconde, qui détaille le motif central, par une reproduction en noir et blanc publiée en 1906 par Victor Prouvé, suite à une conférence sur « L'art et l'industrie » prononcée devant la Société industrielle de l'Est. L'original, en couleur, vient d'être retrouvé (figure 10).

Description technique de la coupe

La coupe, que l'on peut toujours admirer dans l'appartement de Pasteur (rue du docteur Roux, à Paris) mesure 24,9 cm de hauteur sur 22,3 cm de diamètre maximum. Elle est en cristal triple couche : la couche interne est translucide, la couche intermédiaire est brune et la couche externe d'un gris noir très légèrement violacé. Un double décor a été exécuté à chaud, l'un sur la surface extérieure de la coupe et l'autre sur la surface intérieure. Très évasé, le vase a une forme élégante et se termine par un pied reposant sur un socle de bronze. Sous le pied, gravée en creux à la roue, on peut lire la dédicace suivante : « à Monsieur/ Pasteur/ l'École normale supérieure/ 1892 Émile Gallé » (figure 11). L'œuvre est partiellement antidatée puisque sa réalisation a débuté en 1892, qu'elle n'est pas terminée en janvier 1893, et qu'elle n'est remise à son destinataire que le 30 avril. De chaque côté, on peut lire ces vers de Victor Hugo tirés des *Contemplations*. Sur la face au microscope (figure 12) :

On verra le troupeau des hydres formidables
Sortir, monter du fond des brumes insondables
Et se transfigurer.

Sur l'autre face, à droite (figure 13) :

Je vais méditant, et toujours un instinct me ramène
À connaître le fond de la souffrance humaine.

Enfin, à gauche (figure 14) : *Toluifera Balsamum* et en grec *Dictamnus*³³. Ces inscriptions sont toutes gravées en creux à la roue, à l'exception de *et se transfigurer*, qui est dégagé en camée³⁴.





Le verre et la lumière : un cadeau normalien d'Émile Gallé à Louis Pasteur

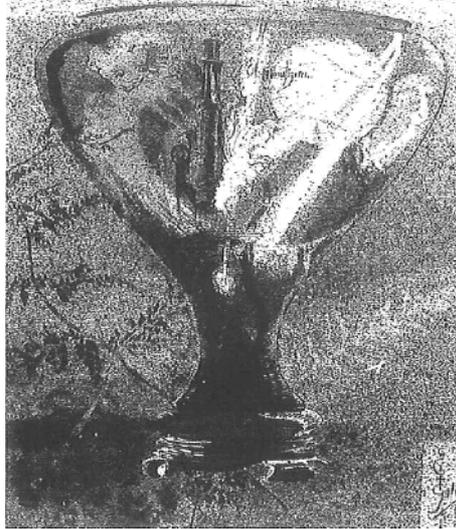


Figure 9 – Le vase « Pasteur » : étude préparatoire au fusain (1892-1893), Paris, musée d'Orsay.



Figure 10 – Étude originale en couleur.





Figure 11 – Dédicace sous le pied.

Figure 12 – Face au microscope :
inscription sur le vaisseau.



Figure 13 – Inscription sur l'autre face
du vaisseau.

Figure 14 – *Tolufiera Balsamum*.





Une symbolique complexe

La symbolique du vase « Pasteur » est complexe. Il existe une adéquation entre sa forme et son décor : le pied étroit et sombre symbolise le peu de connaissances scientifiques que possédait l'humanité avant Pasteur, et le masque grimaçant, qui est gravé, l'obscurantisme que Pasteur va lever (figure 15). C'est aussi le masque de la douleur. La coupe s'éclaircit progressivement et s'évase, tout comme ont progressé les découvertes du savant. La large ouverture, par opposition au pied étroit, et la couleur claire de la partie supérieure, par opposition à la couleur foncée du pied, sont synonymes du progrès accompli et de la victoire de la science sur l'ignorance et l'obscurantisme³⁵. Les deux faces de la coupe s'opposent par la manière dont les vers du poète ont été transcrits ou interprétés. Sur l'une des faces, l'interprétation a été réalisée par référence au monde animal et au monde des microorganismes, qui sont ceux de Pasteur ; sur l'autre, par référence au monde végétal, qui est celui de Gallé (figures 16 et 17). Les deux faces ont encore une autre signification : le monde des animaux et des microorganismes est celui de la compétition et de la lutte pour la vie. Ce sont aussi les combats menés par Pasteur contre la mort et contre les médecins de son temps. Le monde végétal, au contraire, est celui de l'harmonie et de la paix, celui de l'apaisement des souffrances que les travaux de Pasteur ont apporté à l'humanité³⁶.

Symbolisée par la représentation du microscope (figure 18), la face du monde animal résume l'ensemble des recherches de Pasteur : à droite, un chien enragé (figure 19), bavant, le poil hérissé et les yeux exorbités, semble prêt à mordre. Les différentes phases de la division cellulaire sont représentées avec une grande précision. La victoire de Pasteur sur le choléra est rappelée par une poule (figure 20). Les microorganismes sont partout de part et d'autre de la platine du microscope – le bacille de l'anthrax, le vibron septique et le bacille violet. Les levures observées par Pasteur lors de ses études sur les fermentations et les maladies du vin et de la bière sont également représentées. La cause de la maladie du ver à soie, première découverte de Pasteur dans le domaine des maladies infectieuses, est figurée par une larve atteinte de pétrine³⁷ apparaissant dans le grand rayon de lumière incidente (figure 21)³⁸. Le décor de cette face du vaisseau a été inspiré, comme l'indique Émile Gallé dans le manuscrit remis à Pasteur, par le discours prononcé par Charles Dupuy et Joseph Lister (1822-1912) à la Sorbonne le 27 décembre 1892. Gallé en précise la symbolique :

Le voici [le microscope] avec son foyer qui reçoit le jour et projette sur l'obscurité la nouvelle fantasmagorie des réalités biologiques. Le verrier avait donc rêvé de jeter au creuset de ce geste de la science, de faire flotter dans la pâte vitreuse les monstres eux-mêmes, les fléaux masqués, dépouillant les chimériques lambeaux, les hypothèses fumeuses ou spécieuses que vous avez, Maître, mises à néant.



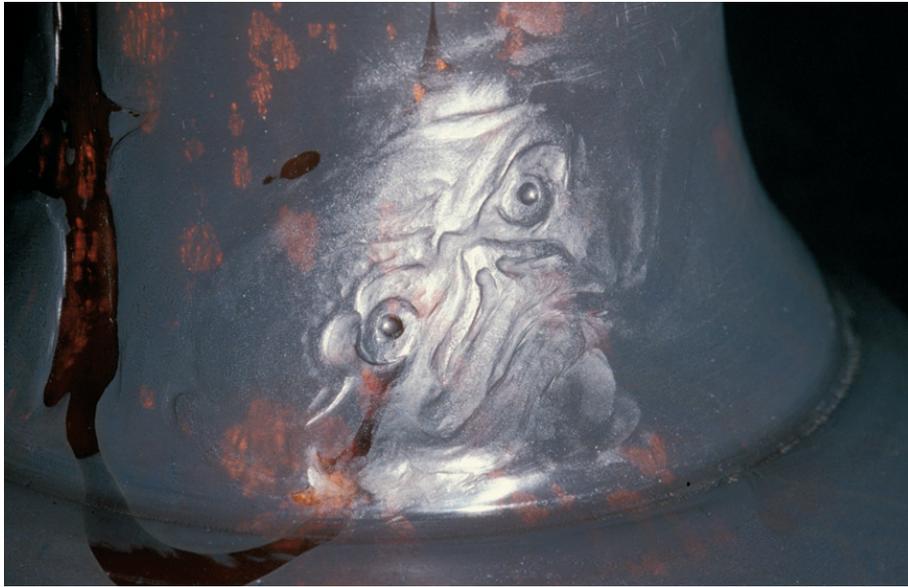


Figure 15 – Masque grimaçant.

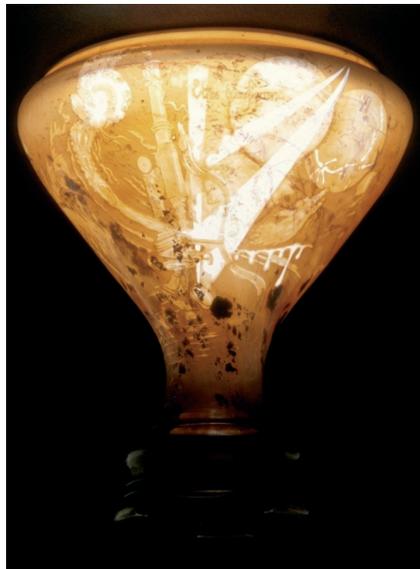


Figure 16 – Face du monde animal.

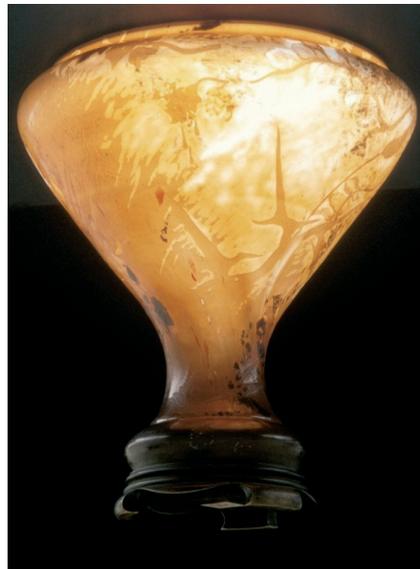
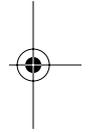


Figure 17 – Face du monde végétal.



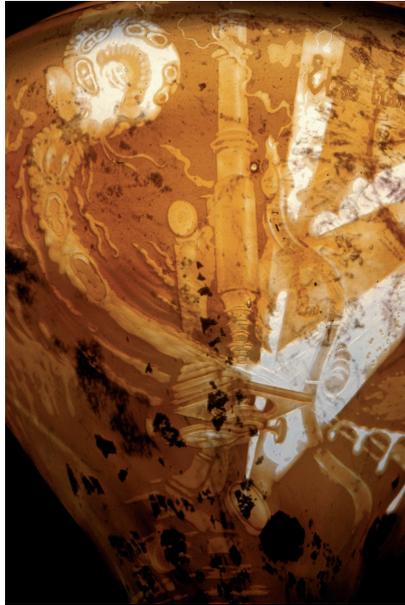


Figure 18 – Détail de la face du monde animal.

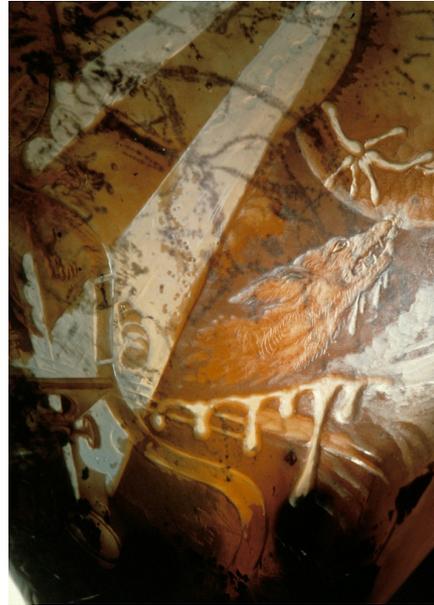


Figure 19 – Chien enragé.



Figure 20 – Poule symbolisant la victoire de Pasteur sur le choléra.



Figure 21 – Larve atteinte de pétrine.





D'autres détails sont donnés dans le discours qu'il prononce devant Pasteur le 30 avril 1893 :

M. Gallé expliqua, avec une fièvre d'artistes, comment il avait été attiré par l'idée de montrer la poésie qui se dégage des découvertes de M. Pasteur : poésie du mystère éclairci et poésie de la souffrance secourue. [...] Des animaux fantastiques montent du pied de la coupe vers les bords en s'éclaircissant et en s'évanouissant à travers des couches de cristal de moins en moins foncées... Mais il fallait quelque chose de plus direct et de plus précis pour que le vase eût sa parfaite signification. Un microscope apparaît. Des rayons de lumière tombent sur lui, à travers le cristal légèrement azuré. Voulant enfin pousser l'habileté jusqu'au raffinement, M. Gallé a trouvé le moyen d'inoculer dans l'épaisseur même du cristal des légions de microbes tantôt massés comme dans des bouillons de culture, tantôt dispersés comme le champ du microscope. C'est l'infiniment petit lui-même qui fourmille dans la coupe³⁹.

L'autre face du vaisseau diffère sensiblement par la nature de son décor, qui se réfère au monde végétal, et par ses tonalités ; son symbolisme est cependant tout aussi complexe. Gallé en fournit en partie la signification dans ce même discours : « puis à côté des épines où pendent des gouttes de sang, coulent les pleurs du dictame : image de la pitié ».

Dans le texte qu'il remet à Pasteur, Gallé détaille les pensées qui l'ont inspiré :

Comment donc l'artiste aurait-il pu échapper à l'attendrissement filial qui gonfle les cœurs de vos élèves, comme il lie toutes les gratitudes à jamais ? Aussi, le touret du graveur a-t-il fait couler sur ces épines de douleur saignantes les pleurs du blanc dictame, et sur les plaies des hommes et des animaux les baumes de la pitié, votre pitié, toute cette pitié que tu m'as mise au cœur.

Sa propre sensibilité à l'œuvre de Pasteur s'exprime directement : « C'eut été mal répondre du sentiment profond de l'École normale et au grand honneur fait au verrier si à une face glorieuse l'ouvrier n'avait pas su mettre un revers touchant. » À la base de la coupe sont représentées des épines d'où tombent des gouttes de sang (figure 22), qui sont à la fois les épines de la couronne du Christ et le symbole de la souffrance humaine⁴⁰. Juste au-dessus des épines apparaît le dictame – *Toluiifera Balsamum* – une plante aromatique (figure 23). De ses fleurs et de ses fruits suintent des gouttes de baume qui tombent sur les épines. Le baume du dictame symbolise évidemment les découvertes du savant qui ont permis de vaincre la maladie, la souffrance et la mort et de dissiper les brumes de l'obscurantisme. La référence au dictame, jadis considéré comme un puissant vulnéraire⁴¹, permet de fondre en une seule image les vertus apaisantes de l'œuvre de Pasteur.





Le verre et la lumière : un cadeau normalien d'Émile Gallé à Louis Pasteur



Figure 22 – Face du monde végétal : les épines.



Figure 23 – Dictame et gouttes de baume.

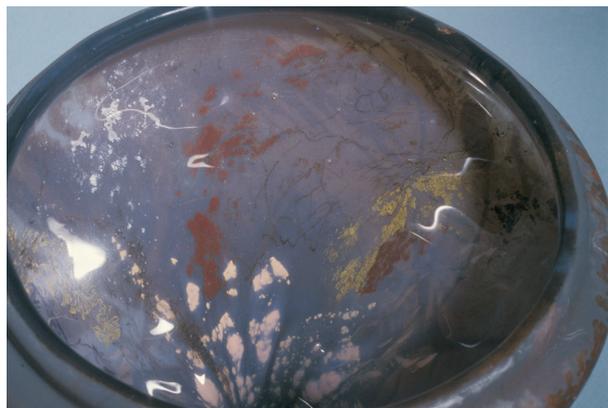
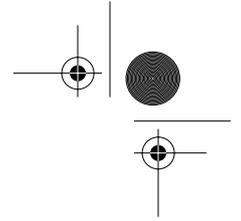


Figure 24 – L'intérieur de la coupe.





À l'intérieur de la coupe, Émile Gallé a figuré de manière très réaliste le développement de divers microorganismes sur des milieux de culture (figure 24). L'effet est tel qu'il donne l'impression de véritables colonies dans une boîte de Pétri ou un tube à essai. La couleur jaune est un peu surprenante pour un microbiologiste. Gallé en avait fait lui-même la remarque précisant que son erreur était due à la chromolithographie⁴² défectueuse du manuel, probablement fourni par Paul Dupuy.

L'abondante correspondance d'Émile Gallé, les études préparatoires et le manuscrit remis à Pasteur permettent de suivre pas à pas la réalisation de la coupe. Le vase « Pasteur » est un chef-d'œuvre de symbolisme, de réalisme et de réflexion où tous les éléments sont intimement liés : couleur de la matière, vers de Victor Hugo, double représentation des travaux de Pasteur. Tout à la fois poème et hymne à la science, cette œuvre, dédiée à l'homme qui personnalise le progrès scientifique, a mobilisé l'enthousiasme, l'imagination, la sensibilité, les connaissances techniques, scientifiques, littéraires et bibliques de Gallé⁴³. Les élèves et les professeurs de l'École normale ne s'y sont pas trompés, comme Georges Perrot le souligne en remettant la coupe au savant :

Cher et illustre Confrère,

Le jour où, la Sorbonne, la France et l'Europe entière vous acclamaient et vous faisaient entrer vivant dans l'immortalité, vous n'avez pas oublié l'École normale et, devant ce grand auditoire, vous avez dit très haut ce que vous lui deviez. L'École non plus ne vous avait pas oublié ; elle sait ce qu'elle vous doit d'honneur et de gloire. [...] Un artiste original et charmant, qui a restitué chez nous les traditions des maîtres les plus célèbres de la Renaissance, a bien voulu se charger de traduire notre pensée, de façonner l'œuvre que nous voulions vous offrir. Si nous ne vous la présentons que longtemps après qu'elle vous avait été promise, c'est que l'imagination de l'artiste, moins heureuse que celle du poète, est obligée de compter avec les lenteurs de l'exécution et avec les résistances de la matière [...]

Le livre du jubilé de Louis Pasteur se termine par ces mots :

Grâce à ce poème de cristal exécuté par M. Gallé, l'École normale [...] a remis à M. Pasteur un objet d'art unique où se révèlent tour à tour, enveloppés dans des couleurs et dans des formes exquises, tous les aspects de sa gloire⁴⁴.

Notes

1. Philippe Thiebaut, *Émile Gallé*, Paris, Gallimard, 2004.
2. Françoise Thérèse Charpentier, *Émile Gallé, industriel et poète*, Nancy, université de Nancy II, 1978.
3. Françoise Thérèse Charpentier, « Émile Gallé enfant », *Arts nouveaux*, janvier 2002, 17, p. 1-9.
4. Laure Swaenepoel, « Émile Gallé et la littérature : l'exemple du vase Pasteur », université de Paris Ouest-Nanterre-La Défense, 2008.





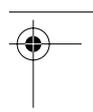
Le verre et la lumière : un cadeau normalien d'Émile Gallé à Louis Pasteur

5. Il participe à de nombreux journaux et envoie de nombreuses lettres, environ vingt-cinq par jour.
6. Louis Gillet, « Émile Gallé, le poète du verre », *Revue hebdomadaire*, octobre 1910.
7. La céramique est probablement à l'origine de ce mélange entre texte et décor, en vertu d'une tradition populaire bien attestée notamment sous la Révolution, et maintenue par la fabrique Gallé. Un des services les plus connus s'intitule *Allégorie* et représente des fleurs accompagnées de devises.
8. Il soutient la révolution irlandaise, défend les victimes du génocide arménien perpétré par les Turcs.
9. Les œuvres dites uniques, créations directes de Gallé et authentiques œuvres d'art, sont très peu nombreuses, et coûtaient de 300 à 1 200 francs. Un vase de fabrication courante pouvait atteindre 5 francs.
10. Laure Swaenepoel, « Émile Gallé et la littérature : l'exemple du vase Pasteur », *op. cit.*
11. Valérie Thomas et Hélène Bieri-Thomson, *Verreries d'Émile Gallé. De l'œuvre unique à la série*, Nancy, musée de l'École de Nancy, Paris, Somogy, 2004.
12. Extrait de *L'Est républicain* du 2 mai 1893 : « L'École normale et M. Gallé à l'Institut Pasteur. Dimanche matin à 10 heures, M. Pasteur a reçu à l'Institut Pasteur une délégation de l'École normale, qui venait lui offrir une coupe en cristal exécutée par M. Gallé. M. Perrot, directeur de l'École, a présenté M. Gallé à M. Pasteur et a prononcé quelques paroles pour rappeler à l'illustre savant le long temps qu'il a passé à l'École normale, les découvertes qu'il a faites dans son humble laboratoire de la rue d'Ulm, et le remercier par ailleurs d'avoir tenu à en parler lui-même dans son admirable discours de la Sorbonne. M. Pasteur, extrêmement ému, a remercié les vieux et les jeunes normaliens qui venaient lui apporter un souvenir et un hommage aussi précieux. Il a ensuite examiné la coupe qu'on lui offrait. Elle figurera parmi les plus beaux hommages que le maître ait reçus à l'occasion du soixante-dixième anniversaire de sa naissance. »
13. Charles de Meixmoron, « Réponse du président au récipiendaire M. Émile Gallé », séance du 17 mai 1900, Nancy, *Mémoires de l'Académie de Stanislas*, 1900, p. 1-25.
14. François Le Tacon, « Hugo dans Gallé », *www.atlif.fr*, 2002.
15. Laure Swaenepoel, « L'entreprise Émile Gallé et la marché de l'art », université de Paris Ouest-Nanterre-La Défense, 2007.
16. Laure Swaenepoel, « Émile Gallé et la littérature : l'exemple du vase Pasteur », *op. cit.*
17. François Le Tacon, *L'Œuvre de verre d'Émile Gallé*, Paris, Messene, 1998.
18. Archives du musée Pasteur.
19. François Le Tacon, « Émile Gallé et Louis Pasteur », *Le Pays lorrain*, 1, 75, 1994, p. 23-36.
20. *Ibid.*
21. *Ibid.*
22. Archives du musée Pasteur.
23. Fonds Gallé, musée d'Orsay.
24. François Le Tacon, *Émile Gallé ou le mariage de l'art et de la science*, Paris, Messene / Jean de Cousance, 1995.
25. Laure Swaenepoel, « Émile Gallé et la littérature : l'exemple du vase Pasteur », *op. cit.*
26. Fonds Gallé, musée d'Orsay.



27. Bibliothèque nationale, département des manuscrits, NAFr 15266, f° 121.
28. Collection particulière.
29. Extrait d'une lettre de Paul Dupuy à Émile Gallé, 20 janvier 1893, fonds Gallé, musée d'Orsay.
30. Extrait du manuscrit remis à Louis Pasteur par Émile Gallé le 30 avril 1893.
31. Émile Nicolas, « Émile Gallé », *Le Pays lorrain*, 23, 1904, p. 361-368.
32. Georges Perrot, *Livre du jubilé de Pasteur*, 30 avril 1893.
33. L'orthographe exacte est *Dictannon* ou *Dictamos*.
34. Françoise Thérèse Charpentier et Philippe Thiebaut, *Émile Gallé*, Paris, Réunion des musées nationaux, 1985.
35. François Le Tacon, « Émile Gallé et Louis Pasteur », art. cité, p. 23-36,
36. François Le Tacon, *Émile Gallé ou le mariage de l'art et de la science*, *op. cit.*
37. La pétrine, maladie du ver à soie contagieuse et héréditaire, est causée par un sporozoaire (eucaryote unicellulaire à spores), et se traduit par l'atrophie des vers et l'apparition de tâches noires sur le corps.
38. William Warmus, *Émile Gallé Dreams into Glass*, Corning, Corning Museum of Glass, 1984.
39. François Le Tacon, *L'Œuvre de verre d'Émile Gallé*, *op. cit.*
40. *Ibid.*
41. Une aide à la guérison des blessures.
42. Désigne un procédé d'impression lithographique en couleur.
43. François Le Tacon, *L'Œuvre de verre d'Émile Gallé*, *op. cit.*
44. Georges Perrot, *Livre du jubilé de Louis Pasteur*, *op. cit.*





LUMIÈRE ET CULTURE

LUMIÈRE ET COULEUR, ENTRE L'ART ET LA SCIENCE : CHARLES LAPICQUE

Michel Menu

Docteur en physique (optique) depuis 1978 et habilité à diriger des recherches, il est aujourd'hui chef du département « Recherche » au Centre de recherche et de restauration des musées de France. Il est aussi rédacteur en chef de la revue *Technè* et membre du comité de rédaction d'*Applied Physics A*.



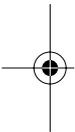
*La terre est bleue comme une orange
Jamais une erreur les mots ne mentent pas*

Paul Éluard

La couleur n'est plus conçue aujourd'hui comme une substance, ce n'est pas une fraction de la lumière. Elle est pensée comme la sensation d'un élément coloré par une lumière qui l'éclaire, reçue par l'œil et transmise/analysée par le cerveau. La couleur est définie par ses trois paramètres : la teinte, la saturation et la clarté. C'est une notion très complexe pourtant si simple en apparence. Et il n'est pas facile de se frayer un chemin dans le foisonnement de propos divers, contradictoires, intuitifs ou savants.

Cette dialectique nous semble opérante dans l'œuvre peinte de Charles Lapicque (1898-1988) : en tant que physicien, il s'interroge sur les fonctions qui régissent les systèmes naturels. En tant que peintre, il laisse surgir son inspiration revitalisante, persuadé que l'œuvre d'art est un bloc de sensations, c'est-à-dire un composé d'affects. Dans ses propos sur sa peinture, dans son travail d'artiste, il ne revendique jamais son expérience de chercheur en physique. Pourtant dans ses interprétations, ses improvisations, s'expriment en permanence les interrogations de l'homme face au monde.

La peinture est pour Charles Lapicque un moyen impérieux de représenter le monde dans lequel, pour lui, coexistent deux espaces : l'un rêvé, qu'il dénomme *espace*, l'autre perçu, qui est pour lui *étendue*. L'espace de la peinture est un espace purgé d'étendue, il est l'espace pur, entièrement rêvé. Pour Lapicque, l'imagination « décide tout, puisqu'elle seule peut commuer l'invisible en visible¹ ». Lorsque l'on approche intuitivement son





œuvre peinte, on ressent fortement et immédiatement son travail sur la couleur. Les ciels rouges, les eaux multicolores – du rouge, du jaune, du bleu, du vert, du violet – des canaux vénitiens, les vallons et les bois exubérants de la Bretagne... La couleur est partout, elle est ainsi une porte d'entrée dans la connaissance de l'œuvre, d'autant que Charles Lapicque a poursuivi des recherches très avancées en optique sur la vision de l'œil.

Un peintre physicien

Lapicque avait une formation de scientifique. Ingénieur de l'École centrale en 1919, il se spécialise dans la distribution d'énergie électrique. En Normandie, il dirige un service jusqu'en 1924. Le dimanche, il peint et représente dans ses œuvres les lignes à haute tension qu'il construit pendant la semaine. En 1920, il épouse Aline Perrin, fille de Jean Perrin, physicien et prix Nobel (1926). En 1928, il décide de se consacrer entièrement à la peinture et expose pour la première fois à la galerie Jeanne Bûcher. Il doit pourtant trouver du travail et, grâce à son beau-père, il devient préparateur à la faculté des sciences. Il prépare une thèse de doctorat en optique sous la direction de Charles Fabry (1867-1945) sur « L'optique de l'œil et la vision des contours » et obtient son doctorat d'État en 1938². Jusqu'en 1943, il est quelque peu en retrait du milieu artistique puis reprend son activité de peintre, signe un contrat avec la galerie Louis Carré et expose dans plusieurs autres galeries.

Dès lors, son œuvre peut être lue à la lumière de ses recherches de physicien-opticien. Ses travaux en optique ont contribué à une meilleure connaissance des images rétinienne. Ni ses dessins ni ses toiles ne cherchent à illustrer ses connaissances sur la formation des images, la diffraction de la lumière ou les défauts et les aberrations de l'œil. Pourtant, il diffuse un reflet de son savoir dans son œuvre peinte. Honnête homme, humaniste du XX^e siècle, Charles Lapicque soutient qu'il garde en réserve ses enseignements scientifiques ; il est conscient qu'il a conservé la trace des exercices auxquels il excellait et qu'il « transporte dans la vie, sans y prendre garde » ; il s'étonne enfin quand il perçoit que « la science géométrique elle-même produit en nous des manifestations spontanées »³.

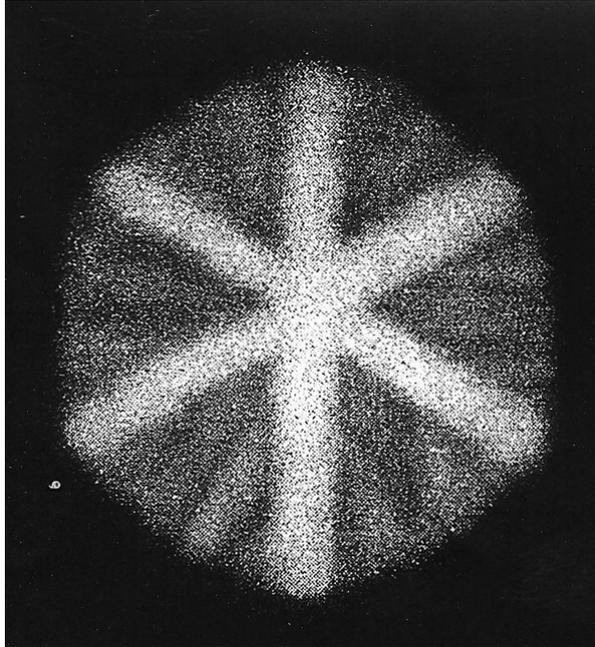
Les déformations dues à l'aberration chromatique de l'œil

Dans sa thèse, Charles Lapicque avait théorisé les déformations dues à l'aberration chromatique de l'œil : l'image d'une lumière blanche s'étale ainsi autour de la meilleure mise au point pour la longueur d'onde de 580 μm . Il a montré « qu'en gros, les radiations de longueur d'onde supérieure à 550 μm forment la partie ramassée qu'on peut appeler "partie centrale". Les autres radiations (c'est-à-dire une partie du vert, tout le bleu et le violet du spectre) forment une sorte de halo très étendu autour de cette partie centrale, l'image centrale est colorée en jaune franc pour les pupilles moyennes

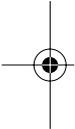




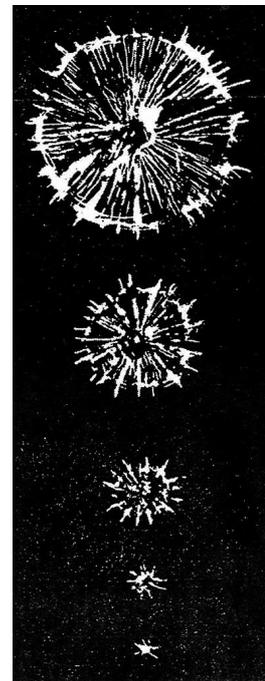
Lumière et couleur, entre l'art et la science : Charles Lopicque



Simulation expérimentale de la déformation des images induites par le cristallin, déformation obtenue quand il y a défaut de mise au point.



Figures étoilées perçues par un observateur regardant une source ponctuelle monochromatique, soit bien au point (en bas), soit avec des défauts de mise au point croissants (en montant) par excès de convergence.





et même pour celle déjà petite de 2 mm. Le halo, de couleur exactement complémentaire, puisque la lumière est blanche, est donc bleu. » De plus, il a observé que, d'une source ponctuelle lumineuse monochromatique, l'œil perçoit une image sous forme d'une figure étoilée complexe. Il s'agit là de déformations irrégulières dues à des irrégularités des surfaces optiques, défauts intérieurs à l'œil. Enfin, il a observé que ces défauts troublent la transmission de la lumière dans l'œil si bien que les fibres du cristallin, organisées en trois directions principales, provoquent la formation de trois rayons dans l'image d'une source ponctuelle intense de lumière blanche.

Lumière et couleur

Ces trois phénomènes sont simultanément présents dans sa peinture. En tant que peintre, il n'a pas à expliquer le pourquoi de sa représentation, il invente, associe des phénomènes, il en joue au contraire pour le plaisir de l'œil du spectateur. Plusieurs tableaux peints à Venise en 1954 (comme le *Coucher de soleil sur la Giudecca*) présentent des images de petites sources lointaines constituées d'un centre blanc entouré d'un vif halo pourpre, structuré de plusieurs rayons de même teinte mais de clarté différente. Chacun d'entre nous peut en faire l'expérience en clignant d'un œil et en regardant un point lumineux dans la pénombre. La lumière s'habille d'une étoile lumineuse. Dans son journal vénitien, Lopicque jouit de la couleur, scrute les lumières, celles qui s'allument lorsque la nuit point :

Coucher de soleil sur la Salute... Découpe noire de la Salute, pointillée de lumières déjà allumées. Ciel rouge, un peu de rose, puis virant vers en haut au jaune sable sale, puis au vert clair jaune sale. Les lumières allumées sur le noir de la Salute, Dogana et autres bâtiments. Lagune rose paille, rose violette, avec vagues bleu acier... Côté Lido, c'est déjà la nuit, nuit toute bleue, et toutes les lumières allumées : bouées, balises, phares, maisons, lampadaires sur les quais... Au Lido. Lumières du quai des Esclavons, vers la Piazzetta semblent bariolées, on dirait des fruits confits⁴.

Lopicque, qui était depuis 1949 peintre du département de la Marine, représente en 1958 des manœuvres de nuit à bord de navires de guerre où l'on observe le même effet de lumières. Le spectateur est guidé par le peintre :

Le spectacle des lumières perçant l'obscurité nocturne ou crépusculaire ne peut manquer de frapper un artiste ; mais comment le rendre sur la toile par le seul recours aux pigments colorés dont le peintre dispose ? En 1954 et 1955, pour les feux des lagunes de Venise, puis en 1958 pour des manœuvres de nuit à bord des bâtiments de guerre, j'ai résolu le problème en figurant et magnifiant la structure étoilée qui affecte notre perception visuelle par le jeu des irrégularités optiques de l'œil humain⁵.





Coucher de soleil sur la Salute, 1954, huile sur toile, 73 × 100 cm.

Le refus d'une règle générale

Lapicque connaissait les théories de Chevreul, comment celles-ci avaient diffusé chez ses confrères peintres, comment elles avaient été transformées, interprétées, travaillées par les artistes. Comme Chevreul, Lapicque réalise des expériences, il énonce des lois, mais il aboutit à des conclusions plus nuancées, notamment le fait qu'il n'existe pas de règle générale, unique pour les différentes teintes. Malgré l'essor de la peinture abstraite en 1945, il choisit la voie de la figuration et suggère que « l'artiste de son côté, crée toujours de souvenir », de même, la reconnaissance « ne se fait pas par le moyen de la ressemblance ; la reconnaissance est d'ailleurs une opération bien mystérieuse... ». Ses outils sont ses pinceaux, sa palette, ses pigments. Ses moyens sont le dessin et la couleur. Il se nourrit des œuvres de ses prédécesseurs, il recherche la juste alchimie qui conduit à la naissance d'une toile, à la métamorphose de l'image qu'il offre au regard du spectateur, il découvre que la toile est une représentation d'un souvenir, celui d'elle-même, ainsi :

On dit qu'une peinture, avant de représenter tel objet du monde était une surface couverte de couleurs « en un certain ordre assemblées ». Opérons de même avec ce que nous venons de découvrir, et disons qu'une peinture, avant d'être souvenir de





tel objet ou de tel événement, est souvenir d'elle-même. Et qu'avant de ressembler à quelque chose, elle est d'abord ressemblance⁶.

Lapicque énonce alors des lois à l'opposé de ce qui était couramment admis : dans une peinture, les teintes chaudes (le rouge, l'orangé, le jaune) tendent à « avancer », à paraître proches du spectateur, alors que les teintes froides (le vert, le bleu, le violet) tendent à « reculer » et à paraître plus éloignées.

Il conteste ainsi la généralité du phénomène, énonce que l'on pourrait inverser l'ordre habituel et que l'on peut employer les teintes chaudes pour les plans éloignés et les froides pour les plus rapprochés. Lapicque applique avec une grande liberté ces principes dans son œuvre : le fond, le ciel, est souvent teinté de jaune, de rouge tandis que les bleus sont largement utilisés pour les premiers plans.

Dans les peintures de Lapicque, les ciels sont souvent rouges, car étant lumineux, il faut le peindre dans cette teinte rouge. Conformément aux résultats de ses expériences, le bleu en petites touches, qui traduit le ciel à travers le ciel, est plat, tandis que le ciel en petites taches rouges dans une ossature foncée représentera beaucoup mieux la luminosité de celui-ci. Les couleurs chaudes (rouge, jaune, orangé) ne peuvent pas s'assombrir⁷. Ainsi les trouées de ciel dans le *Vallon en Bretagne* de 1957 sont-elles un écho à ses observations et sa théorie. Il exposa avec enthousiasme ses découvertes auprès de ses collègues peintres de l'École de Paris. Jean Bazaine (1904-2001) et Alfred Manessier (1911-1993) notamment s'inspirèrent des résultats du physicien Lapicque.

Lapicque considéra longtemps cette question de la couleur rouge, et la tonalité de son œuvre favorise cette partie du spectre. Charles Lapicque observe le monde avec ses instruments de physicien-opticien et crée un univers avec ses pinceaux chargés de couleurs. Il aborde la science et l'art dans une perspective de représentation de sa perception du monde. Il ne les confond cependant jamais et prend la précaution de les laisser autonomes, trouvant « illusoire de lier deux disciplines d'inspiration différente ».

Notes

1. Charles Lapicque, *Essai sur l'espace, l'art et la peinture*, Paris, Grasset, 1958, p. 50.
2. Charles Lapicque, *L'Optique de l'œil et la vision des contours*, thèse, faculté des sciences de Paris, 1938.
3. Charles Lapicque, *Essai sur l'espace, l'art et la peinture, op. cit.*, p. 179.
4. Charles Lapicque, *Journal vénitien*, 1955-1956, in Paul Denizot, *Lapicque et Venise (1954-1956)*, Paris, L'Harmattan, 1997, p. 133.
5. Paul Denizot, *Lapicque et Venise (1954-1956), op. cit.*, p. 106.
6. Charles Lapicque, *Essai sur l'espace, l'art et la peinture, op. cit.*, p. 127.
7. *Ibid.*, p. 260.





Peindre la lumière à la Renaissance

PEINDRE LA LUMIÈRE À LA RENAISSANCE

Romain Thomas (1998 s)

Après des études de physique quantique à l'ENS, il s'est orienté vers un cursus d'histoire (agrégation et préparation de thèse). Il est actuellement Ater à l'université de Nantes.



Comment les hommes conçoivent-ils la lumière au début du XVI^e siècle, avant Newton et son spectre de la lumière blanche ? Comment les arts figuratifs représentent-ils l'interaction entre la lumière et la matière, dans un monde où la « matière », l'essence des créatures terrestres diffère de celle des créatures célestes ? Comment, surtout, peindre la lumière, immatérielle, avec des pigments matériels ?

Dans les années 1510, Grünewald est confronté à ces questions lorsqu'il élabore un retable pour le couvent des Antonins d'Issenheim, un ordre dédié au soin des malades. Dans une série de panneaux mobiles laissant voir neuf scènes différentes, l'artiste traite des événements de la vie du Christ (Crucifixion, Annonciation, Nativité, Résurrection) ou de saints, dans lesquels la représentation de la lumière est particulièrement intéressante.

Par-delà l'ombre et la lumière

La représentation des ombres ou la perspective atmosphérique – qui noie les couleurs dans des teintes bleutées à l'arrière-plan des paysages – sont, à la fin du Moyen Âge, des techniques classiques pour peindre l'interaction entre lumière et matière. Grünewald s'y conforme d'ailleurs dans les panneaux du retable, par exemple en marquant l'éclairage des personnages à droite et les ombres à gauche, de façon naturelle pour cette œuvre placée au fond du chœur de l'église du couvent et dont les vitraux laissent pénétrer la lumière par le Sud.

Mais plusieurs exceptions surprennent : dans le panneau de la *Tentation de saint Antoine* (figure 1), si l'éclairage est bien respecté pour le saint au premier plan, les monstres, eux, présentent des jeux d'ombre et de lumière non seulement très affaiblis par rapport à ceux du saint, mais en outre incohérents, certaines parties étant éclairées par la gauche. Autre singularité, la figure de l'ange, représenté comme un être diaphane, immatériel : si les bergers de la *Nativité*, écoutant les anges, adoptent des tons bleutés qui semblent correspondre à la perspective atmosphérique, on ne peut expliquer ainsi l'apparence des anges au-dessus de saint Sébastien, puisqu'ils sont mis sur le même plan qu'un objet coloré – un anneau doré (figure 2).

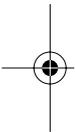




Figure 1 – Retable d'Issenheim, panneau de la *Tentation*, détail.

Le clair-obscur du saint correspond à un éclairage par la droite.

Les monstres autour de lui sont éclairés de manière aléatoire (© C2RMF, Elsa Lambert).

Or, dans la région rhénane où se trouve Issenheim, la *Devotio moderna*, un courant mystique qui prône une relation plus personnelle et empathique entre le croyant et Dieu, véhicule également des conceptions philosophiques comme celles de l'humaniste Charles de Bovelles, qui élabore une véritable « théologie de la lumière ». Le parallèle entre sa conception de l'interaction lumière-matière et la technique picturale de Grünewald est remarquable :

Nous partageons donc en quatre l'espace qui va du soleil et du ciel au centre de la terre : région de la lumière, de la clarté, de la pénombre et des ténèbres. [...] Dieu est donc dans la région de la lumière, l'ange dans celle de la clarté, l'homme dans celle de la pénombre et la bête brute dans celle des ténèbres. [...] Dieu est la source de toute lumière, il en est l'immense soleil. L'ange est comparable à un petit nuage blanc, lumineux et diaphane¹.





Figure 2 – Retable d'Issenheim, panneau de *Saint Sébastien*, détail. Les deux anges paraissent immatériels contrairement à l'objet qu'ils tiennent (© C2RMF, Elsa Lambert).

Peindre l'interaction entre lumière et « matières » à la Renaissance

Ce parallèle entre Dieu et la lumière revient souvent chez les peintres de la fin du Moyen Âge : Dieu le Père, ou le Christ, apparaissent traditionnellement nimbés, sur un fond clair, une lumière enveloppant leur corps. Cependant, rares sont les artistes qui, à l'instar de Grünewald, représentent Dieu le Père lui-même comme LA lumière. Cette « ontologie » est aussi valable pour le Christ, qui apparaît comme la lumière dans le panneau de la *Résurrection* (figure 3). La technique picturale employée est ici particulièrement révélatrice : une analyse par réflectographie infrarouge révèle la présence d'un dessin sous-jacent, visible au niveau des mains du Christ, mais très léger au niveau de son visage, le peintre n'ayant sans doute pas voulu prendre le risque qu'un tel dessin se voie à travers les couches picturales. Il n'y a pas non plus de trait de contour, si fréquent dans le rendu de certains personnages, notamment autour des





Figure 3 – Retable d'Issenheim, panneau de la *Résurrection*, détail.
Le Christ apparaît comme une lumière (© C2RMF, Elsa Lambert).

doigts. Le peintre a donc, pour arriver à représenter l'immatériel, réduit au minimum ce qui pouvait matériellement et iconographiquement y conduire, autant dans la genèse de son panneau (pour Grünewald lui-même) que dans son état final (pour le spectateur).

Si Charles de Bovelles place l'homme dans un monde soumis aux ombres, l'humain est incontestablement, chez Grünewald, l'objet de la plus grande attention dans l'expression du clair-obscur. Il existe à la Renaissance plusieurs techniques de dégradé de lumière, décrites par Cennini, Alberti ou Léonard de Vinci, consistant à mélanger





Peindre la lumière à la Renaissance

les pigments pour obtenir un dégradé de couleur, par exemple saturé-lumineux ou foncé-lumineux². Cependant, les artistes du Nord emploient plus volontiers le système des glacis, que permet la peinture à l'huile et qui consiste à faire varier l'épaisseur de la couche translucide, de la même couleur ou non, pour obtenir une couleur très claire par transparence, très saturée pour une épaisseur donnée, enfin absorbante et donc foncée si l'épaisseur est plus importante³. Les analyses du retable d'Issenheim montrent que c'est bien la technique employée par Grünewald, même si le peintre s'autorise des mélanges de pigments colorés et blancs. Le nombre de couches très important qu'il emploie, quelquefois de couleurs très variées, montre le souci qu'il accorde aux variations du rendu des surfaces. Le traitement de la lumière semble donc correspondre aux conventions classiques lorsqu'il s'agit de décrire l'essence de l'humanité.

Enfin, le système de clair-obscur des monstres du premier plan, dans la *Tentation*, est curieux (voir figure 1). Alors que saint Antoine est éclairé par la droite, ses tentateurs présentent des zones ombrées à droite, à gauche, dessus, dessous, visibles parfois par la présence d'un trait de contour alternativement noir ou blanc. C'est notamment le cas des cornes du loucheur qui agrippe le manteau du saint. Là, pas de cohérence dans l'emploi du trait de contour, puisque les zones dirigées vers le haut apparaissent tantôt en noir, tantôt en blanc. Cette fois, il est plus difficile de relier cette description avec celle de Bovelles, mais on peut citer un passage de Cennino Cennini, dans son *Libro dell'arte* :

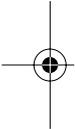
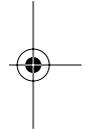
Si tu veux faire une étendue d'eau, avec ou sans poissons, sur mur ou sur panneau, prends, si c'est sur mur, ce même verdaccio dont tu ombres les visages sur le mortier ; fais tes poissons, en ombrant avec ce verdaccio, les ombres étant toujours sur le dos ; *n'oublie pas que les poissons et en général, tous les êtres vivants non doués de raison, doivent avoir les ombres par-dessus et les lumières par-dessous*⁴.

L'assurance naturelle avec laquelle il mentionne cette idée laisse penser que, chez les peintres, des distinctions entre les êtres sublunaires, comme celle que fait Bovelles, étaient certainement très répandues.

Le « spectre » de la lumière à la Renaissance : du blanc au noir

Le parallélisme entre la théologie bovellienne de la lumière et la représentation du monde selon Grünewald peut être prolongé et dépassé dans l'analyse de l'utilisation de la couleur chez ce peintre : ses sources lumineuses font intervenir de façon récurrente la suite chromatique blanc/jaune/rouge/bleu/vert, qui évoque une échelle de clarté.

À la fin du Moyen Âge, parmi les philosophes qui abordent le problème de la lumière, le lien est toujours fait entre lumière et couleur⁵. Conformément à la conception aristotélicienne, on considère que toutes les couleurs sont obtenues à partir d'une



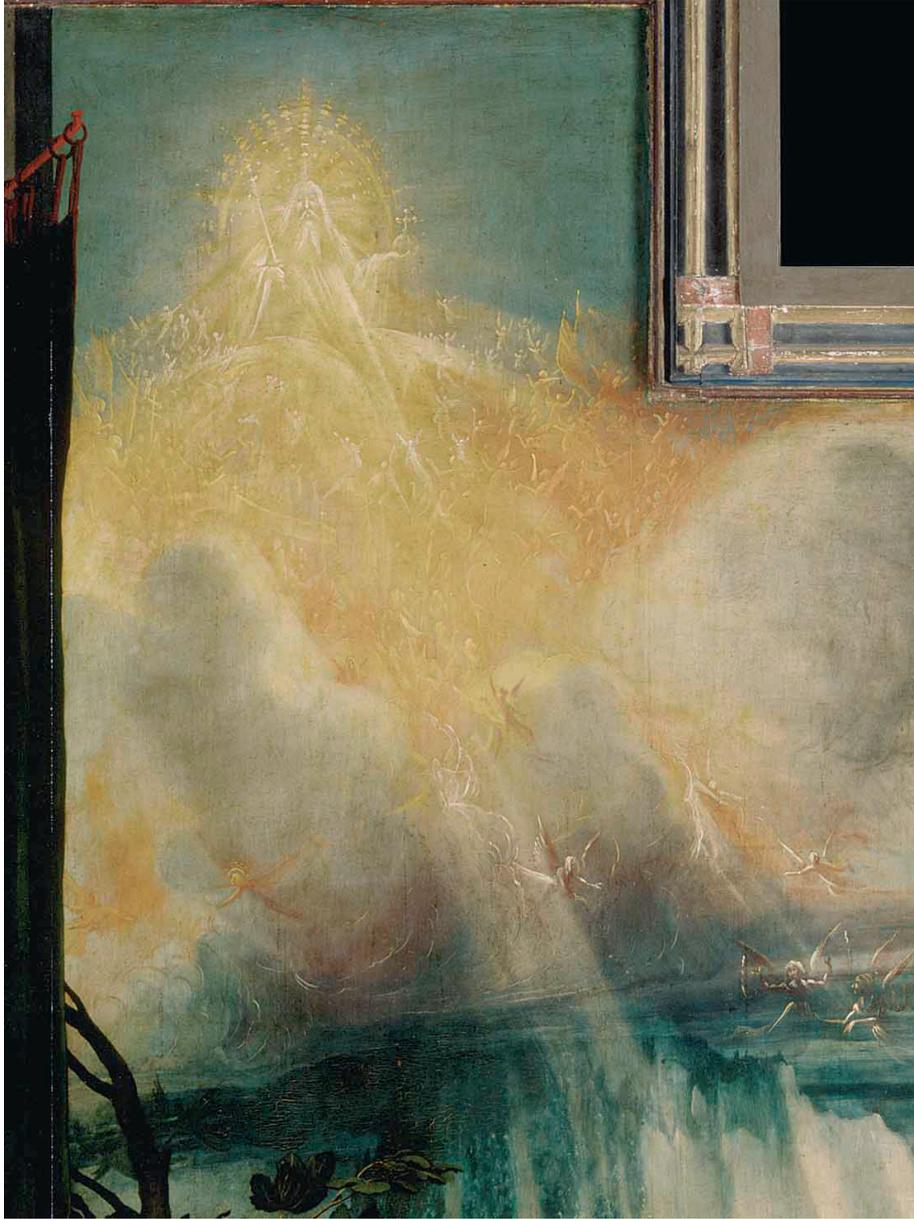
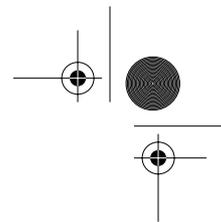


Figure 4 – Retable d'Issenheim, panneau de la *Nativité*, détail. Dieu le Père apparaît comme une source lumineuse. La cour céleste qui l'entoure semble « réfracter » la lumière en décomposant la couleur, selon les conceptions du XVI^e siècle (© C2RMF, Elsa Lambert).





Peindre la lumière à la Renaissance

proportion variable de blanc et de noir. On obtient une échelle chromatique de clarté qui, concrètement, ne résulte bien sûr pas d'un simple mélange quantitatif de pigments blancs et noirs, mais d'un mélange entre les *species* – les essences – du blanc et du noir, qui donne alors d'autres *species* correspondant aux couleurs. Réciproquement, lorsque la lumière émise par une source s'affaiblit, la quantité de blanc diminue, et cette lumière devient plus « foncée », donc colorée : le jaune est, naturellement, la couleur la plus claire, donc la plus proche du blanc, et le bleu la couleur la plus foncée, donc la plus proche du noir. Ainsi sont expliquées les couleurs de l'arc-en-ciel. Ainsi également Léonard de Vinci interprète-t-il le bleu du ciel et la perspective atmosphérique : pour lui ces phénomènes ne sont rien d'autre qu'un affaiblissement de la lumière à travers l'atmosphère, une lumière vue sur le fond noir de l'univers (qui est la couleur du ciel la nuit) ; il propose même de réaliser en peinture la couleur bleue de la perspective en plaçant un glacis blanc sur un fond noir (sans toutefois, semble-t-il, mettre cette idée en pratique dans ses propres œuvres !)⁶.



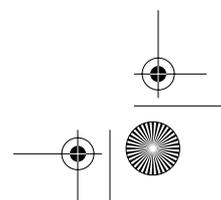
La lumière décomposée par la peinture

Revenons à Bovelles et à la relation qu'il établit entre Dieu, les anges et la lumière :

Puisque celle-ci [la substance de l'ange] est spirituelle, simple, incorporelle, transparente, diaphane, comme un nuage, elle transmet le rayon reçu de lumière divine à la créature venant après dans l'ordre descendant, l'homme, après l'avoir réfracté à l'obstacle d'un milieu étranger, l'avoir dispersé, détourné, dévié, mis de biais, obombré. Le petit nuage angélique est en effet ce milieu étranger qui, survenant entre Dieu et l'homme, réfracte [*frangitur*] le rayonnement de la lumière divine, écarte de l'homme les ardeurs et les feux haut placés du soleil divin, et obombre pour l'homme l'éclat divin⁷.

À l'époque, le phénomène de la réfraction de la lumière, dans son aspect géométrique, est connu ; la relation que l'on fait entre la réfraction et le changement de couleur est erronée, mais elle existe. Or, si l'on observe la représentation par Grünewald de Dieu le Père et de sa cour céleste, on remarque que la lumière semble exactement subir cette altération chromatique. Dans la *Nativité*, Dieu est comme un soleil jaune dont les zones les plus claires sont peintes avec des rehauts de blanc (figure 4). Tous les anges qui l'entourent sont dans des teintes orangées, voire rouges, et ils ont l'air, de fait, de capter les rayons (traces jaunes qui descendent vers la Vierge) qui changent de couleur lorsqu'ils passent sur eux. On passe ainsi du blanc au jaune puis au rouge, en « traversant » les anges/nuages.

La même idée permet d'expliquer l'apparence du linceul du Christ de la *Résurrection* (voir figure 3) : jaune, rouge puis bleu, pour la partie qui se trouve dans le halo, il (re)devient blanc au-delà. On peut donc imaginer que l'artiste a voulu représenter l'effet de la lumière sur ce tissu, lorsqu'il se trouve dans la source lumineuse (la *lux*,





c'est-à-dire la lumière pure, par opposition au *lumen*, qui est la lumière qui se propage, dans la conception médiévale de la lumière), en dégradant la couleur selon son échelle de clarté.

On pourrait donner bien d'autres exemples de la représentation de la lumière dans la peinture de Grünewald, comme la technique des *cangianti* – « effets changeants » – décrite par les théoriciens comme Cennini et utilisée ici par Grünewald dans les vêtements des anges, autre moyen pictural de mettre en évidence leur essence surnaturelle⁸.

Force est, en tout cas, de constater l'intérêt polymorphe des théoriciens de la peinture et des peintres eux-mêmes pour le phénomène lumineux, en relation avec les conceptions théologiques et physiques qu'ils se faisaient du monde dans lequel ils vivaient. Chez Grünewald, il en résulte un univers pictural où se mêlent matériel et immatériel, naturel et surnaturel, et où la représentation de la lumière permet de distinguer les essences des êtres mais aussi de révéler les relations qui les unissent⁹.

Notes

1. Charles de Bovelles, *Le Livre du Sage*, préface par Pierre Magnard, Paris, Vrin, 1982 ; édition et préface sur lesquelles je m'appuie.
2. Jonas Gavel, *Colour. A Study of its Position in the Art Theory of the Quattro- & Cinquecento*, Stockholm, Almqvist & Wiskell International, 1979.
3. Jacques Lafait et al. (dir.), *Lumière. Couleur. Dialogue entre art et sciences*, catalogue d'exposition, Paris, C2RME, 2005.
4. Cennino Cennini, *Le Livre de l'art*, traduction critique, commentaires et notes par Colette Déroche, Paris, Berger-Levrault, 1991, chapitre CL, p. 262-263 (c'est moi qui souligne).
5. Jonas Gavel, *Colour...*, *op. cit.*
6. Martin Kemp, *The Science of Art. Optical Themes in Western Art from Brunelleschi to Seurat*, New Haven et Londres, Yale University Press, 1990, p. 268.
7. Charles de Bovelles, *op. cit.*, p. 243-253.
8. De manière générale, la technique des *cangianti* est une technique de clair-obscur qui consiste à éclaircir avec une couleur autre mais « plus claire » et à assombrir avec une couleur autre mais « plus sombre », et non pas seulement avec du blanc ou du noir – une conception que sous-tend encore une fois l'échelle de clarté classique.
9. Pour une version scientifique plus complète, je renvoie à mon article : « Couleur, lumière, matière. Une contribution à l'étude de la couleur dans l'œuvre de Grünewald », *Technè*, 26, 2007, p. 7-19.





La culture médiévale de la lumière

LA CULTURE MÉDIÉVALE DE LA LUMIÈRE

Colette Manhes-Deremble (1970 L)

Professeur émérite à l'université de Paris Ouest-Nanterre-La Défense en histoire de l'art du Moyen Âge, elle est agrégée de lettres classiques, et a soutenu une thèse d'histoire sur la manière dont la société des années 1200 se reflétait dans l'écriture des vitraux de la cathédrale de Chartres.



Catherine Vincent (1976 L)

Elle a enseigné à l'université de Rouen puis de Paris I et a été chargée pendant deux ans (1983-1984) de la bibliothèque de l'ENS du boulevard Jourdan, avant la fusion des deux écoles. Elle est actuellement professeur d'histoire médiévale à l'université de Paris Ouest-Nanterre-La Défense.



La compréhension de la « culture médiévale de la lumière » se fonde sur deux observations qui relèvent des champs de l'expérience humaine situés aux antipodes, mais plus complémentaires qu'opposés : d'un côté les contraintes d'un monde où la lumière artificielle est rare et coûteuse ; de l'autre, une conception métaphysique qui parle de Dieu en termes de lumière et envisage le salut notamment comme une « illumination ».

Contraintes matérielles et conceptions métaphysiques

L'expérience quotidienne de la rareté de la lumière artificielle n'est pas propre au monde médiéval ; elle est partagée par toute la période qui, dans l'histoire humaine, a précédé l'invention de l'électricité et, encore de nos jours, par toute société qui n'a pas la disposition facile de cette source de lumière. Les moyens de trouver l'obscurité sont alors rares et coûteux. Il s'agit soit de lampes à huile, soit de luminaires en bois ou en métal qui supportent des pièces de matières inflammables. Du nombre des foyers et de la qualité du combustible dépendent le rayonnement lumineux et le confort que celui-ci apporte. Les graisses animales comme le suif sont fumigènes et malodorantes, tandis que les lumières raffinées, qui sont recommandées pour le culte





La lumière

et utilisées par les puissants, proviennent de la cire d'abeille et de l'huile d'olive. « Vivre aux torches » est un luxe que seuls peuvent se permettre les plus grands, tel le duc de Bourgogne, Philippe le Bon, ou le frère le Charles VI, Louis d'Orléans, auquel cette ostentation a été reprochée par ses détracteurs : elle lui faisait suivre un rythme de vie contre nature... Si tous n'avaient pas l'expérience quotidienne de la profusion lumineuse, en revanche, chaque famille, chaque « feu » comme les nomment les recensements fiscaux, savait entretenir les braises dans la cheminée et moucher la mèche d'une lampe ou d'une chandelle pour produire une flamme longue et éclairante. Une pratique familière sur laquelle a pu s'appuyer le discours théorique.

Le langage chrétien, dont la culture médiévale tient ses représentations du monde, fait un large usage du vocabulaire lumineux. Prières et œuvres spirituelles usent de la métaphore pour traduire l'expérience de la divinité, celle de sa manifestation comme celle de l'union avec elle. La littérature hagiographique, si présente dans la culture médiévale, fait chorus : les théophanies et les apparitions d'un personnage céleste (anges, Vierge Marie, saints) sont environnées d'une irradiation lumineuse dont il est dit qu'elle est incomparablement plus intense que celle du soleil le plus brûlant. Il n'est pas jusqu'à l'Esprit saint qui ne soit célébré par des images de lumière, sous la plume du poète Adam de Saint-Victor († v. 1150), dans ses stances :

Lumière aimée, lumière claire
Des ténèbres intérieures,
Tu fais fuir l'obscurité.

De telles images se fondent sur des références scripturaires, dont la plus célèbre ouvre le prologue de l'Évangile de Jean, dans lequel le Christ est présenté comme la « lumière du monde ». Mais la lumière encadre aussi le corpus biblique, depuis sa création, rapportée dans la Genèse, jusqu'à son règne éternel, évoqué par la cité céleste, scintillante, dans l'Apocalypse. À cet élément majeur, s'ajoute la référence néoplatonicienne qui irrigue la pensée chrétienne dès ses origines : l'initiation chrétienne n'a-t-elle pas été pensée en termes d'« illumination baptismale » ?

L'appropriation d'un signe

C'est au cœur du cérémonial religieux que le lien va s'opérer entre les conceptions métaphysiques dont la maîtrise n'appartient qu'à une élite et la culture des « simples gens ».

Les usages liturgiques, dont les clercs demeurent les concepteurs et les principaux acteurs, sont plus familiers aux laïcs qu'on le croit. Or ils n'ont cessé de faire une place de plus en plus importante aux signes lumineux. Au fil de l'année, se succèdent





La culture médiévale de la lumière

notamment le cérémonial de la veillée pascale, qui voit la production du feu nouveau et l'allumage solennel du Cierge pascal ; la très populaire messe de la Chandeleur, fête de la Présentation du Christ au Temple, ainsi nommée car elle s'ouvrait par une procession où tous les assistants portaient un cierge béni qu'ils conservaient ensuite par-devers eux ; la fête de l'anniversaire de la dédicace des églises, durant laquelle douze petites torches étaient allumées sur les piliers ou les murs de l'édifice, de manière à figurer la « lumière des hommes apostoliques » dont le clergé assurait la succession. L'administration de plusieurs sacrements en vint à être accompagnée d'un signe lumineux : les plus célèbres sont le cierge du baptême et le cierge mis entre les mains des mourants, qui n'est autre que le cierge de la Chandeleur.

Ce dialogue lumineux instauré entre le Ciel et la Terre est renforcé par le discours pastoral qui en explicite le sens. Les sermons de la Chandeleur expliquent ainsi que le cierge tenu en mains signifie la double nature du Christ, nature humaine, figurée par la cire et nature divine, par la flamme ; de même, la droiture de l'action, qui éclaire les frères et dont l'intention est enfouie dans le secret de la conscience, comme la mèche dans la cire. Pour sa part, le mystère de la présence infiniment répétée du Christ dans les espèces eucharistiques est rapproché du phénomène de la démultiplication des foyers lumineux allumés à une seule flamme, laquelle ne perd cependant rien de son intensité...

Un discours polysémique : religieux, social et politique

Le propos a été entendu, si l'on en juge par les multiples initiatives lumineuses dont témoignent les sources. Les formes d'une large appropriation sociale du signe sont d'autant plus aisément compréhensibles que le luminaire, tout en se trouvant au cœur du dispositif liturgique chrétien, était chargé d'une moindre sacralité que les reliques ou les espèces eucharistiques. Le sens qui lui a été donné a largement débordé la sphère du religieux, pour acquérir une dimension sociale et politique, dont la portée reste étroitement dépendante de sa valeur spirituelle et culturelle.

Signe divin, le luminaire a servi de médiation concrète pour faire comprendre la présence du Dieu chrétien. Il accompagne, sous la forme de la « torche à lever Dieu », le nouveau geste de l'élévation de l'hostie consacrée, introduit durant la célébration eucharistique à partir du XIII^e siècle. Il sert aussi, par son abondance savamment dosée, à distinguer les degrés de solennité des célébrations. Rien d'étonnant à ce que le jour le plus éclairé ait été celui de Pâques. Mais quelle différence entre la quantité des luminaires prévus à cette occasion et celle des dimanches ordinaires, bien sombres. Les dons des clercs, comme des laïcs, ont contribué à financer ces dépenses dans les paroisses ou les cathédrales.





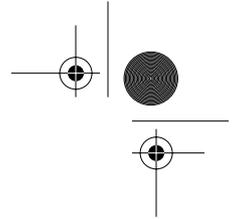
Signe de communion, le luminaire a accompagné de nombreuses prières. La vente des cierges de toutes les tailles constituait un commerce lucratif, implanté aux portes des églises et surveillé par les clercs qui le confiaient en général à des femmes. Alors que les humbles fidèles déposaient un maigre fil de cire devant statues ou reliquaires, rois et princes offraient des colonnes d'un poids de plusieurs dizaines de livres, décorées à leurs armes, afin que le donateur soit aisément identifiable. Le mécène tenait à afficher ainsi son soutien à tel sanctuaire et, par-delà, ses liens politiques avec le royaume où celui-ci était situé, comme ce fut le cas pour le roi de France à Saint-Jacques-de-Compostelle.

Signe d'honneur, le luminaire devint enfin un élément majeur de la distinction sociale dont les rois surent user pour se présenter à leur peuple irradiés de lumière, sans en être encore la source, comme au temps du « Roi Soleil ». Si le fait peut déjà s'observer au travers des offrandes déposées devant les tombeaux et les images des saints, il éclate de manière encore plus manifeste lors des funérailles et des cérémonies de commémoration des défunts. Laissée à l'appréciation des fidèles, en fonction de leurs moyens et de leurs souhaits, la pompe funèbre a donné lieu, à la fin du Moyen Âge comme à d'autres époques, à des formes ostentatoires dans lesquelles le luminaire n'est pas en reste. Les torches, portées par des pleurants, figuraient dans les cortèges qui escortaient la dépouille funèbre. Les églises étaient rehaussées de cierges lors de la célébration de la messe de funérailles, au point que leurs vitraux étaient parfois déposés afin d'éviter leur explosion sous la pression des flammes ! La dépouille pouvait être surmontée d'une « chapelle ardente », construction temporaire en bois, hérissée de multiples petites chandelles. Mais le luminaire ne s'éteignait pas avec la fin des funérailles : il revenait éclairer le tombeau pour la célébration de la messe au jour anniversaire du décès. Preuve de ce qu'il représentait aux yeux des médiévaux, le signe lumineux fut supprimé de leurs funérailles par certains testateurs animés d'un esprit de dépouillement. En revanche, en signe de solidarité avec les plus faibles, qui n'avaient pas les moyens de financer les cierges de leurs funérailles, si modestes soient-ils, les confréries qui présidaient à la cérémonie les leur fournissaient, quand ce n'étaient pas les paroisses qui, comme en Angleterre, réutilisaient à cette fin les restes de cire du Cierge pascal de l'année écoulée. Le Moyen Âge a su faire des économies de bouts de chandelles...

Capter la lumière : l'obsession de l'architecture médiévale

Dans ce contexte à la fois de contraintes matérielles d'une lumière chère et rare, et de désir spirituel de lumière comme désir de Dieu lui-même, on ne s'étonnera pas que le Moyen Âge ait mené dans l'art une recherche passionnée pour capter et transfigurer la lumière : l'église, figure de la Jérusalem céleste doit être irradiée de lumière. C'est





La culture médiévale de la lumière

l'objet de la quête technique confiée aux architectes : leur mission est de trouver les moyens de trouer de plus en plus largement les murs des édifices pour transformer l'église en cage de verre : la Sainte-Chapelle de Paris, au milieu du XIII^e siècle, est l'aboutissement de cette recherche architecturale qui appartient en propre au monde occidental, le monde chrétien orthodoxe préférant confier à la peinture murale le soin d'éclairer spirituellement la communauté priante.

L'usage du verre est alors investi d'une signification mystique proche de l'alchimie : la cendre et le sable, dont est fait le verre, ne sont-ils pas les résidus les plus ternes et inertes d'une matière réduite en grains ou poussières, que le feu va transformer en paroi vivante et translucide susceptible de repousser à l'extérieur le « mal » des intempéries et d'accueillir à l'intérieur l'éclat de la lumière ?

Le vitrail : lumière, couleur et parole

Le Moyen Âge a poussé plus loin encore sa recherche en faisant que la lumière naturelle arrive dans l'édifice filtré par une mosaïque de couleurs reconstituant le spectre de l'arc-en-ciel, signe de l'alliance de Dieu à l'humanité selon la Genèse, et transformant la fenêtre en pierres précieuses, celles mêmes qui ferment les portes de la Jérusalem céleste décrite dans l'Apocalypse. Le verre est coloré dans la masse par adjonction d'oxydes métalliques à la matière en fusion, en sachant que la couleur varie en fonction non seulement de la qualité des oxydes colorants, de la durée et de la température de la cuisson, de l'épaisseur du verre, mais aussi de l'emplacement de l'exposition au soleil du couchant, du midi ou du Nord, dont les rayons plus ou moins chargés en ultraviolets ravivent, exaltent ou estompent les alliances chromatiques, enfin du jeu des proximités des couleurs les unes par rapport aux autres et par rapport à la lumière, le bleu étant utilisé plus largement au Nord pour ses propriétés irradiantes, le rouge au Sud pour ses qualités filtrantes. Le bleu est obtenu à l'aide de cobalt, matériau rare et recherché, difficile à traiter, acheminé non sans difficultés de Chine ou de Germanie. Broyé avec du fer, du cuivre, de l'antimoine, du nickel, on en obtenait toute une gamme de tonalités. Clair et presque blanchi par la grande quantité de bulles d'air au XII^e siècle, il se fera plus dense et violacé au XIII^e siècle par l'ajout d'oxyde de manganèse. Le jaune est obtenu par un mélange d'oxyde de fer et de manganèse. La couleur verte est due à l'oxyde de fer contenu dans le sable et les cendres. Le verre pourpre est coloré par l'oxyde de manganèse extrait de cendres végétales. Au XII^e siècle le verre blanc est peu employé et a toujours des nuances verdâtres.

Plus loin encore que ce travail savant du jeu de la lumière sur la couleur, le vitrail permet à la lumière incréée de tracer sur les murs de l'église les textes mêmes de la Parole de Dieu : le vitrail dessine des récits, paraboles, vies du Christ, de la Vierge ou





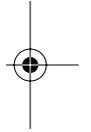
La lumière

des saints. La peinture murale peut se lire à l'aide d'un éclairage artificiel, pas le vitrail, œuvre humaine que seule la lumière naturelle permet de déchiffrer.

Bibliographie

Colette Deremble, *Vitraux de Chartres*, Paris, Zodiaque, 2003.

Catherine Vincent, *Fiat Lux : lumière et luminaires dans la vie religieuse du XIII^e au XVI^e siècle*, Paris, Le Cerf, « Histoire religieuse de la France n° 24 », 2004.





LUMIÈRE ET MATIÈRE

LES ÉTRANGES PROPRIÉTÉS DE LA LUMIÈRE QUANTIQUE

Claude Fabre (1970 s)

Laboratoire Kastler-Brossel, département de physique de l'École normale supérieure et université Paris VI-Pierre-et-Marie-Curie.



La lumière est peut-être le phénomène physique le plus directement accessible à l'expérience des hommes. Mais c'est un phénomène complexe, dont la nature exacte est difficile à cerner. L'histoire de la lumière a été esquissée à grands traits dans le texte de Bernard Cagnac (dans ce numéro de *L'Archicube*). Rappelons-en quelques épisodes : en 1865, Maxwell fait la découverte stupéfiante que la lumière est une onde en oscillation extrêmement rapide des champs électrique et magnétique. En 1905, Einstein, s'appuyant sur le fait que la lumière possède les mêmes propriétés thermodynamiques qu'un gaz de particules ponctuelles, arrive à expliquer certains phénomènes, comme l'effet photoélectrique, qui échappaient à l'explication par les ondes électromagnétiques. Comment concilier le photon d'Einstein et l'onde de Maxwell ? C'est à cette tâche que se sont attelés les physiciens du XX^e siècle. Ils ont développé une théorie, appelée pompeusement « électrodynamique quantique », qui permet de rendre compte de manière unifiée de ces deux aspects des phénomènes lumineux. Ils ont aussi accumulé un ensemble impressionnant d'observations expérimentales permettant de caractériser de plus en plus finement les propriétés quantiques de la lumière. Cet article se propose de décrire quelques propriétés « étranges » de la lumière révélées par des expériences récentes. Il permettra ainsi au lecteur de se faire une meilleure idée de la nature profonde de ce phénomène physique si essentiel.

La lame semi-réfléchissante : un instrument anodin révélateur de nombreuses propriétés quantiques

Commençons par un exemple très simple, tirée de l'expérience quotidienne : la surface d'une vitre est capable à la fois de transmettre et de réfléchir la lumière ; en





La lumière

regardant par la fenêtre d'un train le soir, on voit aussi bien le paysage que son voisin de compartiment. Grâce à des traitements appropriés déposés sur la surface du verre, on peut faire en sorte que l'intensité de la lumière transmise par la face supérieure de la lame soit égale à celle de la lumière réfléchie, et qu'il n'y ait aucune réflexion sur la face inférieure : on a ce qu'on appelle une « lame semi-réfléchissante », utilisée dans un grand nombre de dispositifs optiques. Son fonctionnement est facile à comprendre dans l'approche de Maxwell : l'onde lumineuse incidente se scinde à la surface de la lame en deux ondes d'égale amplitude, qui sont alors strictement identiques entre elles. Qu'en est-il dans l'approche corpusculaire ? Le photon, au contact de la lame, ne peut pas se « couper en deux », car son essentielle propriété est d'être insécable : c'est un « atome de lumière » au sens étymologique. Il se dirige donc ou bien dans la direction transmise ou bien dans la direction réfléchie, avec des probabilités égales : on voit donc que le photon d'Einstein conduit nécessairement à une description probabiliste des phénomènes. On va donc s'intéresser dans ce point de vue à des grandeurs statistiques, comme la valeur moyenne, la variance ou l'écart type, ainsi que les corrélations qui peuvent exister entre deux quantités fluctuant de manière aléatoire.

Regardons maintenant les choses d'un peu plus près en utilisant des détecteurs plus performants, capables de mesurer les variations aléatoires instantanées de l'intensité lumineuse. Si l'on met ce type de détecteur sur le trajet d'un faisceau lumineux le moins fluctuant dont on disposait jusque dans les années 1980, celui d'un faisceau laser, on mesure des fluctuations non nulles, appelées « bruit quantique », dont l'écart type croît avec l'intensité du laser. Cette observation est simple à expliquer en termes de photons : l'arrivée aléatoire des grains de lumière produits par le laser sur le détecteur crée un signal fluctuant, appelé « bruit de grenaille ». Elle l'est aussi en termes d'ondes : on sait qu'en mécanique quantique les quantités comme la position et la vitesse d'une particule sont des grandeurs dont la mesure donne en général des résultats fluctuants, dont seules les propriétés statistiques sont prédictibles. En ce qui concerne la lumière, la théorie quantique montre que l'amplitude et la phase (c'est-à-dire la position exacte de l'oscillation sur l'axe des temps) de l'onde lumineuse sont aussi des grandeurs fluctuantes. Il se trouve que dans un laser, les fluctuations de l'amplitude de l'oscillation ont un écart type constant. Il est alors facile d'en déduire que les fluctuations de l'intensité de la lumière, proportionnelles au carré de l'amplitude, ont bien les propriétés observées.

Coupons maintenant le faisceau lumineux F_1 en deux grâce à notre lame semi-réfléchissante, et mesurons chacun des faisceaux produits F_A et F_B à l'aide de nos détecteurs performants D_A et D_B (figure 1). On observe que les intensités des deux faisceaux sont égales en moyenne, mais pas en valeur instantanée. Il subsiste sur la





Les étranges propriétés de la lumière quantique

différence un bruit d'autant plus grand que le faisceau incident F_1 est intense. Ici aussi l'interprétation corpusculaire est simple : les photons sont aléatoirement distribués par la lame semi-réfléchissante entre les faisceaux réfléchis et transmis. Ils n'ont donc pas exactement la même distribution statistique dans les faisceaux F_A et F_B , et ne produisent donc pas des fluctuations strictement identiques sur les deux détecteurs. L'interprétation ondulatoire est plus subtile dans ce cas. *A priori* toute onde incidente, constante ou fluctuante, est scindée en deux ondes strictement identiques par la lame : les fluctuations mesurées sur les deux détecteurs devraient donc être identiques. Mais il ne faut pas oublier que la lumière arrivant sur nos deux détecteurs a deux origines possibles : le faisceau laser incident F_1 évidemment, mais aussi son « image » F_2 dans le miroir constitué par la lame semi-réfléchissante. Les opticiens savent depuis longtemps qu'un phénomène d'interférence se produit si on envoie simultanément deux ondes de même intensité sur les deux voies d'entrée d'une lame semi-réfléchissante : si les oscillations des ondes F_1 et F_2 sont en phase, toute la lumière part dans la direction de F_A , si elles sont en opposition de phase, toute la lumière part dans la direction de F_B : c'est le principe de base de l'interféromètre de Michelson, rendu célèbre par son rôle important dans la genèse de la théorie de la relativité. Dans l'expérience présente l'onde F_2 est à première vue nulle. En fait ce n'est pas tout à fait exact : la théorie quantique de la lumière montre qu'un champ nul à tout instant n'existe pas. Lorsqu'on éteint toutes les sources lumineuses, il subsiste un champ fluctuant de valeur moyenne nulle, mais d'écart type non nul. Les fluctuations de ce qu'on est en droit d'appeler l'obscurité totale sont qualifiées par les physiciens de « *fluctuations du vide* ». Ces fluctuations existent inévitablement sur le faisceau F_2 . Leur mélange avec l'onde F_1 va produire des interférences variables qui rompent l'égalité stricte entre les deux faisceaux de sortie, ce qui explique le bruit résiduel existant sur la différence des signaux mesurés sur les deux voies. Cette expérience simple permet ainsi de révéler l'existence des fluctuations du vide, qui constituent, après l'existence des quanta de lumière, la deuxième caractéristique majeure de la lumière quantique.

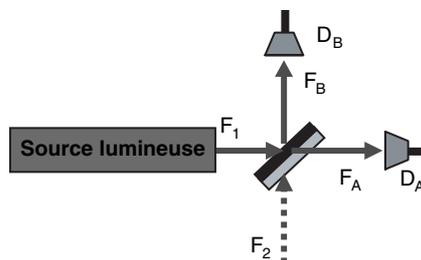


Figure 1



Maîtriser les fluctuations quantiques de la lumière

À partir des années 1980, les physiciens, et notamment ceux du Laboratoire Kastler-Brossel de l'École normale supérieure, ont réussi à produire des sources de lumière aux noms étranges dont les fluctuations quantiques sont dans une certaine mesure maîtrisées : des « lasers sub-poissoniens » dans lesquels les photons sont ordonnés temporellement et non plus aléatoirement répartis, des couples de « faisceaux jumeaux » dont les fluctuations d'intensité sont fortement corrélées, du « vide comprimé » possédant des fluctuations inférieures à celles du vide. Mais en mécanique quantique, on ne peut réduire impunément les fluctuations quantiques : on finit par se heurter à une barrière infranchissable, liée au fameux principe d'incertitude de Heisenberg. On sait que celui-ci impose une limite inférieure au produit des écarts types des fluctuations de position et de vitesse d'une particule matérielle. Ce principe implique donc qu'on ne peut pas réduire à l'infini simultanément les fluctuations de ces deux quantités. Si on prépare la particule dans un état où les fluctuations de position sont réduites par exemple, on observera alors nécessairement pour le même état un accroissement des fluctuations dans les mesures de vitesse. Position et vitesse sont des grandeurs dites complémentaires, et les lois de la Nature nous interdisent de connaître simultanément de manière parfaite ces deux quantités. Il en est de même pour les variables caractérisant la lumière : par exemple, phase et intensité de l'onde s'avèrent être des grandeurs complémentaires au sens de la mécanique quantique. Il en résulte qu'un laser sub-poissonien dont les fluctuations d'intensité sont extrêmement petites aura des fluctuations de phase extrêmement importantes.

Les fluctuations quantiques de la lumière constituent une limite à l'amélioration de la précision des mesures optiques. Réduire ces fluctuations permet donc de faire des mesures optiques encore plus précises. Mais la difficulté des expériences permettant une telle réduction constitue un obstacle à la mise en œuvre de ces méthodes dans des applications pratiques. À l'heure actuelle existent dans le monde plusieurs interféromètres extraordinairement sensibles de plusieurs kilomètres de long dont le but est de détecter les ondes gravitationnelles, c'est-à-dire les infimes ébranlements induits sur terre par de lointaines supernovas. À leur niveau actuel de développement, les fluctuations quantiques de la lumière leur interdisent de détecter des ébranlements d'amplitude inférieure à 10^{-18} m (un millième de la taille d'un noyau d'atome !). Ces interféromètres n'ont pour l'instant observé le passage d'aucune onde gravitationnelle. C'est la raison pour laquelle les chercheurs mettent en ce moment au point des dispositifs de réduction du bruit quantique adaptés à ces interféromètres pour abaisser encore leur limite de détectivité.



Les étranges propriétés de la lumière quantique



Corrélations entre mesures quantiques distantes

Nos détecteurs lumineux mesurent exactement la valeur instantanée de l'intensité d'une onde, mais ils ont l'inconvénient de détruire le faisceau qu'ils mesurent. Comment faire en sorte que le faisceau mesuré soit utilisable pour d'autres expériences ? Pour répondre à cette question, il nous faut revenir à notre lame semi-réfléchissante. S'il n'y avait pas de fluctuations quantiques de phase et d'intensité, les deux ondes de sortie F_A et F_B seraient strictement identiques. La mesure de l'intensité ou de la phase sur le faisceau F_B nous permettrait donc de connaître sans aucune incertitude l'intensité ou la phase du faisceau F_A sans avoir besoin d'interagir avec lui, donc sans le perturber. On appelle mesure non destructive ce type de mesure, basée sur l'existence de corrélations à distance entre grandeurs physiques.

Dans le cas de la lame semi-réfléchissante, l'existence des fluctuations quantiques limite évidemment la précision de ce type de mesure. Les physiciens ont imaginé des dispositifs plus complexes, basés sur des techniques d'optique non linéaire, permettant de produire à partir d'un faisceau incident F_1 deux faisceaux F_A et F_B appelés « clones » qui sont des reproductions les plus fidèles possibles du faisceau incident, et qui permettent de réaliser des « mesures quantiques non destructives » ou « QND » (figure 2). En effet la mesure de l'intensité de F_B permet de connaître la valeur instantanée de cette grandeur sur le faisceau incident F_1 tout en disposant encore du faisceau sortant F_A ayant la même valeur de ce paramètre. Il existe en mécanique quantique un théorème dit de « non clonage » qui interdit que cette réplique soit parfaite simultanément sur l'intensité et la phase de l'onde. Le dispositif de la figure 2 ne perturbe pas l'intensité de l'onde lorsqu'il la mesure. En revanche, la phase du faisceau F_A ne reproduit pas fidèlement la phase du faisceau incident F_1 , et ce d'autant plus fortement que le dispositif procure une mesure de grande précision sur son intensité.

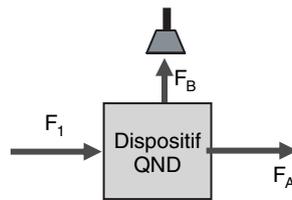


Figure 2

Les deux faisceaux lumineux F_A et F_B , une fois séparés peuvent se propager à grande distance. On peut par exemple envisager d'envoyer le faisceau F_A sur Mars. La mesure sur F_B effectuée au laboratoire va nous renseigner instantanément sur ce qu'un martien va mesurer sur F_B , avant que tout signal physique ait eu le temps de relier les deux planètes. Cette situation est étonnante mais non contraire aux lois de la physique même classique.



L'information procurée par la mesure sur terre a un caractère local, donc limité. Elle ne peut pas être utilisée pour agir instantanément sur le faisceau martien.

La situation devient plus paradoxale si le dispositif permet d'effectuer des mesures quantiques non destructrices à la fois de deux grandeurs complémentaires. Cette situation, qui semble à première vue interdite par le théorème de non clonage, a été considérée dès 1935 dans un article célèbre d'Einstein, Podolski et Rosen (que nous appellerons familièrement « EPR »). Leur article portait sur la mesure de positions et de vitesses, mais leur problématique se transpose immédiatement au cas de l'intensité et de la phase de la lumière. EPR ont montré dans leur article que la mécanique quantique ne s'oppose pas à l'existence de dispositifs dans lesquels il y a corrélation parfaite pour les fluctuations d'une variable, et anticorrélation parfaite pour les fluctuations quantiques de la variable conjuguée. De la même manière deux faisceaux lumineux ayant des fluctuations d'intensité corrélées et des fluctuations de phase anticorrélées ne sont pas strictement identiques. Ils échappent donc au verdict du théorème de non-clonage. Décrivons ici pour être plus concret une expérience récemment effectuée au laboratoire Kastler-Brossel. Notre équipe y a mis au point un dispositif appelé poétiquement « oscillateur paramétrique optique de type II dégénéré en fréquence » qui produit deux faisceaux lumineux F_A et F_B de lumière infrarouge dans un état que l'on qualifie d'« intriqué ». Nous pouvons mesurer aussi bien les intensités de ces faisceaux, que leurs phases, grâce à un appareillage plus complexe, de type interférométrique. L'intrication se manifeste par l'existence d'une très forte corrélation entre valeurs instantanées des intensités, et une très forte anticorrélation entre valeurs instantanées des phases. L'expérience, à cause de ses imperfections, ne permet pas d'obtenir des corrélations ou anticorrélations parfaites. Néanmoins ces (anti)corrélations permettent de réaliser une double mesure quantique non destructive : en mesurant l'intensité ou la phase du faisceau F_B on connaît sans incertitude l'intensité ou la phase du faisceau F_A . En outre les mesures effectuées sur le faisceau F_B ne perturbent pas le faisceau F_A , qui peut se propager à de très grandes distances du lieu où on fait la mesure sur F_B . On a donc réussi dans cette expérience à effectuer des mesures très précises à la fois de l'intensité et de la phase de F_B et cela sans le perturber.

Dans notre expérience, le produit des écarts types de ces deux mesures valait 0,4 fois la limite fixée par le principe d'incertitude ! EPR concluaient de cette possibilité de battre le principe de Heisenberg par des mesures par corrélation et anticorrélation que la mécanique quantique ne donnait pas une description complète de la nature. Nous reviendrons sur ce point dans le dernier paragraphe. Retenons pour l'instant que si ce type de mesure donne des résultats paradoxaux, il ne viole en aucune manière la lettre de la théorie quantique, car le principe d'incertitude ne s'applique pas à ce type de mesures, que les statisticiens appellent « mesures conditionnelles », effectuées en



Les étranges propriétés de la lumière quantique

utilisant les (anti)corrélations entre mesures distantes. Lorsqu'on mesure directement les fluctuations d'intensité et de phase du faisceau F_B , on trouve des écarts types dont le produit est, comme prévu, au-dessus de la limite de Heisenberg. Les pères fondateurs de la mécanique quantique n'ont donc pas de quoi se retourner dans leurs tombes. Ce type d'expériences, effectuées à la suite des suggestions d'EPR, a le mérite de mettre le doigt sur l'une des propriétés les plus étranges de la lumière quantique, et plus généralement sur les caractéristiques très inhabituelles des corrélations entre systèmes distants intriqués quantiquement.

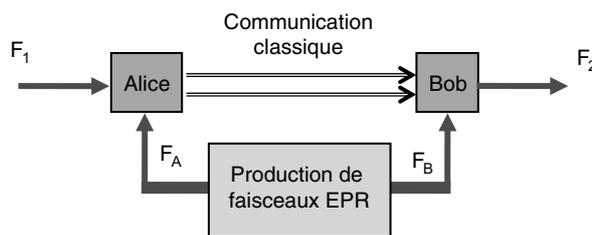


Figure 3

Ces corrélations ont une application intéressante, appelée « téléportation quantique », dont le nom évocateur a attiré l'attention des médias, et qu'il faudrait appeler plus proprement « fax quantique ». Il s'agit de reproduire exactement chez un opérateur appelé rituellement « Bob » un objet quantique inconnu manipulé par l'opératrice « Alice ». Il s'agit évidemment dans notre cas d'un faisceau lumineux incident F_1 . Le théorème de non-clonage, que nous avons déjà évoqué, interdit de produire une réplique exacte de F_1 tout en conservant ce faisceau. Notre fax doit donc détruire le document qu'il va transmettre à distance ! Sans entrer dans le détail de son fonctionnement, indiquons simplement ici que le téléporteur est basé sur deux ingrédients (figure 3) : l'utilisation de « faisceaux EPR » F_A et F_B tels que ceux qui sont produits dans notre expérience, et la transmission entre Alice et Bob, par des moyens classiques de type télécommunication, de résultats de mesures effectuées par Alice sur un mélange entre le faisceau à téléporter F_1 et un des faisceaux EPR F_A . Bob fabrique alors un faisceau de sortie F_2 en tout point identique à F_1 en modifiant le deuxième faisceau EPR F_B grâce aux informations envoyées par Alice par télécommunication.

Quelle est la nature de l'incertitude quantique ?

Revenons à la lame semi-réfléchissante. Une question a taraulé les physiciens tout au long du XX^e siècle : y a-t-il un mécanisme physique qui induit le corpusculaire à être transmis ou bien réfléchi par cette lame ? Newton, tenant de la conception corpusculaire, avait déjà réfléchi à cette question, et cherchait à comprendre ce qu'il appelait les « accès de facile réflexion » et les « accès de facile transmission ». Une explication



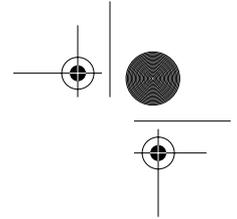
simple et plausible est la suivante : le photon transporte avec lui un paramètre, que nous appellerons p , qui le rend « transmissible » (si $p = 1$ par exemple) ou « réfléchible » (si $p = -1$). La source lumineuse ne fixe pas la valeur de ce paramètre : la moitié en moyenne des photons qu'elle produit transportent la valeur $p = 1$ du paramètre, et l'autre moitié la valeur $p = -1$.

L'introduction de ce type de paramètres, appelés « paramètres supplémentaires », ou « variables cachées », ramène l'incertitude quantique à une incertitude sur la préparation du système. C'est en ayant en tête ce type de description qu'EPR inféraient de leur discussion sur les corrélations entre systèmes distants que la mécanique quantique n'était pas complète. Si on prend au sérieux cette description, on peut même penser que, dans le futur, les physiciens apprendront à maîtriser encore plus la production des photons, et à ne produire que des photons de $p = 1$ par exemple, donc exempts de fluctuations quantiques.

En 1962, John Bell fit une prédiction stupéfiante. Il montra que l'hypothèse des variables supplémentaires transportées par les photons dans leur propagation entraîne l'existence de contraintes sur les corrélations entre mesures distantes du type de celles que nous avons étudiées dans le paragraphe précédent. Il démontra que les mesures de corrélation obéissaient dans ce cas à une inégalité, la fameuse inégalité de Bell. Il montra en outre que pour certains systèmes physiques et certains types de mesures, les lois de la mécanique quantique aboutissaient à une violation de cette inégalité.

Revenons à l'expérience EPR de la figure 3, révélatrice de très fortes corrélations quantiques : peut-on l'expliquer par des paramètres supplémentaires ? eh bien oui : si on suppose que les faisceaux lumineux entrant dans le dispositif optique ont des valeurs instantanées non maîtrisées mais bien définies qui se propagent et interfèrent dans le dispositif expérimental, on peut retrouver tous les résultats expérimentaux. Il faut simplement ne pas oublier d'attribuer des valeurs fluctuantes aux champs entrants nuls. Tout le mystère quantique est contenu dans l'existence de ces fameuses fluctuations du vide. Mais si on s'intéresse maintenant non pas à des corrélations entre mesures d'intensité ou de phase, mais à des mesures de corrélation sur la polarisation des photons, les choses sont différentes. On peut dans ce cas faire des mesures qui violent l'inégalité de Bell, et qui ne peuvent donc pas s'expliquer par des paramètres supplémentaires attachés aux photons et non maîtrisés. A. Aspect, de l'Institut d'optique d'Orsay, a été dans les années 1980 le pionnier de ce type de mesures, qui sont maintenant effectuées de manière routinière dans les laboratoires. Dans ce type d'expérience, l'étrangeté de la lumière quantique a franchi un nouveau cran : l'incertitude quantique γ est d'une autre nature, plus subtile. Les systèmes intriqués du type EPR ne peuvent pas être décrits que par des paramètres locaux, mais seulement par





Les étranges propriétés de la lumière quantique

des objets mathématiques globaux, non locaux, qu'on ne peut pas séparer entre partie relative au système A et partie relative au système B. L'inadéquation du modèle des paramètres locaux supplémentaires implique aussi qu'il faut abandonner l'espoir de maîtriser l'incertitude quantique, et de créer des faisceaux lumineux qui seraient par exemple complètement transmis à travers une lame semi-réfléchissante. Pour paraphraser Einstein, Dieu joue effectivement aux dés (ou plus exactement à pile ou face) pour montrer aux photons leur voie en sortie de la lame réfléchissante, et il n'y a pas moyen de l'inciter à tricher !



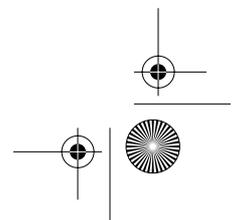
L'incertitude quantique : une limitation, mais aussi un atout

Faut-il pour autant se lamenter sur le caractère irréductiblement incertain, imprédictible, voire flou, du monde dans lequel nous vivons ? Il faut d'abord avoir à l'esprit que les incertitudes quantiques sont souvent extrêmement petites, accessibles uniquement dans des expériences délicates et de grande technicité. Il faut aussi souligner qu'il existe de nombreuses quantités qui ne sont pas affectées par ces fluctuations : l'énergie d'un système isolé comme celle d'un atome en est un exemple. On effectue maintenant, notamment au laboratoire Kastler-Brossel de l'ENS, des mesures d'énergies dans l'atome d'hydrogène avec une précision extraordinaire, de l'ordre de 10^{-12} en valeur relative, c'est-à-dire avec douze chiffres exacts ! Il faut enfin insister sur le fait que si on s'intéresse aux valeurs moyennes on a alors une évolution totalement déterministe, régie par l'équation de Schrödinger.

Mieux encore, on peut utiliser cette indétermination pour cacher de l'information : c'est le domaine très étudié actuellement de la cryptographie quantique, dans lequel la sécurité de la méthode de cryptage est assurée par les lois mêmes de la mécanique quantique, et où tout espion susceptible de décoder le message crypté est immédiatement détecté parce qu'il réalise une mesure, qui, même si elle est « quantique non destructive », perturbe inévitablement le faisceau lumineux, comme nous l'avons vu plus haut. De tels dispositifs de « distribution quantique de clé de cryptage » sont d'ores et déjà opérationnels et commercialisés.

Conclusion

Le but de ce bref exposé n'était pas de présenter de manière exhaustive les étonnantes propriétés de la lumière découvertes au cours du siècle dernier. Il a en particulier fait l'impasse sur les mesures effectuées par comptage de photons, et qui nécessiteraient à elles seules un autre article. Il a eu l'ambition de montrer, à travers quelques exemples, à quel point la lumière quantique est un phénomène étrange, beaucoup plus complexe qu'un simple faisceau de particules ponctuelles. Par la facilité relative avec laquelle on a accès à ses fluctuations quantiques, l'optique quantique constitue un terrain privilégié pour observer et caractériser en détail les propriétés les plus subtiles





du monde quantique. À la date où cet article est rédigé, toutes les observations effectuées, aussi étranges soient-elles, sont en accord avec les prédictions de la théorie quantique de la lumière, dont on est loin d'avoir fini d'explorer les phénomènes intéressants. Mais peut-être un jour lointain, peut-être demain, un chercheur observera un phénomène qui n'est pas explicable dans ce cadre. Il faudra alors chercher à englober la théorie quantique actuelle dans un modèle nouveau plus général. Avec celui de trouver des applications utiles pour l'homme, c'est l'un des rêves qui motive les physiciens dans leur exploration opiniâtre et tatillonne de la nature.

VOIR ET AVOIR UN PHOTON

Jean-Michel Raimond (1975 s)

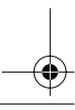
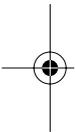
Université Paris VI-Pierre-et Marie-Curie, Institut universitaire de France, laboratoire Kastler-Brossel, département de physique de l'École normale supérieure.



L'idée que la lumière, loin d'être un phénomène ondulatoire continu, puisse être composée de grains d'énergie insécables – les photons – a été à l'origine de la physique quantique avec, comme le rappelle Bernard Cagnac dans ce numéro de *L'Archicube*, les travaux de Planck et d'Einstein sur le rayonnement, au tout début du XX^e siècle. Ils ont été le point de départ de l'une des plus belles aventures intellectuelles, culminant au milieu des années 1920 quand un petit noyau de physiciens travaillant autour de Bohr, à Copenhague, nous a donné les clés du monde microscopique, dans un cadre théorique d'une élégance rarement égalée.

La physique quantique décrit un monde contraire à notre bon sens classique, formé à l'aune des phénomènes macroscopiques. Elle permet, en particulier, à un système, d'être dans une « superposition d'états ». Une particule peut être ainsi en deux endroits *à la fois*. Il ne s'agit pas d'une simple incertitude statistique, liée à un manque d'information sur la position, mais bien d'une *même* particule qui se trouve dans deux positions différentes *simultanément*. Il est bien sûr très difficile de se représenter cette ubiquité quantique.

La superposition quantique est au cœur des interférences, bien connues en optique ondulatoire classique. Dans le dispositif le plus simple, celui de Young, une source éclaire un écran. On interpose entre eux un obstacle opaque percé de deux trous. On observe alors, sur l'écran, une alternance de bandes sombres et brillantes au lieu de la tache lumineuse uniforme à laquelle on pourrait s'attendre, et qu'on observe effectivement quand un seul trou est ouvert. Ces interférences prennent un sens nouveau



Voir et avoir un photon

en termes corpusculaires. Le photon, qui peut passer par deux chemins distincts entre source et écran, les emprunte tous deux *simultanément*. Il est suspendu entre deux réalités classiques différentes. Cette superposition est encore plus spectaculaire quand les interférences sont, comme dans des expériences récentes, réalisées avec des atomes ou de grosses molécules.

On touche du doigt, avec ces interférences, la difficulté conceptuelle de la mécanique quantique, dont les objets ne sont ni tout à fait des ondes, ni tout à fait des particules. Pour comprendre ces comportements contre-intuitifs, pour établir un lien entre les objets mathématiques du formalisme et les quantités mesurables, pour interpréter, en un mot, la toute jeune physique quantique, les pères fondateurs avaient recours à des expériences de pensée. Ils imaginaient pouvoir travailler avec un seul photon, un seul atome. Ils discutaient, dans des échanges restés célèbres, ce que serait le résultat de ces expériences, tout à fait impossibles techniquement alors.

Einstein et Bohr envisageaient de « peser » un photon (figure 1a) : ce photon, conservé dans une boîte couverte de miroirs parfaitement réfléchissants, change – par l'équivalence énergie-masse de la relativité – le poids de la boîte que l'on mesure avec un peson à ressort. On peut alors « voir » le photon et « l'avoir » au même instant.

La physique quantique, fondée sur ces expériences de pensée, est devenue la théorie la mieux vérifiée, avec le plus vaste champ d'applications, des constituants ultimes de la matière aux structures cosmologiques. Ses prédictions sont d'une précision inouïe, parfaitement vérifiées par les expériences.

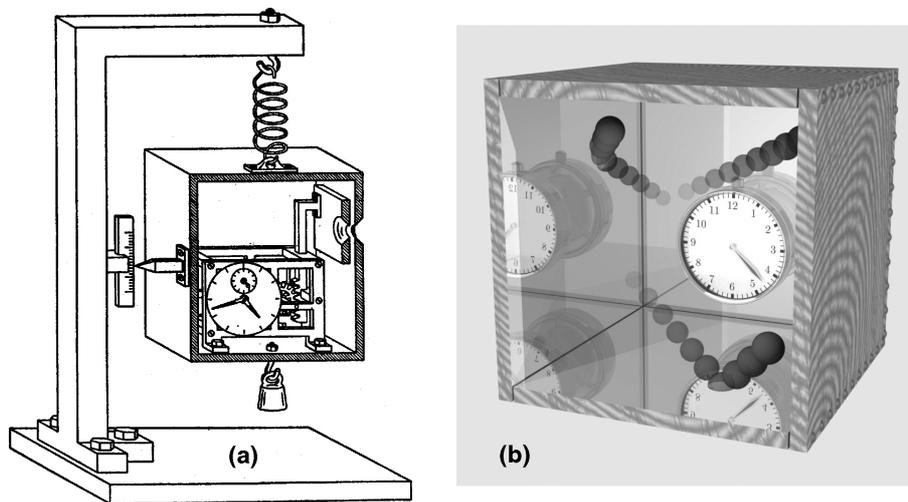


Figure 1 – Deux expériences de pensée.
a) Pesée du photon. b) Comptage sans absorption de photons.



Elle a conduit à de très nombreuses applications : des lasers aux circuits intégrés semi-conducteurs par exemple. Ces nouveaux outils ont permis des progrès expérimentaux considérables. Nous sommes maintenant, grâce à eux, en mesure de réaliser les expériences de pensée des fondateurs. Nous pouvons jongler avec des photons, des atomes uniques. Nous pouvons mieux comprendre le monde quantique et songer, aussi, à développer de nouvelles applications de l'étrangeté quantique.

Je décrirai ici l'une de ces « expériences de pensée réelles », réalisée récemment au Département de physique de l'ENS, dans le groupe de Serge Haroche. Elle consiste précisément à « peser » un photon. Nous verrons qu'elle illustre remarquablement quelques-unes des propriétés quantiques les plus fondamentales.

Voir un photon ?

L'objectif est de « voir » un photon sans le perdre, de le voir et de l'avoir en même temps. Beaucoup de détecteurs sont assez sensibles pour enregistrer la présence de photons individuels (notre rétine atteint presque cette limite). Mais cette détection s'accompagne toujours de la destruction du photon, dont l'énergie est convertie en un signal chimique ou électrique. Le photon, tel Phidippides, « meurt » en délivrant son message et ne peut être « vu » qu'une seule fois.

Cette destruction brutale n'est pas une exigence de la physique quantique qui autorise, en principe, des compteurs de photons parfaitement transparents. On pourrait, en les empilant, voir le même photon plusieurs fois. Ces « détecteurs invisibles » sont toutefois extrêmement difficiles à réaliser. Il faut des outils très particuliers pour y parvenir, ceux employés dans notre expérience.

En hommage aux pères fondateurs, je décrirai d'abord le principe de la détection « sans démolition » d'un photon unique comme une expérience de pensée (figure 1b) : les photons sont enfermés dans une boîte analogue à celle d'Einstein et de Bohr. En liberté, les photons ont en effet une fâcheuse tendance à se propager à la vitesse de la lumière (30 cm par milliardième de seconde). Pour voir deux fois le même photon, s'il se propage librement, il faut deux copies du détecteur ! Un seul détecteur suffit pour réaliser de nombreuses mesures successives, si on l'enferme dans la boîte avec le photon captif.

Dans la « boîte à photons », nous plaçons une horloge, entièrement faite de matériaux transparents. Elle n'absorbe pas la lumière, mais elle est conçue pour que le rythme de son tic-tac dépende du nombre de photons dans la boîte. Il suffit alors de lire périodiquement l'heure qu'elle indique pour « peser » le nombre de photons dans la boîte.

Une horloge mécanique – même faite de cristal –, une boîte de bois couverte de miroirs ne permettront jamais de voir un photon unique. Il nous faut des boîtes et des horloges bien particulières pour réaliser l'expérience.



Voir et avoir un photon



Boîtes et horloges

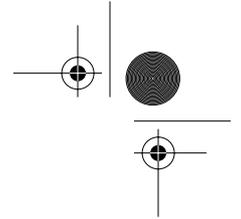
Conserver longtemps un photon dans une boîte n'est pas si facile ! Éternel en liberté, le photon souffre de l'enfermement. Il est facilement absorbé ou perdu sur les imperfections des miroirs.

Notre boîte est en fait une « cavité résonnante » : deux miroirs en forme de calotte sphérique qui se font face. Le photon « rebondit » entre ces miroirs, piégé sur une trajectoire géométriquement stable. Pour faire un bon miroir, on prend souvent un métal bon conducteur, comme l'argent ou l'aluminium. Mais, même avec ces métaux, un photon optique serait perdu au bout d'une centaine de réflexions. Les meilleurs conducteurs sont les supraconducteurs, qui n'offrent aucune résistance au passage d'un courant continu à très basse température, un effet remarquable dont la mécanique quantique nous a donné les clés. Ils restent d'excellents conducteurs, bien meilleurs que tous les métaux ordinaires, pour des champs micro-onde avec une fréquence de quelques dizaines de milliards d'oscillations par seconde – dix fois plus que dans les fours micro-onde – correspondant à une longueur d'onde de quelques millimètres.

Après de nombreuses tentatives, nous avons mis au point, en collaboration avec une équipe du CEA, une technologie complexe pour la fabrication de miroirs de niobium (un métal gris terne, mais bon supraconducteur). Leur état de surface doit être aussi parfait que leurs qualités supraconductrices (figure 2). Entre ces deux miroirs, d'un diamètre de 5 cm et distants de 3 cm, refroidis à 0,8 K (degrés absolus, c'est-à-dire $-272,35\text{ }^{\circ}\text{C}$), un photon micro-onde peut rebondir 1,1 milliard de fois, mille fois plus que ne le ferait un photon optique entre les meilleurs miroirs disponibles.



Figure 2 – Miroirs supraconducteurs.



On conserve le photon en captivité pendant 0,13 seconde en moyenne, un temps macroscopique (c'est l'ordre de grandeur du délai de nos réflexes). Pendant un temps aussi long, nous pourrions voir et revoir le photon.

Nos horloges sont aussi bien particulières. Elles sont constituées d'un seul atome. La mécanique quantique nous enseigne que l'énergie des atomes, comme celle du champ, est quantifiée. La position de ces « niveaux d'énergie » est une caractéristique de l'atome. Quand il passe d'un niveau à un autre, il émet ou absorbe un photon dont l'énergie est égale à l'écart entre les niveaux atomiques (voir *supra*, p. 9, le texte de Bernard Cagnac). Nous appellerons simplement « fréquence de transition » la fréquence du photon correspondant à la transition entre deux niveaux.

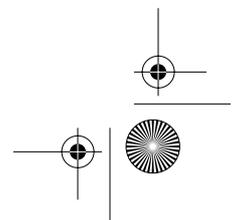
Nous plaçons l'atome dans des niveaux d'énergie, appelés « niveaux de Rydberg circulaires » qui sont très fortement couplés au rayonnement micro-onde. Nous faisons en sorte que la fréquence du photon dans la cavité soit un peu différente de celle de la transition entre deux de ces niveaux, que nous appellerons e (pour celui de plus grande énergie) et g . Par simple conservation de l'énergie, l'atome ne peut émettre, en passant de e à g , ni absorber de photon dans la cavité. En revanche, la fréquence de la transition entre e et g est très légèrement modifiée par la présence d'un photon.

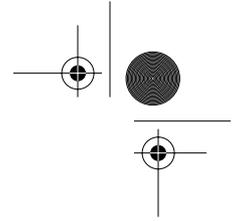
Cette modification (quelques milliardièmes en valeur relative) est détectable avec un interféromètre atomique sensible. Comme pour les photons de l'expérience de Young, nous faisons en sorte que les atomes, manipulés par des champs micro-onde auxiliaires, passent d'un niveau à un autre par deux chemins possibles. La probabilité pour les trouver finalement dans e ou g est sensible au très petit décalage de la fréquence de transition dans la cavité. La détection d'un atome dans un niveau ou l'autre (que nous pouvons réaliser avec une grande efficacité et un taux d'erreur très faible), équivalente à la lecture de l'heure sur l'horloge transparente de notre expérience de pensée, donne une information directe sur le nombre de photons dans la boîte.

Naissance, vie et mort d'un photon

Dans la situation la plus simple, la cavité contient zéro ou un photon. C'est le cas à l'équilibre thermique. Le fameux « rayonnement du corps noir », qui explique l'incandescence des corps chauffés, se résume à la température hyperboréenne des miroirs à 0,05 photon en moyenne dans la boîte. Le photon étant indivisible, la cavité est vide 95 % du temps. Apparaît de temps en temps, de façon aléatoire, un photon produit par les fluctuations thermiques résiduelles des charges. Ce photon reste là en moyenne 0,13 seconde avant d'être perdu.

Nous sondons la cavité par une série d'atomes. Nous ajustons les paramètres de l'interféromètre pour que ces atomes soient détectés dans g si la cavité est vide, dans e si elle contient un photon. La figure 3 présente une séquence expérimentale d'une





Voir et avoir un photon

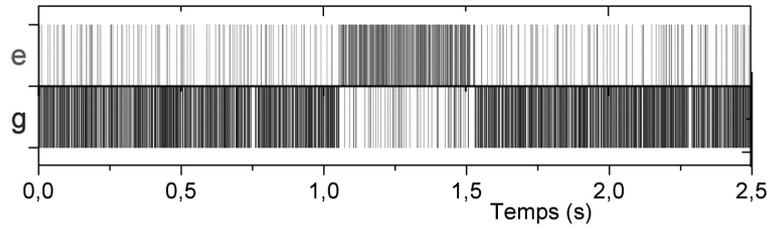


Figure 3 – Naissance, vie et mort d'un photon. Les états atomiques détectés pendant une séquence durant 2,5 secondes révèlent l'apparition soudaine et la disparition brusque d'un photon thermique dans la cavité.

durée de 2,5 secondes Un atome détecté dans e est représenté par une barre vers le haut ; une barre vers le bas dénote un atome dans g .

Dans toute la première partie de la séquence, une seconde environ, les atomes sont majoritairement dans g , indiquant une cavité vide (les quelques atomes dans e sont dus aux inévitables imperfections). Soudainement, la majorité passe à e . Ce changement de régime révèle la « naissance » d'un photon. Pendant plus d'une demi-seconde, il reste présent. Il interagit avec des centaines d'atomes qui, tous, révèlent sa présence. Il est « vu » 400 fois ! Après cette longue et riche existence, ce photon se perd, absorbé dans les miroirs ou diffusé hors de la cavité. Ensuite, la boîte restera vide, quelques secondes, jusqu'à l'apparition du prochain photon.

Ces apparitions et disparitions brusques de photons sont une manifestation spectaculaire des « sauts quantiques ». Le champ, soumis à des mesures répétées, n'évolue pas continûment. Il ne peut que sauter entre les résultats, nécessairement entiers, que donne une mesure du nombre de photons. C'est évidemment très différent de tout ce que prédit la physique classique.

Notre photon vécut plus d'une demi-seconde. Nous suivîmes la naissance, la vie et la mort de quelques milliers de photons au cours d'une longue nuit. Certains eurent une vie très brève, quelques centièmes de seconde. D'autres véquirent plus longtemps, quelques-uns seulement une demi-seconde ou plus. La durée de vie moyenne est de 0,13 seconde.

Qu'est-ce qui détermine la durée de la vie d'un photon ? Rien, ou plutôt le hasard. C'est l'une des propriétés essentielles de la physique quantique. Elle ne sait prédire, dans le cas général, que des valeurs moyennes, portant sur un grand nombre d'expériences réalisées dans des conditions identiques. Personne ne peut prédire *a priori* le résultat obtenu dans une mesure unique.

En ce sens, la physique quantique renonce au déterminisme absolu de la physique classique, qui veut que les effets puissent être prédits de façon certaine si les causes





sont connues. On peut, dans le monde quantique, préparer aussi soigneusement que l'on veut une mesure, on ne pourra jamais en prédire le résultat. Einstein, très attaché au déterminisme et à la causalité, n'aimait pas du tout que « Dieu joue aux dés » à chaque mesure. On voit pourtant, sur cet exemple particulier, que la Nature se comporte bien ainsi. Soulignons que cet indéterminisme fondamental n'empêche pas la physique quantique de prédire des quantités (moyennes) avec une précision phénoménale.

Compter jusqu'à sept

Nous savons distinguer entre zéro et un photon. Peut-on aller plus loin et compter réellement les photons dans notre boîte ? Nous avons pu compter de zéro à sept. Un progrès certain du point de vue de la physique, mais limité pour l'arithmétique.

L'expérience est plus complexe. On ne peut se contenter de l'information fournie par un seul atome, comme on peut le comprendre simplement. Un atome, détecté dans un niveau ou l'autre, fournit un bit d'information. Pour compter jusqu'à sept, il faut au moins trois bits (7, en base 2, s'écrit 111). Idéalement, on peut lire le nombre de photons en sondant la cavité avec trois atomes seulement.

Mais nos expériences ne sont pas idéales, et nous devons détecter une centaine d'atomes pour décider d'un nombre. Cela prend environ 0,026 seconde, un temps beaucoup plus court que la durée de vie moyenne des photons. En continuant à envoyer des atomes pendant une période assez longue, nous suivons l'évolution du nombre de photons, déterminé à chaque instant par la compilation des 100 détections atomiques précédentes.

Avant la mesure, nous injectons quelques photons dans la cavité avec une source électronique, un « laser micro-onde ». Cette source prépare un « état cohérent du champ ». Comme l'explique Claude Fabre dans son article : énergie et phase sont deux grandeurs quantiques complémentaires. L'énergie, c'est le nombre de photons. La phase est un angle, qui mesure à quel instant un phénomène oscillatoire passe par zéro. Des relations d'incertitudes de Heisenberg relient ces deux quantités. Si l'une est très bien déterminée, l'autre est très incertaine. Les états avec un nombre de photons et une énergie fixés ont une phase totalement indéterminée. Les états cohérents réalisent un compromis raisonnable, avec une phase et une énergie toutes deux assez bien déterminées, d'autant mieux que l'énergie est plus grande.

Dans l'état cohérent initial, le nombre de photons est donc incertain. En effectuant une première mesure, nous le fixons. Nous obtenons, aléatoirement (Dieu joue toujours aux dés) l'un des nombres possibles, entre zéro et sept. Après une première mesure, le nombre de photons est déterminé. Une seconde mesure devrait toujours donner le même résultat (si les photons ne se perdaient jamais).



Voir et avoir un photon

Nous abordons là une deuxième particularité de la physique quantique. La mesure change totalement l'état du système. Ici, le champ a initialement une énergie et une phase assez bien définies. Après la mesure, l'énergie est parfaitement déterminée (et la phase donc totalement incertaine). Cette modification radicale, irréversible de l'état du système, est souvent appelée « réduction du paquet d'onde ». Elle est totalement nouvelle par rapport à la physique classique, qui permet toujours de mesurer avec une précision arbitraire sans changer l'état du système. L'observation est loin, en physique quantique, d'être un acte anodin...

La figure 4 présente l'évolution dans le temps du nombre de photons dans une réalisation unique de l'expérience. Initialement, nous ne savons rien du champ. En 0,026 seconde environ, nous détectons 100 atomes et nous pouvons affirmer que la cavité contient 7 photons. Nous observons alors un palier, sur lequel nous détectons plus de 200 atomes. Nous avons, pendant ce temps, deux déterminations complètement indépendantes et concordantes du nombre de photons. Ensuite, ces 7 photons se perdent, inévitablement. Ils disparaissent de la cavité, un par un, dans une série de sauts quantiques qui la laissent finalement vide.

Une autre réalisation de l'expérience donne, lors de la première mesure, un nombre de photons déterminé aléatoirement par un « jet de dés de Dieu ». Là encore, la physique quantique ne sait prédire que la distribution de probabilité des nombres obtenus, mais pas le résultat d'une mesure individuelle. La séquence des sauts quantiques est tout aussi imprédictible.

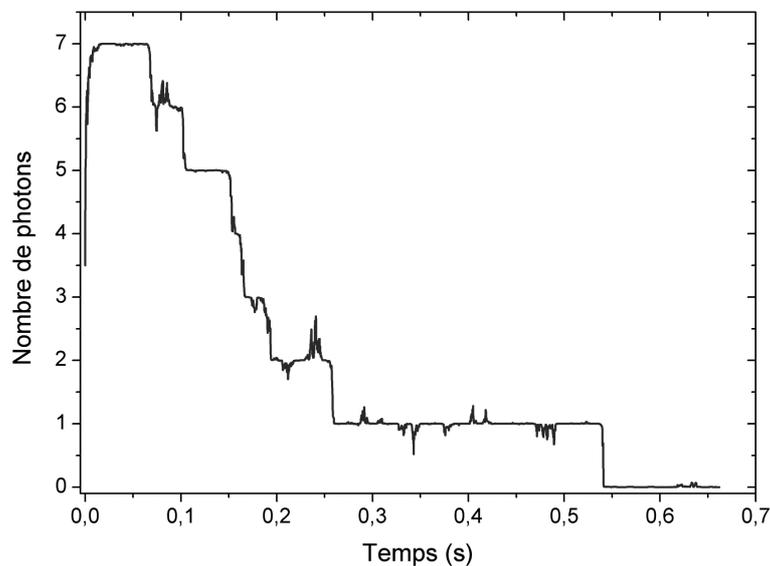
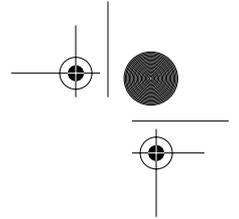


Figure 4 – Nombre de photons mesurés en fonction du temps dans une réalisation unique.



La mécanique quantique, comme la physique classique prévoient que l'énergie du champ doit s'amortir continûment, exponentiellement. Cette évolution douce est très différente des trajectoires en escalier comme celle de la figure 4. On la retrouve, avec une précision extraordinaire, en faisant la moyenne de quelques milliers de réalisations de l'expérience. Là encore, on saisit bien la différence entre les réalisations uniques d'expériences et les prédictions quantiques.

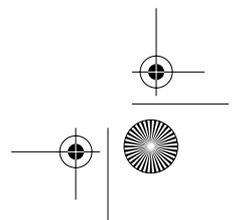
Conclusion

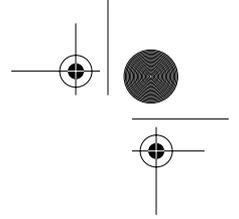
Les expériences que nous venons de décrire illustrent quelques-unes des propriétés essentielles de la mesure quantique. Leur résultat est le plus souvent quantifié : l'énergie dans une boîte à photons est un multiple de celle d'un photon. La mesure quantique est incertaine : lors de la première mesure, nous ne pouvons connaître le nombre de photons que nous allons trouver. Dieu « joue bien aux dés », n'en déplaise à Einstein. La mesure quantique change l'état du système, d'une façon radicale et irréversible : un nombre de photons incertain est rendu certain par une première mesure. Enfin, les lois de probabilité d'apparition des résultats possibles et les valeurs moyennes observées sur un grand nombre de mesures sont parfaitement bien prédites par la théorie quantique.

Que nous apprennent ces expériences ? D'abord, elles confirment de façon éclatante notre compréhension quantique du monde microscopique. Il est assez remarquable que ce bel édifice intellectuel résiste parfaitement à la réalisation des expériences de pensée qui l'ont fondé. C'est une preuve extraordinaire de sa cohérence. Ensuite, ces expériences contribuent à nous familiariser avec les bizarreries quantiques. Avec bien d'autres expériences réalisées dans le monde entier avec des photons, des atomes, des ions, voire des circuits supraconducteurs, elles sauront peut-être trouver la voie des manuels de physique quantique.

D'un point de vue pratique, notre mesure prépare des états quantiques « exotiques » avec un nombre de photons bien précis, très différents des états cohérents rayonnés par les sources classiques. Comment ces états survivent-ils quand leur taille devient « classique ». Sont-ils plus fragiles que les états classiques ? Leur étude permettra d'explorer la frontière entre le monde quantique et le monde classique.

Enfin, ces expériences ouvrent la voie à tout un nouveau champ d'applications, celui de l'information quantique, auquel Claude Fabre fait allusion dans ce numéro. L'idée est d'utiliser les propriétés de la superposition et de la mesure quantiques pour de nouvelles fonctions de traitement d'information. Cryptographie, téléportation, ordinateurs quantiques sont des applications directes des propriétés étranges que nous venons de discuter. Nos expériences réalisent des prototypes de ces systèmes.





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection



LA LUMIÈRE DES IMAGES : LANTERNE MAGIQUE ET ARTS DE PROJECTION ¹

Ségolène Le Men (1973 L)

Agrégée de lettres et docteur d'État, M.A. Harvard University, 1976 et ancienne directrice des études littéraires à l'ENS, elle est professeur d'histoire de l'art à l'université Paris Ouest-Nanterre La Défense, membre de l'Institut universitaire de France et responsable de l'équipe « Histoire de l'art, du texte et de l'image : processus de création et genèse des œuvres » à l'ITEM.



Le terme « illustration » est, selon l'étymologie (similaire à celle du mot « enluminure »), une mise en lumière. C'est au cours du XIX^e siècle que son sens, initialement réservé à l'homme illustre, en est venu à désigner l'image associée à un texte et à investir le domaine de l'imprimé – livre ou journal. La création, en 1843, du grand journal *L'Illustration*, dont le titre, associé au même parti de diffusion d'informations par le texte et l'image, se retrouve dans plusieurs pays européens, est le symptôme de cette nouvelle acception. Peu auparavant, le quatrième centenaire de l'invention de l'imprimerie avait donné lieu à de vastes commémorations européennes, à l'occasion desquelles fut inaugurée à Strasbourg la statue de son inventeur par David d'Angers : dans cette œuvre, Gutenberg tient un livre ouvert sur la double page duquel se lit la formule « Fiat Lux ». L'idée de la révélation par la lumière, laïcisée, est transposée au médium de l'imprimerie qui a pour support le blanc de la page, selon un idéal qui prolonge celui des Lumières et de l'encyclopédisme. Ce luminocentrisme moderne se retrouve dans maints domaines culturels, et notamment dans la technologie de la lanterne magique. Celle-ci devient alors lanterne de projection et est associée à un courant vulgarisateur de longue durée, par la conjonction entre deux traditions fondées au XVII^e siècle par Athanasius Kircher et Johann Amos Comenius qui se rejoignent dans le courant des conférences illustrées, officiellement encouragées par le service des vues du Musée pédagogique sous la Troisième République.

Le grand art de la lumière et de l'ombre

Le mécanisme de la lanterne magique, ce projecteur d'images, a peu varié depuis son élaboration au XVII^e siècle jusqu'aux perfectionnements des lanternes de projection fabriquées à la fin du XIX^e siècle et toujours en usage dans la première moitié du XX^e siècle : une source lumineuse est placée dans une boîte, la lanterne. Celle-ci est coiffée d'une cheminée qui permet l'aération et l'échappée de la fumée ; et la lanterne est percée d'un orifice circulaire, dans l'axe duquel se présente un tube, doté à chacune de ses extrémités d'une lentille, dont l'une sert de condensateur et l'autre d'objectif. À l'arrière de la lanterne, un petit miroir peut servir de réflecteur. Le tube coulisse pour mettre au point l'image projetée. Entre ce tube et la lanterne, un petit





espace est réservé pour permettre le passage des vues destinées à la projection dont le format et la technique ont varié au cours du temps. Ce dispositif est expliqué dans tous les traités, planches et schémas à l'appui, par exemple dans les *Nouvelles Récréations de l'optique* de Guyot (figure 1), et décrit dans des termes voisins jusque dans le *Grand Dictionnaire encyclopédique du XIX^e siècle* de Pierre Larousse.

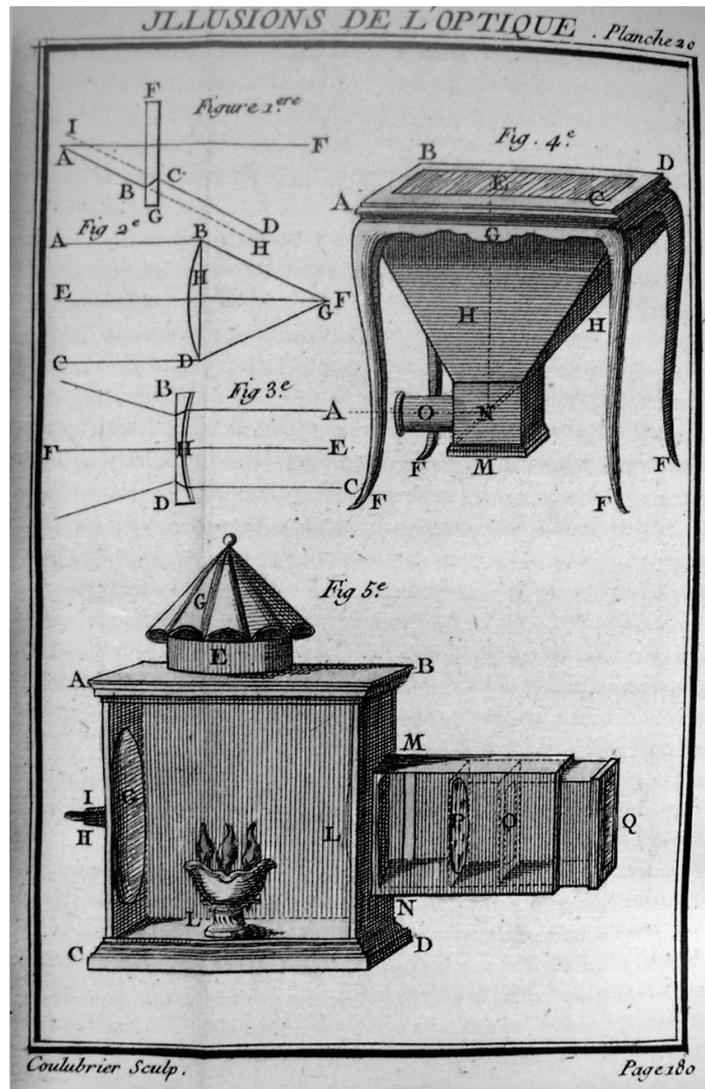


Figure 1 – Schéma expliquant le mécanisme de la lanterne magique, 1770².





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

Quant à la dénomination chargée de poésie de « lanterne magique », son entrée dans la langue française est enregistrée par le *Dictionnaire universel* de Furetière en 1690 :

Lanterne magique, est une petite machine d'optique qui fait voir dans l'obscurité sur une muraille blanche plusieurs spectres et monstres si affreux, que celui qui n'en sait pas le secret croit que cela se fait par magie. Elle est composée d'un miroir parabolique qui réfléchit la lumière d'une bougie, dont la lumière sort par le petit trou d'un tuyau, au bout duquel il y a un verre de lunette et entre deux on y coule successivement plusieurs petits verres peints de diverses figures extraordinaires et affreuses, lesquelles se représentent sur la muraille opposée, en plus grand volume.

Cette première définition, qui explique le sens de l'adjectif « magique » par l'impression faite sur le spectateur ignorant du « secret » de la lanterne, semble traduire en mots français non seulement le texte savant latin mais aussi les illustrations de l'ouvrage du père Kircher, *Ars magna lucis et umbrae*, jésuite qui en offrit les premières représentations graphiques dans la seconde édition de son ouvrage *Ars magna lucis et umbrae* (figure 2). Celui-ci, premier d'une longue lignée de divulgateurs des « secrets » de la lanterne magique, avait attribué à la lanterne (*lucerna*) deux épithètes, *magica* et *thaumaturga*³, la plaçant d'emblée du côté du songe. Quelques années plus tard, le père Zahn, dans l'*Oculus artificialis* de 1685, consacrant un chapitre à la construction et à l'emploi de la lanterne magique⁴, y avait ajouté une troisième épithète, *megalographica*, pour insister sur l'agrandissement de la projection⁵. Ces premières définitions avaient immédiatement fait valoir la tension entre magie et vulgarisation dans l'art de la lanterne magique, ainsi que le rapport entre l'optique et le songe, entre l'image en petit et l'image en grand.

L'invention de la lanterne magique est traditionnellement attribuée au père Kircher. Entre 1646 et 1671, dates des deux éditions du livre de Kircher, avait paru en 1658, avec un immense succès européen, le livre du tchèque Comenius, *Orbis sensualium pictus* (figure 3)⁶, qui était une encyclopédie plurilingue associant constamment le mot (*nomenclatura*) et l'image (*figura*). À la peinture du monde des sens qu'offrait le livre illustré selon Comenius, semblent répondre les projections des verres peints de la lanterne magique dont Kircher répand l'usage et dont il signale la mode récente à Rome. Cette technique pédagogique fondée sur l'optique correspond aux pratiques missionnaires et catéchétiques des Jésuites, que Jean Adhémar compte parmi les premiers promoteurs de « l'enseignement audiovisuel⁷ ». La lanterne magique, par ses images lumineuses surgies dans l'obscurité, conférait une présence terrifiante aux représentations de l'enfer et de la mort, et permettait de graver profondément dans les esprits des spectateurs l'histoire de la Passion, projetée par un disque tableau par tableau. D'emblée, la lanterne magique apparaît dans un double usage : du côté de



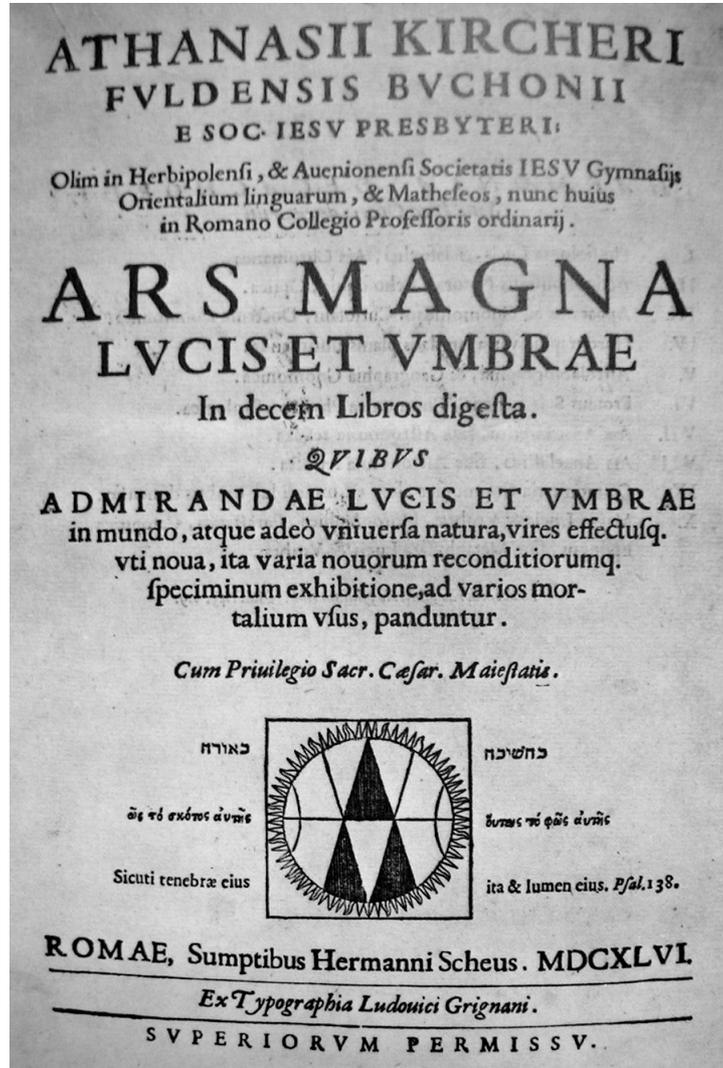


Figure 2 – Ouvrage d’Athanasius Kircher, considéré comme le père de la lanterne magique⁸.

l’ombre, elle est un instrument associé aux diableries et à la fantasmagorie des puissances infernales, et du côté de la lumière, elle sert de support privilégié aux méthodes de pédagogie par l’image qui, de l’éducation religieuse, s’étendront à tous les savoirs comme le propose Comenius.

Après ce bref rappel du mécanisme et de l’invention de la lanterne magique, nous allons voir maintenant les grandes lignes d’une histoire liée à l’évolution des techniques



Figure 3 – Comenius et la pédagogie par l'image⁹.

et des usages. À chacune des étapes de son histoire, la lanterne magique a changé d'aspect : les lanternes de mission, de cabinet et de foires – les plus anciennes – connues par l'iconographie, étaient en bois. Les lanternes-jouets du XIX^e siècle, commercialisées par le ferblantier Lapierre à partir de 1843, étaient en métal, matériau moins combustible, et le fer-blanc ou la tôle était recouvert de vernis aux coloris chatoyants. Vendues dans des coffrets avec leurs plaques, elles étaient légères à manier et pouvaient se poser au coin d'une table. Les lanternes de projection de la fin du siècle, en tôle de Russie et en cuivre massif, destinées à un usage professionnel, étaient beaucoup plus solides et plus austères, dotées d'un appareillage optique complexe et de multiples accessoires.

Une évolution similaire se produit dans les plaques. D'abord entièrement peintes à la main, elles étaient très variées dans leurs formes et leurs mécanismes. L'industrie du marché du jouet s'est accompagnée ensuite d'une standardisation des formats et des techniques d'édition par report lithographique puis chromolithographique : la



présentation des plaques en bandes de verre bordées de papier gommé s'est généralisée, et la couleur verte de la bordure est devenue une sorte de marque de fabrique pour l'éditeur Lapiere et pour les plaques françaises qui s'opposaient aux plaques allemandes bordées de rouge. Enfin, les vues sur verre pour lanternes de projection avaient un format carré, ce qui allait de pair avec la mise en œuvre des procédés photographiques.

La lanterne magique ancienne, une « curiosité » des cabinets et des foires (XVII-XVIII^e siècle)

Au XVII^e siècle, la lanterne magique est un objet de cabinet et de curiosité, mais son spectacle appartient aussi aux rues et aux foires, comme l'indiquent d'un côté les planches de Sébastien Leclerc et de l'autre les gravures populaires de « cris de la ville ». Dans *L'Académie des sciences et des beaux-arts*, gravure de 1698 « dédiée au Roy par son très humble, très obéissant et très fidèle sujet » (figure 4), l'académicien Sébastien Leclerc

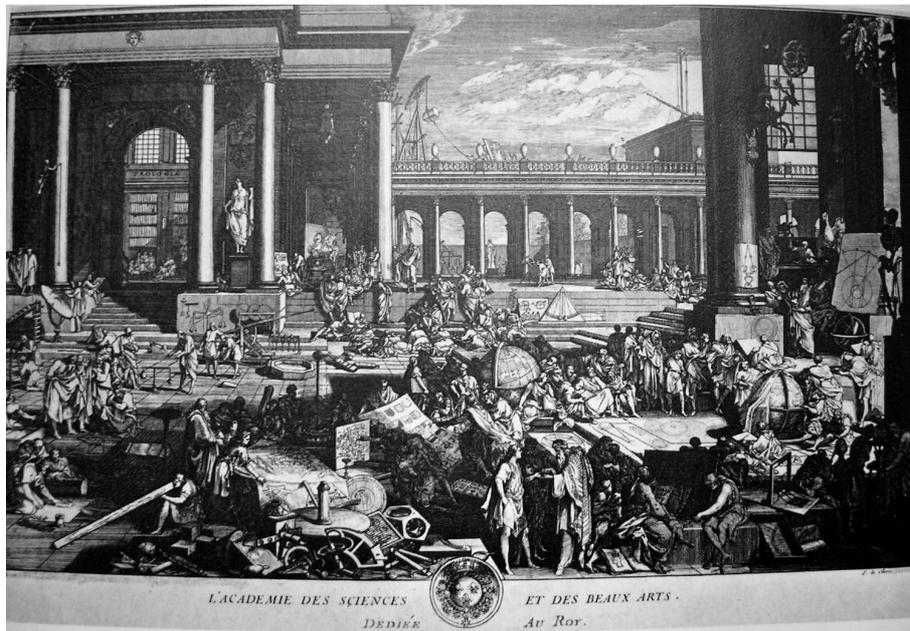
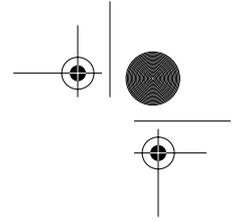


Figure 4 – La lanterne magique au milieu des sciences et des arts. Sébastien Leclerc, *L'Académie des sciences et des beaux arts*, 1698.

Détail.





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

introduit, dans une vaste cour délimitée par un portique, une foule de personnages vêtus à l'antique qui représentent les sciences et les arts et qui sont entourés, en guise d'attributs, d'innombrables instruments : au premier plan, la lanterne magique, munie de sa lame de verre aux sujets peints en rond sur un fond noir, surmonte les mots « beaux-arts » de la lettre de la gravure. Cette planche ambitieuse, soigneusement travaillée par l'artiste qui en a laissé huit états¹⁰, s'inspire de l'École d'Athènes de Raphaël et elle sera réinterprétée dans le frontispice de *L'Encyclopédie* de Chambers. À l'instar de la chambre obscure dont elle dérive, elle sert d'emblème à l'optique, cette branche éminente de la physique échue en partage au philosophe autant qu'à l'artiste, et permet de signifier, par son « œil artificiel », selon le titre du traité de Zahn de 1685, qui projette à l'extérieur des petites peintures, la vision créatrice d'un artiste géomètre : un bref développement est par exemple consacré à la lanterne magique dans l'article « Optique » de *L'Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, tandis que l'objet se trouve sur la planche liminaire « L'optique » du *Recueil des planches* ainsi qu'en figure sur la planche 27 « Amusements d'optique » du même recueil.

Il est significatif que Leclerc ait choisi, entre les instruments dérivés de la chambre obscure, la lanterne magique, qui projette des images artificielles, de préférence à la chambre claire, par laquelle les paysagistes produisent des vues à partir de l'image réfléchie du lieu qu'ils peignent¹¹. Il se démarque ainsi du modèle optique du mécanisme de la vision qu'avait introduit Descartes par référence à la chambre claire, dans la *Dioptrique*¹² qui faisait suite au *Discours de la méthode*.

Il importe sans doute de bien marquer, dès le XVII^e siècle, la distinction, parmi les instruments dérivés de la *camera obscura*, entre ceux qui reçoivent des images à l'intérieur de la boîte, comme la chambre claire et la boîte d'optique, et ceux qui projettent des images artificielles déjà peintes vers l'extérieur de l'appareil, comme la lanterne magique et toutes ses variantes. Une préférence pour cette seconde famille d'appareils, celle de la lanterne magique qui est une chambre obscure inversée, suppose, si l'on admet sa portée modélisante pour les conceptions de la vision, en quelque sorte un retour à la théorie antique des simulacres, comme pour contredire la théorie optique des rayons visuels, pourtant en plein triomphe, démontrée par les physiciens classiques, de Kepler à Descartes¹³. La vogue de la lanterne magique au XIX^e siècle, depuis la fantasmagorie de Robertson, pourrait bien correspondre à un retour des « simulacres » dont la vignette romantique offre en quelque sorte une représentation, par son espace maculaire, indéterminé sur ses bords qui symbolise l'intériorisation du regard romantique.

Au XVIII^e siècle, la situation évolue subtilement : la lanterne magique, objet à la mode, est encore montrée à la cour¹⁴, et les planches populaires de cris de la ville comptent toujours la silhouette familière du montreur¹⁵. Louis-Sébastien Mercier consacre un chapitre à « la curiosité » – boîte d'optique –, et signale le cri nocturne



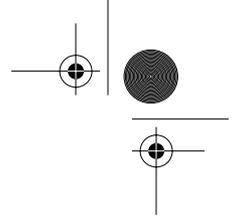


du montreur de lanterne magique dans les rues de Paris : « Ceux-ci promènent la lanterne magique sur leur dos, et l'annoncent le soir au moyen d'une orgue nocturne, dont les sons deviennent plus agréables et plus touchants parmi le silence et les ténèbres¹⁶. » Le cabinet de physique s'ouvre pour des cours payants au public aisé qui cherche à s'instruire¹⁷, et les précepteurs de la noblesse ou des princes préconisent l'usage de la lanterne magique ; la récréation optique tend aussi à se rapprocher du boudoir féminin au moment où la société des grands s'entiche de divertissements populaires : l'objet mystérieux qui sert à démontrer des « effets » physiques est devenu un bibelot rococo. Et des estampes popularisent auprès des amateurs scènes de foire ou portraits de genre sur le thème du montreur.



Figure 5 – Effets d'optique permis par la lanterne magique lors des foires¹⁸.





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

L'exploitation pédagogique de la lanterne magique se renforce au cours du XVIII^e siècle, à la suite de la parution du traité de l'abbé Nollet (1700-1770) qui séjourne à Turin de 1739 à 1749 comme précepteur de physique des fils du duc de Savoie. Les dispositifs optiques du microscope solaire et ceux de la lanterne magique sont rapprochés dans une planche fascinante, où l'un des appareils projette une puce immensément grosse et l'autre une tête de vieille femme grotesque (figure 5) : cet étrange parallèle place les visions du microscope dans l'orbite de la fantaisie et du caprice, il institue le thème du merveilleux de substitution qu'offrent les spectacles de la nature grâce à la baguette magique de l'optique¹⁹, au moment où, dans la querelle des contes de fées, les contes bleus et les contes de nourrice sont répudiés car ils représentent des superstitions et des croyances populaires. La vieille femme présentée dans le registre inférieur évoque « ma mère l'Oie », figure associée au répertoire des contes de la lanterne magique comme au graphisme grotesque et caricatural des plaques peintes, tandis que « le spectre de la puce », magique apparition du microscope, se place dans le registre supérieur ; la superposition de ces deux registres présente les deux modes du merveilleux en les hiérarchisant, et met en valeur les « merveilles » de la nature, ce qui n'est pas sans annoncer la « bibliothèque des Merveilles²⁰ » et les projections microphotographiques préconisées par l'abbé Moigno.

Des récréations instructives à la fantasmagorie (XVIII^e siècle)

L'utilisation pédagogique de la lanterne magique que favorise, parmi d'autres, l'ouvrage de l'abbé Nollet se propage dans les éducations delphinales ou princières du XVIII^e siècle. La devise, illustrée par une lampe à huile, et inscrite sur le portrait gravé de madame de Genlis, dame d'honneur de la duchesse de Chartres, est : « En éclairant, je me consume. » (figure 6) Dans son traité d'éducation *Adèle et Théodore*, madame de Genlis s'approprie une idée du chevalier de Bonnard qu'elle devait supplanter dans la charge de gouverneur des enfants d'Orléans, et préconise l'emploi de la lanterne magique dans l'enseignement de l'histoire jumelé à celui des langues étrangères, en se réclamant du principe fondateur de la pédagogie par l'image, celui de l'éducation récréative²¹. La lanterne magique prend place parmi les « joujoux instructifs » qu'elle recommande pour l'éducation de ses pupilles :

Les promenades de mes élèves, pendant la belle saison, étaient des promenades de botanique ou de jardinage ; et l'hiver ils allaient voir des cabinets de tableaux, d'histoire naturelle ou des manufactures ; tous leurs joujoux étaient instructifs, ils avaient une lanterne magique historique, des petits palais d'architecture faits pour eux (qui sont maintenant dans les salles du Louvre), ils travaillaient à différents métiers, entre autres au tour, à la menuiserie, etc. [...]

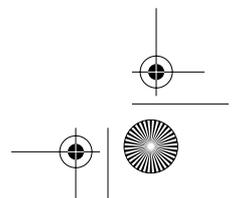




Figure 6 – Madame de Genlis et la pédagogie par la lanterne magique, portrait gravé par Copia, s. d.

Dans un autre passage, après les tapisseries éducatives déployées sur les murs, l'auteur introduit la lanterne magique comme un moyen de fixer l'attention des enfants sur des connaissances « acquises en s'amusant » et faciles à retenir :

L'idée de mes tapisseries m'a donné celle de lanternes magiques historiques ; j'ai fait faire environ quatre ou cinq cents verres qui représentent des sujets tirés de l'histoire ; nous avons la récréation de la lanterne magique, quatre fois par semaine ; je me





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

charge de la montrer, ce que je fais presque toujours en anglais : je donne ainsi, sans qu'on s'en doute, deux leçons à la fois ; et comme les tableaux changent souvent, je vous assure qu'Adèle et Théodore se divertissent infiniment davantage de ma lanterne magique, que les enfants qui ne voient jamais que M. le Soleil, l'enfant prodigue se ruinant avec des filles, une servante buvant le vin qu'elle a tiré, et le mitron attachant la queue du diable²².

Ces principes sont mis en œuvre dans la petite « académie » privée que madame de Genlis établit au pavillon de Bellechasse (actuel musée de la Légion d'honneur face au parvis du musée d'Orsay) et qui fut son « pensionnat » de 1782 à 1790. Ils s'intègrent à un système d'éducation amusante entièrement fondé sur la primauté de la vue, du spectacle et du jeu. À ses côtés, un peintre exilé polonais, Myris, professeur de dessin puis d'histoire, peint, entre autres activités, les tableaux transparents pour l'enseignement de l'histoire sainte à la lanterne magique. Le comte de Paroy vanta lui aussi dans ses *Mémoires*²³ les mérites pédagogiques de la lanterne magique auprès de Marie-Antoinette qui devait commander soixante sujets tirés de la Bible et de l'*Histoire romaine*.

À l'extrême fin du XVIII^e siècle, une nouvelle composante de l'art de la lanterne magique surgit avec la fantasmagorie dont l'idée aurait été inspirée à Robertson par le comte de Paroy. Le spectacle présenté à partir de 1798, d'abord au pavillon de l'Échiquier, puis dans l'ancien couvent des Capucins, non loin du faubourg Saint-Honoré et de la place Vendôme, attira les foules. Comme dans le musée des monuments français de Lenoir, ou devant les décors d'opéras néogothiques, les spectateurs étaient saisis par l'atmosphère envoûtante et sépulcrale de cet ancien cloître décoré de tombeaux que Robertson évoque dans ses *Mémoires* en citant Delille et Ovide. Le spectacle lui-même était composé d'expériences optiques menées par réflexion à l'aide de miroirs et par projection à la lanterne. Les scénarios variaient, composant un répertoire tour à tour macabre, anticlérical, sentimental ou mélancolique, mais l'ensemble tournait continuellement autour du même effet saisissant, une image apparaissait, s'approchait et disparaissait : « Dans un lointain très reculé, un point mystérieux semblait surgir : une figure, d'abord petite, se dessinait, puis s'approchait à pas lents, et à chaque pas semblait grandir. » Tout le spectacle reposait sur ces changements de distance par rapport au spectateur, que permettait l'invention du fantascopie, lanterne glissant sur des rails.

À la fin du XVIII^e siècle, les emplois de la lanterne magique s'étendent et se diversifient de la pédagogie des princes et des spectacles de rues jusqu'à la fantasmagorie de Robertson, associée à un imaginaire d'optique fantastique²⁴. Des pamphlets intitulés *Lanterne magique* témoignent de cette vogue nouvelle, comme la fable de Florian publiée en 1792, *Le Singe qui montre la lanterne magique*.





La lanterne-jouet (xix^e siècle)

Dès le règne de Louis-Philippe – le roi-bourgeois auquel madame de Genlis avait enseigné l'histoire sainte à la lanterne²⁵ –, la lanterne magique rejoint le pays des jouets (figure 7)²⁶, au moment même où l'illustration romantique, autre mode d'expression mixte, en appelle aussi au contrepoint du verbal et du visuel : Lapierre fonde son entreprise de lanternes magiques en 1843²⁷, l'année où est lancé le journal *L'Illustration* et où sort un livre illustré fantasmagorique – *fantaisie* à la manière de Faust et des contes fantastiques de Hoffmann –, *Le Voyage où il vous plaira* de Stahl (Hetzel)²⁸.



Figure 7 – Lanterne magique de salon, Lapierre (Paris), vers 1910.
Cliché et collection musée du Jouet, Moirans-en-Montagne.

L'industrie des « tableaux transparents » ou « tableaux magiques » pour la lanterne magique s'étend rapidement, dans la période même où Louis-Philippe favorise, par ses commandes officielles à la manufacture de Sèvres, une renaissance durable de l'art





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

« gothique » des vitraux, appelés « transparents » au début du XIX^e siècle. Cette coïncidence témoigne de la prédilection romantique pour les effets de lumière et de couleur, qui se retrouve dans le goût pour le diorama, ainsi que pour les matières translucides ou transparentes dont témoigne la vogue des lithophanies²⁹. Dans les premières pages de *La Recherche* (1913), le narrateur de Proust invoque, sur la même analogie, le souvenir du lampascope, cette « lanterne magique dont, en attendant l'heure du dîner, on coiffait [sa] lampe » : « et, à l'instar des premiers architectes et maîtres verriers de l'âge gothique, elle substituait à l'opacité des murs d'impalpables irisations, de surnaturelles apparitions multicolores, où des légendes étaient dépeintes comme dans un vitrail vacillant et momentané ».

À la fin du siècle, un intérêt pour la décomposition du mouvement s'ajoute à l'attrait des projections lumineuses et colorées, dont la lumière électrique décuple les effets, comme le montre l'évolution des jouets optiques, qui sont luxueux, comme le praxinoscope-théâtre, ou modestes, comme le kaléidoscope et le *flick-book*³⁰. Bon nombre d'entre eux sont clairement expliqués, vignettes à l'appui, dans *Les Jouets d'enfants* par madame Gustave Demoulin³¹, un livre d'enfants de la Bibliothèque des écoles et des familles, donné en livre de prix, où figurent tous les jouets de science amusante³² et, parmi eux, ceux d'optique, au chapitre IX dont voici le sommaire (p. 193) :

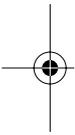
Ombres chinoises, découpages, la lanterne magique, le lampascope, le réflectroscope, le fantasmagoscope, fantasmagorie, le kaléidoscope, les miroirs déformants de la salle d'optique du conservatoire des arts et métiers et les anamorphoses, le thaumatrope, le stroboscope, le phénakisticope³³, le zootrope³⁴, le praxinoscope.

Ces objets portent des noms étranges forgés par leurs inventeurs : ainsi, le « polyorama panoptique », d'époque romantique, est une sorte de diorama³⁵ en miniature qui permet de montrer une vue de jour et de nuit.

La lanterne de projection et les conférences de vulgarisation scientifique (XIX^e siècle)

Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, la lanterne éducative ajoute un registre différent à l'art de la lanterne magique resté jusqu'alors du côté de l'enfance et des spectacles familiaux. Un grand conférencier, Eugène Trutat, rend à Kircher l'hommage qui lui revient dans le chapitre liminaire de son traité, consacré à l'origine des projections, et cite la remarque de l'abbé Nollet qui signale la dévalorisation de la lanterne magique liée à sa popularité tout en prenant la défense des récréations instructives et de la lanterne magique, cautionnées par le nom du « grand Newton » :

La lanterne magique est un de ces instruments qu'une trop grande célébrité a presque rendu ridicules aux yeux de bien des gens. On la promène dans les rues, on en





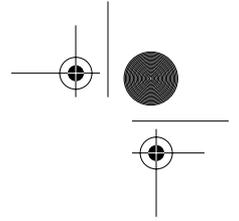
divertit les enfants et le peuple ; cela prouve, avec le nom qu'elle porte, que ses effets sont curieux et surprenants. Parce que les trois quarts de ceux qui les voient ne sont pas en état de comprendre les causes quand on les leur dirait, est-ce une raison pour se dispenser d'en instruire les personnes qui peuvent les entendre ? Si le grand Newton s'est occupé sérieusement à souffler des globes creux avec des bulles de savon, n'est-ce point une leçon qui nous apprend qu'aux yeux du philosophe rien ne doit paraître puéril quand on peut en tirer des instructions ?³⁶

À l'époque de Trutat, la lanterne de projection est devenue bien autre chose qu'une « récréation instructive » ; elle accompagne un grand élan vulgarisateur qu'elle assiste par le recours à la pédagogie par l'image, et promeut la diffusion d'une culture encyclopédique qui englobe finalement l'enseignement de l'histoire de l'art. Les secrets du montreur sont expliqués au grand jour pour favoriser ce mouvement : la reprise par Roret, l'éditeur d'une collection encyclopédique de petits manuels, des *Mémoires de Robertson* en 1840 marque le début de cette évolution, et son manuel-Roret d'optique cite longuement le texte de Robertson. Tout aussi symptomatique s'avère le changement d'interprétation de la fable de Florian, *Le Singe qui montre la lanterne magique*. À l'origine, sa morale était proche de l'opinion présentée en 1784 par Bernardin de Saint-Pierre sur l'image lumineuse projetée à la lanterne qu'il considère comme une tromperie en la comparant à l'illusion théâtrale : « ils nous trompent en nous montrant les arts avec un grand appareil et de fausses lumières, comme des sujets de théâtre et de lanterne³⁷ ». Charlatan par les images artificielles – et artificieuses – qu'il fait voir, le singe l'est aussi par son ambition démesurée de singer la création mais, emporté par son boniment, il a, pour la plus grande joie de l'auditoire, « oublié d'allumer sa lanterne », comme le dit le dernier vers de la fable. Pourtant, dans le commentaire du *Magasin pittoresque* de 1867, le singe montreur, de charlatan illusionniste, se transforme pour devenir la figure exemplaire du vulgarisateur. Il sait par l'image enseigner l'astronomie – « monsieur le Soleil et madame la Lune » – et les autres connaissances, géographiques en particulier, au grand public ignorant. Désormais, la lanterne magique, promue « lanterne de projection », sert aux séances de science illustrée qui attirent les contemporains de Camille Flammarion, l'auteur, sous un pseudonyme, de *L'Optique* dans la « bibliothèque des Merveilles ».

La conférence du montreur vulgarisateur devient un métier, qui suppose non seulement une vocation et un savoir-faire, mais aussi une connaissance des procédés photographiques et des techniques et matériels de projection, enfin une culture scientifique. Rien ne vaut ici la relation par Eugène Trutat de l'éveil de sa vocation, puis de sa formation professionnelle :

J'étais encore sur les bancs du collège, lorsqu'un jour j'aperçus sur les murs de notre ville de grandes affiches annonçant des conférences sur l'origine de la terre avec





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

tableaux transparents. Je n'eus de cesse que lorsque j'obtins d'assister à une de ces séances [sic]. Je sortis émerveillé de ce que j'avais vu, c'était pour moi une révélation : la géologie, que je n'avais entrevue jusqu'alors que comme une science aride, et qui n'allait pas au-delà de la recherche des fossiles, m'était apparue comme la synthèse de toutes les sciences naturelles, et ma vocation était déterminée. [...] J'avais réussi à me glisser dans les coulisses du petit théâtre où se donnaient les représentations, et [...] j'avais vu les appareils mis en œuvre. J'avais surtout admiré les photographies transparentes qui terminaient la séance et qui faisaient apparaître sur la toile des sites pittoresques, des monuments que je ne connaissais encore que par la gravure.

Je n'eus alors qu'une idée : fabriquer une lanterne magique et faire de la photographie. Je me rappelai que j'avais vu dans le *Magasin pittoresque* la description des appareils fantasmagoriques, et là je trouvai tous les renseignements désirés. Tout d'abord une simple lanterne magique devint mon premier appareil de projection.

Mais la photographie m'était indispensable ; fort heureusement, un ami de mon père, attaché à l' Arsenal, faisait avec succès de la photographie et je devins son élève [...]

Les études plus sérieuses de la Faculté m'obligèrent à laisser de côté cette idée des projections, tout en ne me faisant pas oublier complètement la photographie. [...] Je faisais surtout du stéréoscope, et j'appliquais immédiatement le Taupenot à la confection d'épreuves transparentes ; j'avais en main l'épreuve à projection.

Les appareils, la lanterne que j'avais alors étaient absolument insuffisants, lorsque je fis la connaissance de M. Molteni, et devins tout aussitôt un de ses adeptes les plus fervents. Rentré en province, j'essayai de raconter un de mes voyages en montagne à mes collègues de la Société d'histoire naturelle. Grâce aux appareils que j'avais rapportés de Paris, mes projections étaient excellentes [...]

Plus tard, lorsque je fus chargé d'un cours, j'essayai des projections, et mon auditoire fut enchanté de cette nouveauté ; ma salle était toujours remplie³⁸.

Tous les paliers de cet itinéraire sont également significatifs : une première étape est franchie par la conférence entendue par Trutat enfant, spectacle initiatique auquel le néophyte est attiré par la vue de l'affiche illustrée. Puis viennent les articles de vulgarisation du *Magasin pittoresque*, dont toute une série a trait à la projection³⁹, et dont l'un dévoile à l'enfant la manière de fabriquer sa propre lanterne. Enfin débute la formation de l'étudiant, ponctuée par les cours de faculté, par l'exemple de Molteni, par la pratique de la photographie, et qui s'achève par la première conférence, prononcée, de nouveau en province, dans le cadre d'une société savante, pour raconter une expédition alpine.

Des années 1860 à la fin du siècle, la vie parisienne va se faire connaître à travers le monde et en particulier aux États-Unis par des spectacles qu'annoncent les affiches colorées de Chéret (revenu d'Angleterre en 1869), ceux des cirques et des hippodromes





ou des cafés-concerts des années 1870, mais aussi les « pantomimes lumineuses » d'Émile Reynaud au musée Grévin des années 1890.

La lanterne magique devient, jusqu'en 1914, l'un des principaux adjuvants des conférences-spectacles, dont la vogue répond à la foi dans le progrès par l'instruction, comme l'indiquent par leur nom même les « salles du Progrès » de l'abbé Moigno. C'est avec un même élan missionnaire que les deux camps, laïque⁴⁰ et religieux, s'élancent dans la voie de la vulgarisation. La Ligue de l'enseignement, fondée en 1881 par Jean Macé, qui eut aussi l'initiative des bibliothèques populaires, inaugure à la fin de l'année les Conférences populaires accompagnées de projections lumineuses dans le petit village de l'Aisne situé aux alentours de Château-Thierry où il a transféré son pensionnat alsacien de Beblenheim après la défaite de 1870⁴¹. La conférence traite du « voyage dans les mers polaires » : « Maintenant, on pourra parler des mers polaires à Monthiers, les gens savent ce que c'est et ne l'oublieront jamais. » La Ligue organise avec les instituteurs conférenciers un service des projections, dont le Musée pédagogique, service ministériel créé en 1879, emprunte l'idée en 1886 en instituant son propre service de vues « pour la seconde éducation » (c'est-à-dire celle des adultes), qui bénéficie des collections de deux sociétés savantes :

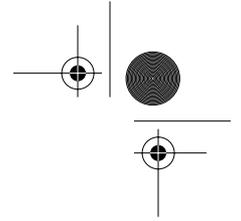
En 1895, pour favoriser les progrès de la seconde éducation, le ministre de l'Instruction publique mit à la disposition des sociétés d'instruction populaire « les appareils de projection lumineuse et les collections de vues photographiques pouvant servir à l'enseignement dans les cours d'adultes et les conférences populaires ». L'année suivante, deux sociétés, la Société nationale des conférences publiques et la Société havraise d'enseignement par l'aspect⁴², firent don au Ministère, qui les déposa au Musée, des collections de vues qu'elles possédaient. Peu après, la Société nationale des conférences populaires se chargea d'assurer à ses frais l'expédition des vues, leur entretien et la correspondance ; elles commencèrent alors à circuler par toute la France avec franchise postale, à l'aller et au retour, pour les recteurs, les inspecteurs d'académie, les inspecteurs primaires, les instituteurs et institutrices publics. Ainsi a débuté un service qui n'a cessé de se développer depuis lors.

Aussi représenta-t-il presque exclusivement le Musée à l'exposition universelle de 1900.

Ce service des vues, organisé au Musée pédagogique, a pris un rapide développement : en 1908-1909, le chiffre des envois s'est élevé à 37 340⁴³.

Le mouvement semble en effet avoir pris ses assises populaires dans les sociétés savantes (cautionnées par de grands notables et par des élus) qui se chargent de l'achat, de la conception et de la location des conférences lumineuses accompagnées de notices⁴⁴. Outre ces deux sociétés, d'autres, spécialisées dans la connaissance du monde et de la montagne comme la Société de géographie et le Club alpin⁴⁵, organisent aussi des conférences à la lanterne. Des éditeurs et des industriels développent la production



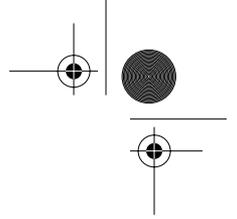


La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

industrielle des vues sur verre et des lanternes de projection, dont ils assurent la promotion par des traités⁴⁶ et publient pour diffuser leur fonds et leur production de pesants et passionnants catalogues, par exemple ceux de Molteni (qui est aussi l'auteur d'un traité⁴⁷), pour le côté laïque, et de Mazo⁴⁸, pour le côté catholique⁴⁹. Ces catalogues expriment un projet vulgarisateur qui s'énonce avec de vastes ambitions par un répertoire à la fois universaliste et encyclopédique.

Dans la séance de projection, la vulgarisation, fidèle au projet énoncé par les philosophes des Lumières dans *L'Encyclopédie* de Diderot, commence par l'exhibition technologique de « l'art » de la lanterne et par la démonstration spectaculaire des sources d'éclairage puissantes qu'elle met en œuvre. Une nouvelle magie se dévoile, celle de la lumière électrique, qui émerveille les contemporains de sa blancheur intense : la voir dissiper les ténèbres est à soi seul un spectacle : « Cette lumière si intense, si vive, qu'on dirait qu'elle pénètre, qu'elle absorbe les objets, produisait un effet magique », commente l'article de *Cosmos* sur la « fête grandiose de la science et de l'industrie » donnée au Conservatoire des arts et métiers par la Société pour l'avancement des sciences le 29 octobre 1864⁵⁰. Mais combien plus magique encore est la séance de projection qui montre les « merveilles » de la science commentées par la voix du conférencier : « De ce petit appareil, le monde entier peut sortir » : la petite phrase de Stanislas Meunier, prononcée au cours de la conférence sur « Les Projections lumineuses et l'enseignement primaire » en Sorbonne, en 1880, dont la portée est inaugurale, est restée célèbre. La plupart des frontispices des traités, lorsqu'ils représentent la séance de projection, insistent sur cette magie du cône lumineux de la projection que matérialise le blanc du papier traité en « réserve » par la gravure sur bois⁵¹, et qui l'emporte sur l'argument même de la projection : un cercle de lumière blanche, sans sujet, se dessine sur la paroi (figure 8). Cette « magie lumineuse » accroît ses sortilèges lorsque, par la projection, elle accompagne la conférence, un art oratoire qui a en lui-même toute la séduction d'un « tableau artistement préparé⁵² » et dont le texte de l'abbé Moigno narre le déroulement soigneusement organisé. La conférence passe en revue les actualités scientifiques, évoque la leçon du jour et s'achève par le chromatope (qui projette des couleurs avec des effets kaléidoscopiques), sans oublier quelques intermèdes comiques et des hymnes nationaux. Les catalogues des éditeurs et les notices du Musée pédagogique⁵³ composent une vaste encyclopédie, par séries, qui rejoint le projet même du « magasin » dans la presse illustrée de l'époque dont chaque partie est confiée à un spécialiste ou des collections de livres de vulgarisation comme la « bibliothèque des Merveilles » : « astronomie ; météorologie ; géologie ; physique ; applications de la physique aux sciences et à l'industrie ; guerre et marine ; aérostation ; éclairage, chauffage, industries diverses ; chimie ; biologie ; zoologie ; botanique ; sociologie et histoire ; anthropologie et paléontologie ; religions ; morale





publique ; beaux-arts ; géographie et voyages (France et colonies, Europe, Asie, Afrique, Amérique et Australie », telles sont les grandes rubriques du catalogue Radiguet et Massiot, successeur de Molteni, dans sa neuvième édition ; les deux dernières pages passent en revue les « historiettes amusantes d'après les artistes les plus connus » et les « dessins humoristiques de Benjamin Rabier ». La préface des éditeurs souligne leur ambition dans ce catalogue de 800 séries de vues accompagnées de notices :

La neuvième liste que nous avons l'avantage de vous adresser contient plus de 800 séries, embrassant toutes les connaissances humaines classées méthodiquement ; les projections étant universellement adoptées maintenant pour illustrer les conférences de toutes natures ; elles sont en somme une extension de la leçon de choses. On peut dire qu'il est presque impossible de maintenir l'intérêt des auditeurs sans illustrer son récit, c'est pourquoi elles sont devenues le procédé le plus parfait pour impressionner l'esprit humain.

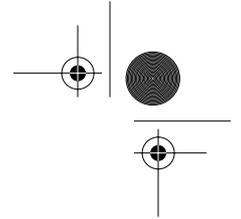
Les notices qui accompagnent nos séries ne sont pas seulement des notes sèches sur chaque photographie, mais bien une description complète rédigée par des auteurs spéciaux à la matière traitée.

Le jouet d'optique est ainsi devenu au cours du XIX^e siècle un puissant instrument de vulgarisation, qu'accompagne l'ascension d'un genre littéraire qui prend le nom de « lanterne magique⁵⁴ ». De la fantasmagorie de la vignette associée à la lanterne jouet du romantisme (qui se prolonge bien avant dans le siècle) au rond parfaitement net, obtenu par le centrage du point lumineux sur l'écran, projeté par la lanterne de projection, deux conceptions de l'image semblent s'affronter. L'invention du cinématographe, consacrée par la projection organisée par les frères Lumière, dans les caves du Grand Café de la rue Scribe tenu par Volpini en 1895, ouvre un nouveau chapitre de cette histoire des images lumineuses. Et le cinéma prendra le relais de ce projet d'encyclopédie visuelle initié par Comenius sous la forme du livre illustré, puis repris par les éditeurs de vues sur verre pour les conférences à la lanterne de la fin du XIX^e siècle.

Notes

1. Cet article reprend, sous une forme adaptée au thème de ce numéro de *L'Archicube*, des éléments d'une communication inédite sur la pédagogie par l'image et la lanterne magique, et de l'essai introductif « Monsieur le Soleil et madame la Lune... » du catalogue de l'exposition *Lanternes magiques, tableaux transparents* (musée d'Orsay, 18 septembre 1995-7 janvier 1996), catalogue établi et rédigé par Ségolène Le Men avec la collaboration de Nelly Kuntzmann, Jann Matlock, Isabelle Saint-Martin et Jean-Jacques Tatin-Gourier, Paris, RMN, 1995.





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

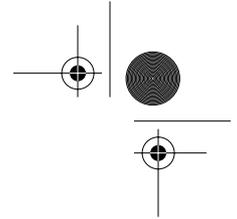
2. Illusions de l'optique, gravée par Coulubrier dans Edmée Gilles Guyot, *Nouvelles récréations physiques et mathématiques*, Paris, Gueffier, 1770, vol. III, p. 180, pl. 20.
3. Le problème IV a pour titre *De lucerna magica seu thaumaturgae constructione* (p. 768), et une parenthèse explicative indique que l'appellation n'est pas injustifiée (p. 769) : « *haec nova arcana Lucernae (quam non immerito magicam et thaumaturgam... appellendam)* ».
4. Ce chapitre a pour titre *Lucernae magicae catoptrico-dioptricae sive thaumaturgae megalographicae imagines ac quascunque figuras in grandis forma projiciendis aptissima constructio et usa*.
5. « *Non immerito lucernam hanc dicimus magicam et thaumaturgam, cum plane mirifica rerum quarumquelibet exhibitio per eam cum summo in tumentium stupore fieri possit. Megalographicam etiam vocamus, quod in grandi forma etiam minimas figuras et icones impositas vivacissime cum omnibus coloribus repraesentari faciat* », p. 253.
6. Johan Amos Kominsky, dit Comenius, *Orbis sensualium pictus. Hoc est, omnium fundamentalium in mundo rerum, et in vita actionum, Pictura et nomenclatura...*, Noribergae, Typis et Sumptibus Michaelis Endter, Anno salutis CICICLVIII.
7. Jean Adhémar, « L'enseignement par l'image », *Gazette des beaux-arts*, fév. 1981, p. 53 : « L'enseignement audiovisuel a été sinon inventé, du moins depuis le XVI^e siècle pratiqué par les éducateurs, et spécialement par les Jésuites. »
8. *Magia catoptrica*, problème IV, *De lucerna magica seu thaumaturgae constructione* (p. 768), Père Athanasius Kircher, *Ars magna lucis et umbrae in decem libros digesta*, Amsterdam, Jansson, 1671, 2^e éd., in-folio, détail, p. 769.
9. Johan Amos Kominsky, dit Comenius, *Orbis sensualium pictus. Hoc est, omnium fundamentalium in mundo rerum, et in vita actionum, Pictura et nomenclatura...*, Noribergae, Typis et Sumptibus Michaelis Endter, Anno salutis CICICLVIII, 1658.
10. Voir à ce sujet la notice de l'Inventaire du fond français du département des estampes par Maxime Préau, p. 235-238. Le motif de la lanterne, sorte de « signature » emblématique de l'artiste sur cette planche, surgit à plusieurs reprises dans l'œuvre de Leclerc, depuis les vignettes de thèses de philosophie de Roger de La Rochefoucauld en 1700 et de Jules-Adrien de Noailles en 1707 jusqu'à la planche représentant son propre cabinet géométrique, elle-même popularisée par la suite par une vue d'optique de la rue Saint-Jacques éditée par J. Chéreau. Toutes ces références indiquent qu'il convient non seulement de situer la lanterne magique parmi les récréations optiques des cabinets et des foires mais également de la considérer comme un objet symbolique dans l'ordre des savoirs et des arts.
11. Arnaud Maillet, *Les Peintres et les instruments d'optique (1750-1850)*, thèse en histoire de l'art de l'université Paris 1-Panthéon-Sorbonne, sous la dir. de Jean-Claude Lebensztejn, 2005, 2 vol. ; « Le mystère de la chambre claire ; l'œil instrumentalisé de Joyant », p. 121-212, exposition *Sur la route de Venise. Jules-Romain Joyant (1803-1854), les voyages en Italie du « Canaletto français »*, Paris/L'Isle-Adam, Somogy/musée d'art et d'histoire Louis-Senlecq, 2003 ; *Le Miroir noir. Enquête sur le côté obscur du reflet*, Paris, Kargo/L'éclat, 2005 (trad. fr. de *The Claude Glass Use and Meaning of the Black Mirror in Western Art*, New York, Zone Books, 2004).
12. Descartes expliquait en effet le mécanisme optique de l'œil humain par référence à cet autre objet des cabinets de physique connu de ses lecteurs, la chambre claire, elle-même





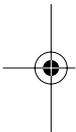
- apparentée au principe de la *camera obscura*. Il fournit encore une autre métaphore explicative, celle d'un œil de bœuf offert à la dissection. Jonathan Crary a montré toutes les implications de ces choix cartésiens dans l'histoire de la vision occidentale.
13. Sur cette question qui mériterait un plus long développement, voir l'étude de Gérard Simon, *Le Regard, l'être et l'apparence dans l'optique de l'Antiquité*, Paris, Le Seuil, 1988 : la conception antique considérait la vision comme une projection de simulacres envoyés par l'œil, alors que les physiiciens classiques ont introduit la théorie des rayons visuels et du cône de vision dont l'image inversée se réfléchit au fond de l'œil ; de l'une à l'autre de ces deux théories, le sens du vecteur visuel s'est trouvé inversé ; un tel renversement transforme totalement la relation de l'homme au monde.
 14. Diderot dans *Les Bijoux indiscrets*, en 1748, laisse « la favorite » parler de « ce nigaud à qui vous avez accordé le privilège exclusif de montrer la lanterne magique dans votre cour » ! (p. 155, chap. 40)
 15. Dans ces gravures comme dans des gravures postérieures, le terme de « lanterne magique » s'emploie indifféremment pour la lanterne magique au sens strict et pour la boîte d'optique.
 16. Louis-Sébastien Mercier, *Tableau de Paris*, 1782, chap. 318.
 17. Sigaud de Lafond.
 18. Nollet, *Salle de fantasmagorie*, planche XXXIV gravée par Adam en frontispice pour E. G. Robertson, *Mémoires récréatifs, scientifiques et anecdotiques d'un physicien-astronome*, Paris, chez l'auteur, 1833, t. II, p. 327 (cette planche a été reproduite en 1849 dans *Le Magasin pittoresque* par Valentin).
 19. Madame de Genlis écrira un conte sur ce thème précis.
 20. De nombreux auteurs de cette collection dirigée par Charton sous le Second Empire aux éditions Hachette ont par la suite écrit des notices de conférences pour les séries de vues sur verre diffusées par le Musée pédagogique.
 21. Sur l'histoire de la pédagogie par l'image, voir Jean Adhémar, « L'enseignement par l'image », art. cité, p. 53-60, et *Gazette des beaux-arts*, sept. 1981, p. 49-60 ; Ségolène Le Men, *Les Abécédaires français illustrés du XIX^e siècle*, Paris, Promodis, 1984. Sur madame de Genlis, voir Gabriel de Broglie, *Madame de Genlis*, Paris, Perrin, 1985, et les actes du colloque, Martine Reid (dir.), Rouen, Presses de l'université de Rouen, 2008.
 22. Madame de Genlis, *Adèle et Théodore, ou Lettres sur l'éducation ; Contenant tous les principes relatifs aux trois différents plans d'éducation des princes, des jeunes personnes, et des hommes*, Paris, M. Lambert et F. J. Baudoin, 1782, t. I, p. 68, lettre 11.
 23. Voir à ce sujet les développements que lui ont consacré Jacques Perriault, *Mémoires de l'ombre et du son*, Paris, Flammarion, 1981 et Laurent Mannoni, *Le Grand Art de la lumière et de l'ombre. Archéologie du cinéma*, Paris, Nathan, 1994.
 24. Max Milner, *La Fantasmagorie. Essai sur l'optique fantastique*, Paris, PUF, 1982.
 25. À son tour, il soutient la pédagogie par l'image combinée à l'éducation artistique du public en créant à Versailles un grand musée de l'histoire de France.
 26. Henri-René d'Allemagne, *Histoire des jouets*, Paris, s.d., chap. VI : « Jouets et instruments de physique amusante », première partie : La lanterne magique.





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

27. *Les Scènes de la vie privée et publique des animaux*, ouvrage collectif où Grandville reprend le procédé des « métamorphoses » qui l'a rendu célèbre, paraissent peu avant en deux volumes chez Hetzel en 1841-1842. Sur l'histoire de la maison Lapierre, voir Jac Remise, Pascale Remise et Régis Van de Walle, *Magie lumineuse. Du théâtre d'ombres à la lanterne magique*, Paris, Balland, 1979, p. 64 sq. Auguste Lapierre garde le monopole de la lanterne-jouet jusqu'après 1870, lorsque Carette copie ses modèles qu'il imitera en Allemagne. Son fils aîné, Édouard Lapierre, reprend la firme en 1875 et met au point le phénakistiscope de projection ; après plusieurs déménagements, ses deux fils, René et Maurice, s'installent dans l'usine de Lagny qui fabrique également du matériel de projection professionnel. Vers 1902, commencent les plaques en décalcomanie, puis le luciphone (lanterne jumelée à un phonographe). En 1907, les frères Lapierre s'associent à l'un de leurs concurrents, Demaria, puis revendent leur affaire à SOM (Société Mécanique Optique), dont l'un des frères rachètera le secteur « jouet ».
28. Illustré par Tony Johannot et publié par Hetzel.
29. Ce nom désigne de petits « tableaux magiques » à leur façon dont la matière opaque et laiteuse, placée devant une source lumineuse, laisse apparaître une image translucide. Voir les reproductions dans Maria Adriana Prolo et Luigi Carluccio, *Il Museo nazionale del cinema Torino*, Turin, Cassa di risparmio, 1978, p. 115. Les lithophanies étaient utilisées dans le décor intérieur et servaient, par exemple, à faire des abat-jour de lanternes.
30. Franz Paul Liesegang, *Dates and Sources. A contribution to the history of the art of projection and to cinematography, translated and edited by Hermann Hecht*, Londres, The London Magic Lantern Society, 1986.
31. Paris, Hachette et Cie, 1884, 2^e éd.
32. Ainsi, les culbutos, la toupie chromatique (dite aussi toupie newtonienne), le gyroscope jouet (dérivé du gyroscope de Foucault)...
33. Inventé en 1849 par Plateau qui avait mis en évidence l'effet stroboscopique dès 1836, perfectionné par Doppler en 1844.
34. Décrit pour la première fois en 1833 par Horner, combiné avec le stéréoscope par Duboscq en 1852. Distribué en Europe sur un brevet américain de Lincoln à partir de 1877 et sur un brevet britannique de Bradley en 1867, le zootrope servit aux expérimentations de Marey sur le vol des oiseaux et le galop du cheval présentées en 1888 dans le magazine *La Nature* puis dans son ouvrage *le Mouvement*, en 1894.
35. Tous ces spectacles aux dénominations variées utilisaient le même suffixe *-rama*, par un jeu verbal adopté par les hôtes de la pension Vauquer dans *Le Père Goriot* : « La récente invention du diorama, qui portait l'illusion de l'optique à un plus haut degré que dans les panoramas, avait amené dans quelques ateliers de peinture la plaisanterie de parler en *rama*, espèce de charge qu'un jeune peintre, habitué de la pension Vauquer, y avait inoculée. » Ainsi, le diorama de Daguerre et Bouton inauguré rue Sanson, en 1822, le cosmorama, installé en 1832 à la galerie Vivienne et le néorama de Jean-Pierre Alaux, dès 1827, rue Saint-Fiacre... Sur ces spectacles qui ne sont pas sans rapport avec le goût des lanternes magiques dont ils sont contemporains, voir Germain Bapst, *Essai sur l'histoire du panorama et du diorama*, Paris, Imprimerie nationale, 1891 et Bernard Comment, *Le XIX^e siècle des panoramas*, Paris, Adam Biro, 1993.





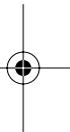
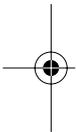
36. Eugène Trutat, *Traité général des projections*, t. 1 : *Projections ordinaires*, Paris, Charles Mendel, 1897, p. 16.
37. Bernardin de Saint-Pierre, *Études de la nature*, t. 3, 1784, étude 13, p.322-323.
38. Eugène Trutat, *Traité général des projections*, *op. cit.*, p. VI-VII. Citation des souvenirs de l'auteur parus dans *Paris-Photographe* donnée dans l'avertissement de l'éditeur au traité de Trutat.
39. Outre les articles sur la fable de Florian et sur Robertson, paraissent des articles illustrés comme « La lanterne magique par Schenau. Dessin par Freeman » (septembre 1855, p. 289) ou « Une représentation de lanterne magique » en 1877. Dans l'histoire du journal, ils prennent le relais de la série qu'avait illustrée Grandville sur les « *joco seria* », les récréations optiques, la fantasmagorie du rêve et la physiognomonie : « Des différentes formes d'un visage » en 1836, « Physiognomonie du chat » en 1840, « La ligne d'animalité » en 1844, « Découpures ou ombres éclairées » et « Deux rêves » en 1847, « La guitare » en 1857 (publication posthume).
40. Le « camp laïque » n'est pas nécessairement antichrétien à l'époque de Ferdinand Buisson et des conférences des années 1880, même s'il attaque le catholicisme. Bien au contraire, la promotion de la pédagogie par l'aspect, sensible à travers de nombreuses pages du *Dictionnaire de pédagogie* de Ferdinand Buisson (dans les textes sur la lecture, sur les leçons de choses et sur l'imagination notamment), se rattache à un esprit protestant qui milite en faveur de la tradition de l'éducation par les sens préconisée dans les pays réformés, venue d'Angleterre pour l'art des projections, mais de Suisse et d'Allemagne pour la pédagogie par l'image et les méthodes que l'on appellera « actives », de Töpffer à Pestalozzi.
41. Compte rendu dans le *Bulletin de la Ligue de l'enseignement* du 1^{er} janvier 1882.
42. Fondée en 1880, cette société organisait des conférences scolaires et des conférences publiques : « Les unes et les autres ont obtenu le plus grand succès et se continuent tous les ans. M. Buisson, directeur général de l'enseignement secondaire, a fait le voyage du Havre pour se rendre compte par lui-même de la valeur pratique de cette méthode, et il a vivement félicité les initiateurs de cet enseignement si vivant qui parle à la fois aux yeux et à l'intelligence des enfants. M. Liard, recteur alors à l'académie de Caen ; M. Siegfried, maire du Havre et plus tard ministre des Travaux publics, encouragèrent vivement la société nouvelle. La Société ne se contente pas de faire faire des conférences au Havre ; elle en fait faire par ses membres dans les villes qui l'appellent, ou bien encore elle prête des épreuves transparentes qui forment déjà une très nombreuse collection. »
43. Cette dernière citation est tirée de la notice « Projections lumineuses », p. 1698, et la précédente de la notice « Musées pédagogiques », p. 1370-1371, du *Nouveau Dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire* de Ferdinand Buisson, Paris, Librairie Hachette, 1911.
44. Celles de la société havraise sont réunies en un volume que Trutat donne en exemple pour les conférences destinées aux enfants des écoles, p. 6.
45. Eugène Trutat, *op. cit.*, p. 5-6. L'auteur du *Traité général des projections*, Eugène Trutat, qui officie également dans la salle des Arts et Métiers, est l'un de leurs conférenciers attirés.
46. Qu'ils rédigent eux-mêmes comme Molteni ou font écrire et publier dans des collections consacrées aux techniques et aux usages de la photographie, par exemple chez Gauthier-Villars, l'éditeur spécialisé de ce secteur.





La lumière des images : lanterne magique et arts de projection

47. A. Molteni, *Instructions pratiques sur l'emploi des appareils de projection, lanternes magiques, fantasmagories, polyoramas, appareils pour l'enseignement fabriqués par A. Molteni*, Paris, Molteni, 1892, 4^e éd.
48. Par exemple catalogue E. Mazo, 8, boulevard Magenta, Paris, *Fabrique d'appareils, d'accessoires et de vues pour la projection*, catalogue n° 34, 15 novembre 1905-1906.
49. Isabelle Saint-Martin, *Voir, savoir, croire : catéchismes et pédagogie par l'image au XIX^e siècle*, préface de Ségolène Le Men, Paris, Champion, 2003.
50. Voir Bruno Béguet, *La Science pour tous. Sur la vulgarisation scientifique en France de 1850 à 1914*, Paris, bibliothèque du Conservatoire national des arts et métiers, 1990, p. 129.
51. Philippe Kaenel, « Affiche et électricité : entre beaux-arts et publicité », in Jacques Monnier-Raball, Philippe Kaenel et Giorgio Fonio (éd.), *Autour de l'électricité. Un siècle d'affiche et de design*, Lausanne, Éditions de La Tour, 1990.
52. « Au lieu des études arides faites dans les livres, et des efforts pénibles qu'exige l'assiduité d'un cours, n'est-il pas plus agréable d'entendre dérouler, en quelques heures, un tableau artistement préparé, et qui nous fait passer devant les yeux les plus étonnantes merveilles, et cela dans un style approprié au but qu'on se propose, pas trop hérissé de termes techniques ni de preuves scientifiques, contenant toujours un exorde engageant et n'oubliant jamais le bon mot de la fin. », écrit H. Haran en 1867 à propos des conférences, texte cité par Bruno Béguet, *La Science pour tous...*, *op. cit.*, p. 134.
53. Annie Renonciat, *Images lumineuses. Tableaux sur verre pour lanternes magiques et vues sur papier pour appareils de projection*, collections du Musée national de l'éducation, Institut national de la recherche pédagogique, Musée national de l'éducation, Rouen, 1996.
54. Jean-Jacques Tatin-Gourier (dir.), « La Lanterne magique, pratiques et mises en écriture », *Cahiers d'histoire culturelle*, 2, 1997, Tours, Presses de l'université de Tours.



**ENTENDRE LA LUMIÈRE***Violaine Anger (1983 L)*

Longtemps productrice à France Musique, France Culture, puis Radio Classique, elle a enseigné au Conservatoire national supérieur de musique de Paris. Elle est aujourd'hui maître de conférences habilitée à l'université d'Évry-Val d'Essonne et maître de conférences associée à l'École polytechnique.



« **E**st-ce la lumière que j'entends ? » s'écrie Tristan au troisième acte de l'opéra de Richard Wagner. Blessé, mourant, il attend Isolde dont il vient d'entendre la voix. C'est alors que la torche du jour s'éteint, et que, dans la nuit, invisible, il peut entendre la « vraie » lumière.

Cette métaphore ne laisse pas de surprendre : la lumière, visible, ne saurait relever du sens de l'ouïe. Plus encore que la métaphore de la couleur, elle déconcerte : on peut en effet accepter assez facilement d'entrer dans un domaine métaphorique mêlant les sens ; un parfum clair, un vin raide, un timbre coloré. Mais une métaphore impliquant la lumière, dans sa généralité, va au-delà d'une équivalence entre la vue et l'audition : elle prend une connotation métaphysique, ontologique, qui est d'ailleurs pleinement présente dans l'exclamation de Tristan : la voix d'Isolde est la lumière parce qu'Isolde, complémentaire exact de Tristan, est seule à chanter une mélodie qui rejoint l'antique mélopée que Tristan a écoutée lors de sa naissance, cette mélopée qui était pour lui le lien entre le monde d'ici bas et le monde d'avant la naissance, c'était le monde d'avant l'individuation, monde du grand « Tout » auquel l'amour véritable pour Isolde, c'est-à-dire leur mort transsubstantiée, va lui permettre de retourner. La voix qu'il entend est donc métaphoriquement « lumière », au sens où elle le fait accéder à la joie ; mais il faut entendre aussi cette métaphore littéralement, matériellement : vibration, elle est aussi cristallisation de la vibration du monde ; la joie à laquelle elle fait accéder est la vraie vie, c'est-à-dire la vraie mort. Il n'est donc pas incongru de parler d'une voix qui est lumière : toutes deux ne sont qu'une seule et même vibration.

Pourtant, entre la parole d'un personnage d'opéra et notre propre expérience d'auditeur, il y a un monde. Ce sont d'autres expériences, assez célèbres dans le répertoire de la musique occidentale, qu'il faut aussi évoquer : Joseph Haydn, dans *La Création*, après nous avoir plongé dans le chaos par une longue introduction errante, nous fait entendre la création de la lumière. Dieu a dit : « Que la lumière soit ! » (« *Und es war LICHT* »), chante le chœur et, sur ce mot, un magnifique accord parfait s'élève de l'orchestre. Qu'est-ce qui fait, ici, entendre la lumière ? L'accord parfait, c'est-à-dire l'audition *claire* d'une musique claire, bien ordonnée, aux structures facilement perceptibles, même si les mots techniques peuvent manquer pour l'analyser ;





Entendre la lumière

l'apparition brutale, *fortissimo subito*, les timbres *éclatants* des cuivres et le court mouvement de l'orchestre, vers l'aigu, qui nous fait littéralement entendre la lumière qui s'étend une fois apparue. Timbre, volume, structure sonore, hauteur : voilà qui nous fait voir la lumière, qui nous fait aller des ténèbres vers la lumière.



Comment envisager la métaphore

Nous nous trouvons face à deux manières d'envisager la métaphore, qui sont deux façons d'appréhender le monde et le sensible : l'une, vibratoire, unifiant l'ensemble des perceptions visibles et audibles dans un seul et même phénomène ; l'autre, articulée, intellectualisée pourrions-nous dire, qui fait reposer la réalité de la métaphore sur une opération du sujet percevant.

Ces deux façons d'« entendre la lumière » sont extrêmement répandues. Stockhausen fait de l'approche vibratoire un credo reposant sur des bases scientifiques, la longueur d'onde pouvant devenir un élément commun entre la lumière, la couleur, le déroulement temporel et le son. Bien sûr, dans ce cas, la perception, qui rend justement hétérogènes ces phénomènes vibratoires est mise de côté, au profit d'une analyse parfois mystique du phénomène vibratoire pris comme un tout. Réflexions complexes et très fines dont son opéra cosmique et mystique *Lumière [Licht]*, inspiré par le *Livre d'Urantia* de William S. Sadler, est un aboutissement, prolongé par une dernière œuvre au titre évocateur, *Klang* – le son. Comme chez Wagner, la sacralité d'une telle approche est patente : à partir de cette conception du sensible, il n'y a plus de différence entre la réalité, l'art et la religion. Avant lui, Scriabine, dans son *Prométhée*, a exploré des idées voisines. Mais l'idée d'un travail très fin sur les timbres de l'orchestre, accompagné par un mouvement du grave à l'aigu, pour figurer le lever du jour, le lever du soleil, l'apparition d'une lumière a été souvent reprise, de Berg (*Wozzeck*) à Ravel (*Daphnis et Chloé*), Strauss (*Ainsi parlait Zarathoustra*), Moussorgski (*Une nuit sur le Mont Chauve*), Saint-Saëns (*Samson et Dalila*) et bien d'autres. Haydn lui-même n'en est pas l'inventeur, et le XVIII^e siècle nous fournit des exemples célèbres – Rameau (*Castor et Pollux*), Marmontel (*Les Incas*) et d'autres encore.

Comment peut-on articuler le son et la lumière ?

Articuler le son et la lumière ?

Marin Mersenne nous aide à poser le problème. Dans son traité, *L'Harmonie universelle*, cet ami de Descartes, grand lecteur de sa *Dioptrique*, articule de façon scientifique le son et la lumière. Il est heureux de pouvoir analyser le son, et notamment le phénomène de l'écho, à la manière dont Descartes a réussi à rendre compte du parcours de la lumière. Quelle que soit la validité scientifique de ses résultats, aujourd'hui contestée, la démarche nous intéresse : tenter de comprendre la propagation du son avec les outils intellectuels qui ont permis de comprendre certains aspects de la diffusion de





la lumière. Ainsi, aux yeux de Mersenne, des phénomènes jusque-là inexplicables, qui donnaient des arguments aux défenseurs d'une nature animée et vivante, pouvaient recevoir une explication rationnelle, vérifiable, quantifiable : toute magie, tout reste de paganisme pouvait être écartée, et la conception chrétienne du monde triomphait. Le monde était bien inanimé, dépourvu de toute vie propre, s'offrant à une approche non idolâtre et à la compréhension modélisante de l'homme, lui-même image de Dieu. La capacité à reproduire ce monde, par des machines ou par l'imitation artistique ou, mieux encore, la capacité de l'homme à fabriquer des instruments de musique, attesterait alors de l'intelligence humaine qui sait maîtriser les lois qu'elle a mises en évidence ; ce serait une preuve supplémentaire validant ce modèle du monde, dans lequel la matière est pensée d'abord comme homogène, quelles que soient ses qualités, lumineuses ou audibles. Pouvoir analyser le phénomène de l'écho de la même façon que la propagation lumineuse serait donc la preuve du bien-fondé d'une démarche intellectuelle ; mais cette démarche ouvre aussi la voie à un imaginaire visible du son qui, avec le développement extraordinaire des instruments de musique et de la musique instrumentale, a ensuite donné lieu à des réalisations musicales de premier ordre.

Le visible et l'audible, l'invisible et la matière

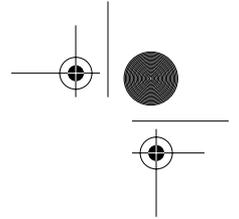
Avant Mersenne, bien avant le XVII^e siècle, l'articulation entre le visible et l'audible, et plus précisément entre le son et la lumière, avait déjà été réalisée.

Augustin, aux lendemains de sa conversion, analyse « le son qui est comme la lumière de la musique¹ ». Quel que soit le flou qui est ensuite proposé entre la lumière et les couleurs, cette démarche suppose de se focaliser sur la perception qu'un individu unique peut avoir du son. C'est le sujet humain seul qui perçoit les couleurs et la musique, c'est lui qui entend le son et voit la lumière, et c'est lui qui établit cette analogie : c'est dans cette articulation intérieure que se trouve leur unité :

Il y a unité des différents sens. À l'extérieur, dans le corps, la parole est une chose et la vision une autre ; mais à l'intérieur, quand nous nous les représentons, elles sont une seule et même chose. Tout comme l'audition et la vision sont deux choses différentes l'une de l'autre dans les sens du corps, dans l'âme raisonnable, ce n'est pas une chose d'entendre et une autre de voir².

N'oublions pas la tradition vétéro-testamentaire qui sépare la voix de l'image. N'oublions pas non plus la tradition grecque qui sépare les idées de leur existence sensorielle. Ici, voix et image, visible et audible, sont pensées dans leur liaison intime, mentale mais non abstraite. Notons que la tradition de l'icône byzantine, en revanche, attire moins l'attention sur l'audition. Les Byzantins préférèrent insister sur le fait que voix et image sont complémentaires dans leurs différences, à la façon des homonymes : comme les mots qui sonnent pareil mais n'ont pas du tout le même sens, de même





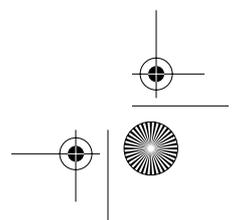
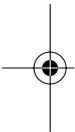
Entendre la lumière

la « réalité » qu'écrit l'icône est comme le son de ces homonymes, elle est rendue visible par les inscriptions visuelles (figures des saints) et auditives (noms des saints qui accompagnent ces figures)³. Le visible et l'audible, juxtaposés, se rejoignent en ce qu'ils renvoient à une seule et même chose, mais restent hétérogènes. En tout cas, nous appartenons à une culture qui s'est donné les moyens intellectuels de concevoir audible et visible comme relevant d'une seule et même matière.

Mais pourquoi le grave évoquerait-il les ténèbres, et l'aigu la lumière du soleil à son apogée ? Il faut pour cela suivre l'évolution de la métaphore. Si le son et le visible sont une seule et même chose dans l'image intérieure que nous nous faisons du sensible, encore faut-il s'intéresser à la façon dont le son rend visible. Il y a un lieu où cette relation est travaillée, c'est la partition musicale : un son « grave », c'est-à-dire « lourd », est situé en bas ; un son « aigu », c'est-à-dire « piquant » est situé en haut. On peut imaginer beaucoup de métaphores pour les sons : lointain/proche (comme pour les cordes d'un instrument) ; long/court ; sale/propre ; paternel/maternel ; pointu (aigu)/mat⁴... Pourquoi, comment, un son peut-il être « haut » ou « bas » ?

Haut et bas : le son devient visible

La partition musicale occidentale, qui commence à être élaborée vers le VIII^e siècle, suppose cette analogie. L'être humain qui chante – qui chante, par exemple, les nombreux textes de la Parole dans tous les offices que le christianisme triomphant allait répandre – fait mouvoir ses inflexions. Dans son corps chantant, certaines de ces inflexions sont émises du côté de la tête, et d'autres, orientant son larynx vers le bas, font résonner sa poitrine. Le corps déclamant la Parole est donc un corps orienté, tendu entre le haut et le bas, dans une opposition que par ailleurs les Écritures et les Pères de l'Église ne cessent de travailler. Il y a les choses d'en haut et les choses d'en bas, la terre et le ciel, et tout simplement l'un des axes de la croix. Comment dès lors rendre visible le son ainsi spatialisé ? Il faut établir l'homologie entre la feuille de papier ou de parchemin, le support⁵, déjà orienté de gauche à droite par l'écriture, et le corps déclamant la Parole. Un petit trait oblique tracé de bas en haut et de gauche à droite, la *virga*, sera donc une image adéquate de ce mouvement de la voix. Image et non pas seulement signe : l'homologie permet en effet de donner une qualité visible au son, qui fait que n'importe qui, même peu au fait des grandes subtilités de notation de la musique occidentale, peut comprendre en suivant la ligne d'une mélodie simple que « ça monte » et que « ça descend ». Il reconnaît les grands mouvements d'une partition, de même qu'il reconnaît à sa ressemblance formelle le dessin d'une figure humaine avec ses yeux, son nez et sa bouche⁶. N'importe qui : ceux qui ont intégré cette homologie. Les professeurs de chant et de solfège savent que ce n'est pas si évident. Cette homologie est également d'une richesse potentielle considérable : il



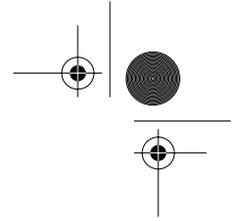


suffit ensuite de graduer le papier pour pouvoir reporter visuellement les hauteurs précises qui ont été entonnées : le plan affine est né.

Il est clair que cette homologie n'est pas neutre : voilà une façon très particulière d'appréhender le sensible, et le corps en particulier. Épurer le corps jusqu'à en faire un signe de croix parlant, orienté de gauche à droite et de bas en haut, n'est pas innocent. Cela relève d'un mouvement de pensée très profond, le même qui pense un pain un peu particulier, rond comme pièce de monnaie, en tant que corps vivant⁷ ; et d'une façon plus large, elle relève de ce mouvement de pensée très puissant qui consiste à analyser le réel en termes très épurés, quantifiables mais suffisamment concrets pour donner lieu à sa reproductibilité : construire des machines, élaborer des modèles : la partition musicale occidentale est sans doute la première grande réalisation intellectuelle de ce type. Et c'est elle qui construit l'analogie bas/haut – grave/aigu –, *high/low* – *tieffhoch* –, qui va permettre de « voir » le lever du soleil dans un mouvement d'orchestre approprié. Les Byzantins n'ont pas suivi cette manière de noter la musique. Sans méconnaître cette orientation bas/haut, ils n'ont pas suivi la démarche supposant une analogie entre la matière du corps et celle de la feuille de papier, et ont élaboré une notation qui signifie les mouvements orientés de la voix sans en donner d'image visible. Ils ne demandent pas non plus à la musique de créer de l'inaudible, ou de leur faire voir l'audible : ils veulent seulement qu'elle magnifie la Parole.

La civilisation occidentale a privilégié les recherches pour rendre visible le son. Notre culture fait partie de la très petite minorité qui a choisi d'écrire sa musique ; et, de façon plus originale encore, elle a inventé une écriture musicale telle qu'elle dépasse largement la notation aide-mémoire et permet de créer des assemblages inouïs de sons. Alors que le type du musicien aveugle est assez fréquent (cela permet d'attirer l'attention sur l'hétérogénéité entre le visible et l'audible), nous sommes peut-être les seuls à avoir accepté et admiré un musicien sourd⁸. Manière éclatante d'affirmer que l'art des sons relève aussi bien d'un clavier intérieur que de ce qui frappe notre oreille. Pour affirmer cela, il est donc impératif non seulement d'avoir une image mentale sonore très élaborée, mais aussi de pouvoir en donner une image visible dont le lien avec le sonore est suffisamment clair pour que l'on puisse imaginer avec une bonne approximation le sonore à partir du visible. Pour dire les choses autrement, le roi qui choisit son épouse en triant des portraits de princesses a beaucoup plus de chances de se tromper sur l'original que le musicien qui lit une partition – alors que la princesse est visible, tandis que ce à quoi la partition renvoie ne l'est pas. Et sonagrammes, phonogrammes de tous ordres rendent visibles aujourd'hui des phénomènes quasiment inaudibles, même si leur déchiffrement n'a rien de l'évidente opposition haut/bas. Ne demandons pas au roi de dessiner la princesse idéale : il ne la trouverait pas. C'est pourtant ce que font tous les compositeurs : ils pourront entendre le son inouï ainsi imaginé.





Entendre la lumière

Comment a-t-on rendu visible un son ? En élaborant un paramètre sonore qui était aussi spatial, puis en pensant que le support du son et celui de l'image sont de même nature. Ce mouvement de bas en haut, bien repéré comme articulé à la spatialisation de l'activité parlante rendue visible, n'a pas de lien immédiat avec la lumière. Tout au plus, peut-il nous amener à l'idée que monter, c'est aussi aller vers le supérieur, c'est-à-dire vers la lumière. Revenons à présent à la question première : non plus « comment rendre visible la musique », mais « comment la musique peut-elle nous faire voir » ?



Matière sonore et figuration

Il semble qu'il faille attendre le XVIII^e siècle pour « voir » la lumière à l'orchestre. Un peu avant, le mouvement des voix des *Leçons de ténèbres* ou de quelques pièces pour clavecin l'avait déjà suggérée. Mais la *lux eterna*, la lumière éternelle évoquée depuis le haut Moyen Âge dans le *Requiem*, par exemple, ne semble pas avoir donné naissance à ce que l'on appelle un figuralisme, c'est-à-dire le déploiement d'une analogie simple entre ce dont on parle et ce que l'on entend. Il aurait été facile de rendre par un mouvement du bas vers le haut les mots évoquant la résurrection des ténèbres vers la lumière. Certaines pièces célèbres l'ont fait⁹, mais à l'époque baroque seulement. Des études lexicales montrent comment ces métaphores, et le lien entre grave-sombre et aigu-clair, s'installent progressivement entre 1500 et 1800, attestant une attention grandissante pour la *matière* du son¹⁰.

Pour que la musique fasse voir, il faut en effet qu'on lui donne la mission de le faire : on doit lui demander de *figurer*, à l'égal d'une image visible. Ce n'est pas le cas au Moyen Âge, où, pour dire les choses rapidement, on attend du son qu'il magnifie la Parole en rendant sensibles, c'est-à-dire audibles, les structures mathématiques de l'univers.

Mersenne et le XVII^e siècle cherchent les lois mathématiques qui régissent à la fois le son et la lumière. Ils invitent ainsi la musique à imiter le monde : imiter ce que l'on entend – les oiseaux, les galops des chevaux, les orages, la montée vers la lumière du ciel –, imiter les inflexions de voix de celui qui montre ses propres émotions lorsqu'il parle : bref, le monde est une substance étendue, qu'il faut connaître au moyen de lois vérifiables par l'expérience, et l'élaboration sensible du sonore doit montrer, par sa propre capacité à imiter le monde, la validité du nouveau modèle de connaissance qui est alors exploré. *Ut pictura, poesis* : peinture, poésie, musique, les trois Beaux-Arts, relèvent aussi du domaine de la connaissance, connaissance du sensible, connaissance des passions humaines. La musique peut et doit figurer.

On s'aperçoit bien vite que la musique n'a pas besoin de mots pour figurer, et qu'elle dispose de ressources imitatives nombreuses, plus nombreuses peut-être que les mots. Par ailleurs, plus qu'un modèle montrant la compréhension des lois physiques





du monde, permettant l'imitation et la construction de machines mécaniques – de même que les idées peuvent être imitées par des mots, des images ou des sons –, apparaît la conviction que c'est dans la structure même de la matière, dans son auto-organisation, qu'il faut chercher l'intelligible. Voilà qui parle directement aux musiciens, émerveillés certes par les pouvoirs imitatifs immédiats de la musique, mais habitués à considérer un son en soi, dans ses seuls liens avec les autres sons. Voilà qui va permettre de comprendre, par le travail sur les sons, l'organisation de la matière et, inversement, la compréhension de ce qu'est la matière pourra influencer sur les manières d'organiser le son. La musique instrumentale pourra se penser de façon autonome, à l'égal de la musique chantée avec un texte, à l'égal de la peinture qui va bientôt essayer de se comprendre elle-même comme la musique. Les questions portant sur la nature du son et de sa matérialité vont donc être posées avec plus d'acuité. Comprendre l'ambition d'« entendre la lumière » nous invite en fait à une histoire de la matière et des théories de la connaissance.

Débats sur la nature du son – donc sur la nature de la lumière

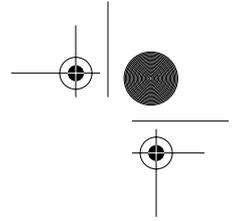
L'une des réponses serait de dire qu'un son est le prolongement de notre réaction face au monde. Sinon, ce n'est qu'un bruit. Le son, d'abord cri et exclamation, est une matière affective. C'est ainsi qu'on va pouvoir, en musique, écouter le silence, écouter la nuit et entendre la lumière : on écoute la réaction sonore que l'on a face au silence ou à l'apparition de la lumière. Joseph Haydn, dans *La Création*, œuvre emblématique composée à un moment charnière (1800), représente la création de la lumière. C'est peut-être quand la musique est ramenée à sa matérialité signifiante – en l'occurrence à l'intensité de la sonorité dans un extraordinaire *fortissimo subito*, suivi d'une immense cadence parfaite – qu'elle atteint sa plus grande puissance mimétique. La musique ne nous fait pas entendre la lumière, elle nous fait percevoir l'effet psychologique de l'apparition de la lumière.

Les métaphores d'un son « clair » ou « sombre » viennent plus tard : il faut d'abord se donner les moyens intellectuels de comprendre comment on peut rendre visible par le son. C'est alors la matérialité du langage que l'on va s'efforcer de penser selon le modèle des sons musicaux. Même les voyelles sombres ou claires, qui font le désespoir de Mallarmé¹¹, semblent ne pas avoir été dénommées ainsi avant la fin du XVIII^e siècle, dans les traités de bel canto italiens. Ou comment on peut entendre la lumière.

Une autre réponse, celle de Wagner par exemple, est d'affirmer que la matière même du son *est* la matière lumineuse, tout simplement parce que les structures vibratoires sont communes. Nous avons suggéré quelques œuvres allant dans cette direction.

Par le moyen du son, nous devenons directement sensibles à ces réalités qui autrement ne sont appréciables à notre esprit que par un rapport au monde de la dimension :





Entendre la lumière

la vitesse, la distance, le haut, le bas, le continu, l'interrompu, le direct, le latéral, le lourd, le léger, le simple, le composé, etc., disait Paul Claudel¹².

Ces deux réponses, de toutes façons, impliquent un intérêt renouvelé pour la *matière* du son. D'une capacité à *figurer*, acquise selon un processus intellectuel complexe déjà évoqué plus haut, le son devient matière, mais matière immatérielle puisque entièrement liée à la mémoire : son rapport avec la lumière n'en apparaît que plus étroit.

Il est clair en tout cas que l'analogie entre un son et un signe visible lumineux est devenue quotidienne : les sinusoides se déployant aujourd'hui sur l'écran des ordinateurs lorsque l'on cherche à analyser le son sont déjà une visibilité lumineuse du son, autre façon, après la notation musicale, d'explorer les liens entre le visible et l'audible, entre l'invisible et la matière. Cela ne débouche pas sur des œuvres directement imitatives, qui nous fassent « entendre la lumière ». Mais l'idée est très présente chez les compositeurs du XXI^e siècle, où l'histoire du son, de la lumière et de la matière sont intimement liées, autour de la recherche de structures communes. L'une des plus grandes œuvres du XX^e siècle, de ce point de vue, est peut-être *Lux aeterna*, de Ligeti : continuum pour chœur, dans une structure faite de micro-intervalles très précisément articulés les uns aux autres. La lumière n'est plus figurée, sa matière même devient audible. À l'opposé, si la musique byzantine, pour revenir à elle, nous fait « entendre la lumière », c'est dans l'« ison », le bourdon immuable, fond sonore d'où surgissent les formes mélodiques chantées.

Entendre la lumière suppose donc de concevoir un continuum entre le visible et l'audible, entre l'invisible et le visible. La nature de ce continuum est sujette à discussion : relève-t-il de l'Être ou est-il construit par l'œil humain, « source de la lumière¹³ » ? Nous ne trancherons pas ici dans ce débat qui dépasse l'ontologie pour aborder les régions de la foi. Y a-t-il d'autres manières d'« entendre la lumière » ?

Peut-on « entendre la lumière » ailleurs qu'en Occident ?

C'est ce qui, étonnamment, est problématique. Il semble que cette métaphore, pour nous assez quotidienne, soit plutôt circonscrite à notre culture. On trouve ailleurs dans le monde des liens entre la lumière et le son. Le bouddhisme, notamment, semble avoir développé l'idée d'une « voix claire » (*sabDavidja*) dont les avatars, à travers la Chine, sont arrivés jusqu'au Japon. Le mot « clair » apparaît ainsi dans l'appellation d'une grande catégorie de chant religieux du bouddhisme japonais, le *shōmyō*. On traduit généralement ce terme par « science des sons », mais la traduction littérale se décompose en deux caractères, « son » (ou « voix ») et « clair ». Cependant, cette « clarté » ne semble pas ne pas impliquer que la musique ou le son puisse nous *faire voir* la lumière ; il s'agit bien davantage d'un programme vers l'illumination personnelle,





sans qu'y soient présentes les oppositions nuit/jour, ténèbres/obscurité que nous entendons immédiatement dans l'idée de voir la lumière. D'autres musiques, au Japon, sont liées à l'apparition de la lumière, le *hayachine kagura* rappelant, entre autres, le chant et la danse d'une jeune déesse qui réussit à faire revenir la déesse du soleil en colère.

On trouve également en chinois l'opposition *qing* et *zhuo* : mais cette clarté semble plus renvoyer à une métaphore de propreté, et s'appliquer à des sons qui coulent comme de l'eau claire, ou qui sont sales comme une eau trouble. Ils servent à désigner un type d'accord, dans l'emploi des échelles, et n'ont pas les mêmes connotations que ces métaphores occidentales. On trouve encore un mot chinois, *liao liang* : *liao*, pur, clair, cristallin, mélodieux, harmonieux, et *liang*, brillant, lumineux, luisant, clair, sonore. Ces deux manières de parler seraient attestées de façon très ancienne. Mais ces termes n'ont rien à voir avec notre métaphore haut/bas, lumineux/sombre, ni avec le lent processus qui a permis d'aboutir à l'idée d'« entendre la lumière ».

Une étude comparée sérieuse et rigoureuse s'imposerait cependant pour fonder ce qui n'est pour l'instant qu'une intuition. On peut noter par exemple que *qing* et *zhuo* sont aussi deux sections de l'air entre le ciel et la terre, ont un lien avec la séparation *yin* et *yang*, et désignent également des accouplements de consonnes, sourdes et sonores : bref, toute une anthropologie se dessine derrière ces métaphores indiennes, japonaises, chinoises du son... qui restent toutefois, semble-t-il, étrangères à l'idée de faire « entendre la lumière » – à moins que la lumière ne relève pas exactement du même imaginaire...

Entendre la lumière : une théorie de la connaissance

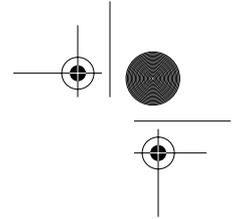
« Entendre la lumière », cette expression mystérieuse sonne aussi comme un programme de recherche.

N'aurait-il pas été sous-entendu dans les développements scientifiques dont nous avons balayé à grands traits l'histoire ? Voir la musique, faire en sorte que la musique fasse voir, comprendre la matière... tout cela s'inscrit dans une histoire de la connaissance. Cela suppose en tout cas une hétérogénéité de nos sens et que l'un puisse être la métaphore de l'autre. Cela suppose une conception de la matière, donc du rapport au langage, à l'image, au corps... Après Tristan qui entend la lumière dans une voix, Apollinaire parle de « la voix que la lumière fit entendre » à propos d'Orphée¹⁴ : toutes les réponses à ce « programme de recherche » n'ont pas encore été explorées.

Notes

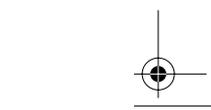
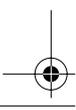
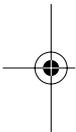
1. Saint Augustin *De musica*, VI (XIII, 38).
2. Saint Augustin, *De trinitate*, XV, 18.





Entendre la lumière

3. Marie-José Mondzain, *Image, icône, économie*, Paris, Le Seuil, 1996, p. 132-133.
4. Marie-Élizabeth Duchez, « La représentation spatio-verticale du caractère musical grave-aigu et l'élaboration de la notion de hauteur de son dans la conscience musicale occidentale », *Acta musicologica*, 51, janv.-juin 1979, p. 54-73.
5. Anne-Marie Christin, *L'Image écrite ou la déraison graphique*, Paris, Flammarion, 2001.
6. Marie-José Mondzain, *Image, icône, économie, op.cit.*, p. 200 sq.
7. Jean-Louis Schefer, *L'Hostie profanée*, Paris, POL, 2009.
8. Et ce n'est sans doute pas un hasard qu'il ait justement vécu à la charnière du XVIII^e et du XIX^e siècle.
9. Johann Jakob Froberger, *Lamento sur la mort de Ferdinand IV*.
10. Annelise Liebe, « Tonhöhe und Tonhelligkeit in sprachwissenschaftlicher Deutung », *Archiv für Musikwissenschaft*, 17 Jahrd, H 2/3, Franz Steiner Verlag, 1960, p. 193-213.
11. *Jour est sombre, nuit est clair* : les mots sont arbitraires et ne portent pas l'affect que leurs voyelles suggèrent. Bach utilise les « i » pour les cris (*Kyrie*), et Mozart pour les rires hystériques (*L'Enlèvement au sérail*). La métaphore de clarté associée au « i » n'est pas unique, même si elle a des fondements acoustiques que l'évolution de la conception du son et de sa visibilité permet justement de comprendre.
12. *Ceuvres en prose*, Jacques Petit et Charles Galpérine (éd.), Paris, Gallimard, 1965, p. 155.
13. Plotin, *Ennéades*, IV, 5.
14. *Le Bestiaire*, « Orphée ».





LUMIÈRE ET ONTOLOGIE

« DANS TA LUMIÈRE, NOUS VERRONS LA LUMIÈRE »

Jean-Robert Armogathe (1967 I)

Dès sa sortie de l'École, Jean-Robert Armogathe entre à l'École pratique des hautes études, sciences religieuses. Il y enseigne l'histoire des idées religieuses et scientifiques dans l'Europe moderne et collabore à des centres d'études sur le XVII^e siècle à l'université du Salento (Lecce, Italie) et à l'université fédérale de Minas Gerais (Belo Horizonte, Brésil). Prêtre depuis 1976, il est aumônier des élèves de l'ENS (depuis 1981) et supérieur du foyer d'études Bossuet (105 garçons, lycées et classes préparatoires).



Dans *Ta lumière, nous verrons la lumière, In lumine Tuo videbimus lumen* : le verset 10 du Psaume 36 (35 Vulgate) m'a depuis longtemps rempli d'admiration et d'interrogation. Le poète hébreu s'adresse à Dieu, et affirme que la lumière de Dieu permettra aux élus, dans l'éternité, de voir la lumière. Si la métaphore lumineuse est fréquente dans toutes les religions (Zeus n'est-il pas le Dieu lumière, d'une racine signifiant « briller » ?), nous avons ici affaire à autre chose, à une intériorisation subjective de la lumière, d'une lumière que l'on voit, d'un regard sur la lumière. La lumière permet de voir, elle rend visibles les objets ; affirmer qu'on la voit est déjà un déplacement. Je pense qu'une grande partie de la pensée scientifique sur la lumière, des théories de la vision ou de la couleur ont été sinon directement inspirées, du moins stimulées par la méditation de ce verset biblique.

Les idées neuves ont surgi en Occident à partir de matrices conceptuelles, où la part de l'imaginaire biblique (et de l'équipement mental de la théologie biblique, juive et chrétienne) est considérable. Avec la double création, au livre de la Genèse d'une lumière primordiale (« *fiat lux !* ») suivie de celle des deux luminaires (le Soleil et la Lune), ce verset du Psaume 36 a joué un rôle décisif dans la constitution des théories physiques. L'histoire des commentaires de ce verset reste à faire, et elle serait longue. Je me bornerai à quelques sondages significatifs.

Le premier est chez Augustin (354-430), qui domine la vie intellectuelle occidentale par ses écrits authentiques comme par ses apocryphes (on ne prête qu'aux riches...).





« Dans Ta lumière, nous verrons la lumière »

Il cite au moins vingt-six fois le verset Ps 36, 10 : c'est pour lui, à chaque fois, une occasion de donner des éléments de théorie physique. Il explique que dans notre vision, ici-bas, la source (*fons*) et la lumière (*lumen*) sont différentes, ce qui ne sera plus le cas dans la vision béatifique : « nous ne sommes pas la lumière (*lumen*), mais nous sommes illuminés par Dieu » (*Confessions* 9, 4) ; « nous ne sommes pas naturellement la lumière (*lumen*), mais Dieu nous illumine par la lumière (*lumen*) » (*De fide et symbolo*). Un chapitre entier d'un commentaire (inachevé) de la Genèse porte sur les sens différents du mot *lux*. Dans ses commentaires sur l'Évangile de Jean, Augustin revient sur ce thème à plusieurs reprises, distinguant entre le *lumen* qui illumine (ou qui éclaire) et celui qui est illuminé : « Nos yeux, dit-il, sont appelés *lumina*, et cependant ils ne voient rien dans les ténèbres, alors que la lumière qui éclaire (*lumen illuminans*) est lumière pour elle-même et n'a pas besoin d'une autre lumière pour illuminer. » Augustin transpose cette distinction physique dans le domaine théologique : c'est la clarté divine qui provoque une illumination intérieure. C'est le Verbe divin, *lumen illuminans*, qui a rendu la Vérité intelligible à l'esprit humain, *lumen illuminatum*.

Augustin est mentionné comme une autorité par les auteurs classiques, qui appartiennent au corpus de référence en physique jusqu'au XVI^e siècle, voire jusqu'au XVII^e siècle. Ouvrons le petit *Traité sur la perspective* rédigé vers 1275-1277 par Johannes Peckham (v. 1230-1292), le maître franciscain oxonien qui finit archevêque de Cantorbéry (1279-1292) : Peckham (ou Pecham) y explique que la connaissance (scientifique) de la lumière créée est utile et nécessaire pour connaître quelques-uns des mystères de l'Écriture et la nature de la lumière incréée. À côté du grand opticien arabe al-Hazen (29 mentions), il cite comme autorités La Bible (17 fois) et saint Augustin (15 fois, et souvent par de longs extraits).

Il y aurait beaucoup à dire sur les commentaires médiévaux, mais je passe tout de suite aux origines des temps modernes, dans l'entourage de l'empereur Rodolphe II, à Prague : les milieux juifs, d'abord, autour du Maharal de Prague (Rabbi Yeouda Loew ben Bezalel, 1526-1609), développent l'idée d'une lumière centrale qui se diffuse dans l'univers : l'astronome David ben Salomon Gans (1541-1613) va systématiser cette théorie, annonçant la perspective mécaniste de Kepler (1571-1630). On sait que celui-ci a fondé sa théorie de l'optique en rapprochant les connaissances physico-mathématiques des connaissances anatomiques : en considérant l'œil comme une *camera obscura*, il a pu réduire à des rapports géométriques la circulation des rayons lumineux.

L'encyclopédique Comenius (1592-1670), réformateur religieux, pionnier de la pédagogie et physicien, a beaucoup utilisé les textes bibliques, ce qui n'a rien de surprenant, étant donnée l'entreprise de relecture religieuse de l'univers qui était la





sienne. Comenius est un encyclopédiste chrétien, dont la réflexion physique, en partie dépassée, se veut la transcription, le décodage évangélique, des descriptions bibliques. Une sentence de sa *Consultation catholique* résume clairement sa pensée : « Il appartient à la véritable humanité d'allumer pour les autres leur lanterne à partir de sa lumière : c'est même un acte divin que d'allumer des phares pour le monde. » (*Consultatio catholica*, VII, 9)

Du côté catholique, c'est François de Sales qui utilise le verset comme une métaphore opératoire : « Voyant le jour, écrit-il en 1604 à une dirigée, passez de la considération de la lumière corporelle à la spirituelle, ou bien de la temporelle à l'éternelle, et dites avec David : "Ô Seigneur, en votre clarté nous verrons la lumière". »

Je me suis aussi intéressé au poète anglais John Milton (1608-1674), dans *Paradise Lost* (1667) : on sait le rôle capital des métaphores lumineuses chez le poète aveugle, par ailleurs parfaitement au courant des théories scientifiques les plus récentes, par le cercle de Samuel Hartlib (1600-1662) comme par ses correspondants continentaux. La ténèbre primordiale, *the ancient night, eldest of things*, est positive, elle n'est pas la privation de la lumière, elle est *the palpable obscure*, les ténèbres sensibles *quas palpari queant* (Exode 10, 21 Vulgate). Les deux récits de la Création (celui d'Uriel et celui de Raphaël) permettent à Milton de proposer deux hypothèses : Uriel est un physicien pieux, pas très bien informé, qui tend à l'atomisme, tandis que Raphaël, est un métaphysicien, un physicien moderne aussi, qui expose au curieux Adam, en une demi-journée terrestre, tout le système du ciel. La lumière est le principe actif de la création, l'énergie infusée dans le Chaos par l'Esprit : le Soleil est à sa création *unlightsome*, il doit emprunter sa lumière à la lumière primitive. Comme le physicien Gilbert, Raphaël tient l'astre du jour pour le centre magnétique de l'Univers (même si Milton ne prend pas parti entre Tycho et Copernic).

Enfin, laissant de côté bien des exemples glanés chez les théoriciens de la vision et de la lumière, j'en arrive à Nicolas Malebranche, prêtre de l'Oratoire et académicien des sciences (1638-1715) : son apport aux problèmes d'optique est capital, et constitue sa principale contribution au progrès scientifique. S'appuyant sur un groupe d'amis physiciens et mathématiciens de l'Académie des sciences, Malebranche joua un rôle décisif dans la formulation d'une théorie toute nouvelle de la lumière, où la théorie corpusculaire cartésienne est remplacée par une théorie de type ondulatoire.

On peut distinguer trois étapes dans la formulation de ses théories : un état initial, où il se range au cartésianisme et suit la théorie des couleurs des *Principes* de Descartes (toutes les couleurs dérivent du blanc). La « crise » de 1678 provoque l'apparition, timide, mais nette d'un nouveau concept, signifié par un mot nouveau : *vibration*. Malebranche propose la théorie d'un phénomène vibratoire de la matière subtile qui est de type ondulatoire, et il explique que ces modifications de pression s'exercent





« Dans Ta lumière, nous verrons la lumière »

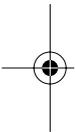
alternativement, en rond, de tous côtés, d'une manière plus ou moins prompte, ce qu'exprime bien le terme employé, *friser*, un mot technique du jeu de paume déjà employé par Descartes dans ce contexte. Le troisième moment de la théorie malebranchiste provient de la lecture, peu après sa parution (1706), de la traduction latine de l'*Optique* de Newton. Malebranche corrige son texte, montrant la nature complexe de la lumière blanche.

L'analogie qui a permis ce premier énoncé ondulatoire est celle du son. Le docte Oratorien écrit : « Il en est de la lumière et des diverses couleurs comme du son et des différents tons. »

L'origine acoustique de la théorie ondulatoire a des sources contemporaines de Malebranche, mais elle est déjà posée chez Augustin, qui rapproche souvent la lumière et la voix. Ajoutons que l'interprétation augustiniennne du Psaume 36, 15 est fréquemment reprise chez Malebranche et ses réflexions sur la physique de la lumière (et sa théorie des couleurs) sont étroitement liées, dans leur développement, à l'usage métaphysique du terme. À l'origine de sa pensée, on trouve sa lecture de l'Épître de Jacques (1, 17), où *Pater luminum* [*Père des lumières*] est rendu par « le Père de lumière ».

J'ai mené une enquête statistique des items *lumière(s)* et *éclairer* dans dix textes malebranchistes traitant de la *vision en Dieu*, entre 1674 et 1712 : on y constate que l'année 1678 est capitale ; c'est alors que se situe la polémique sur la lumière (ignorée jusqu'à la publication par André Robinet en 1977 du manuscrit 2209 de la bibliothèque Sainte-Geneviève, un écrit d'un P. Anselme de Paris, qui est inconnu par ailleurs). Alors que Malebranche était parti d'un point de vue où la lumière naturelle n'éclairait pas d'elle-même (*lumen illuminatum* : c'est l'application physique du Psaume 36), il accepte désormais d'envisager un *lumen illuminans*, mais qui ne permet la connaissance des objets que s'il rencontre une illumination intérieure. Malebranche progresse dans sa connaissance de la lumière et dans ses théories : *lumen illuminatum*, d'abord, dans une perspective très platonicienne, au début, puis le passage à un augustinisme néoplatonicien (*lumen illuminatum*), avec la convergence de la lumière divine et de l'illumination intérieure.

L'importance que la lumière intérieure revêt chez Malebranche est d'ailleurs mise en relief par une vive polémique autour d'un de ses disciples : ce sont souvent les ennemis qui soulignent les traits saillants d'une œuvre. John Norris (1657-1711) ayant présenté aux lecteurs anglais dans ses *Réflexions sur la conduite de la vie humaine* (1690) l'essentiel de la théorie malebranchiste de la connaissance (la vision en Dieu), il fut obligé de se défendre, en montrant que cette théorie n'avait rien à voir avec celle des Quakers, sur la lumière intérieure. La discussion qui s'ensuit montre bien comment les lecteurs de la seule *Recherche de la vérité* pouvaient percevoir la théorie





malebranchiste de la connaissance comme un appui philosophique à la thèse théologique de l'illumination personnelle.

Il y aurait encore beaucoup à écrire autour de cette « prégnance » biblique qui porte en elle tant de concepts de la science moderne : lumière du Thabor, éclairage de la Jérusalem céleste, sans Soleil ni Lune, rapport à la cécité (et place des miracles de guérison dans la jurisprudence canonique des procès de béatification, avec l'attention à la guérison « en deux temps » de l'aveugle-né, image de l'œil divin (ou celui de la Loi, qui poursuit Caïn dans sa tombe...)). Ce foisonnement nous renvoie à la pensée mythique, si riche et si féconde, qui ne relève pas de l'antiscience, ni d'une science « primitive », mais qui contient en elle les germes de la pensée moderne en lui fournissant des images, des schémas, des expressions et des cadres logiques¹.

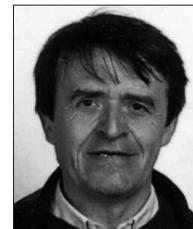
Note

1. Je me permets de signaler deux ouvrages qui ont abordé ce thème de manière complémentaire : Amos Funkenstein (1937-1995), *Théologie et imagination scientifique du Moyen Âge au XVII^e siècle*, Paris, PUF, 1995 et Jean-Robert Armogathe, *La Nature du monde : science nouvelle et exégèse au XVII^e siècle*, Paris, PUF, 2007. Sur Malebranche physicien, voir l'étude d'André Robinet, parue en 1970. Voir aussi Marsile Ficin, *Métaphysique de la lumière, quatre opuscules de 1476-1492*, Chambéry, Éditions l'Act Mem.

LES LUMIÈRES : UN PLURALISME EN DEVENIR

Jean-Jacques Tatin-Gourier

Professeur de lettres modernes à l'université François-Rabelais de Tours et directeur de l'équipe « Histoire des représentations », il a notamment travaillé sur les thèses politiques des Lumières et sur leur réception à l'époque révolutionnaire.



Lantithèse des Lumières et de la lumière a été maintes fois soulignée : œuvres de l'intelligence et du travail des hommes, appelées à une diffusion horizontale et parfois dangereusement réversible, les Lumières s'opposent nécessairement à la lumière de la vérité révélée, qui s'impose dans sa verticalité et ignore toute précarité. En 1754, dans ses *Pensées sur l'interprétation de la nature*, Diderot écrit :

Nos travaux doivent avoir pour but, ou d'étendre les limites des places éclairées, ou de multiplier sur le terrain les centres de lumières. (XV)

Les Lumières seraient foncièrement plurielles parce qu'issues de recherches fondées sur le refus de toute tutelle qui prétend à une autorité sans partage. L'œuvre de Diderot





Les Lumières : un pluralisme en devenir

témoigne par excellence de cet esprit de liberté : de l'*Encyclopédie* ouverte à de multiples points de vue aux dialogues philosophiques où les prétentions de la raison à ordonner et modeler le monde sont mises en question par les expériences les plus solitaires et les plus marginales. Le *Neveu de Rameau* nous éblouit notamment par son écriture et sa mise en scène du dialogisme des Lumières.

Mais l'œuvre de Diderot constitue-t-elle la quintessence ou l'exception des Lumières ? Il faut de plus rappeler que la plupart des dialogues de Diderot qui nous fascinent, demeurèrent inconnus des lecteurs du XVIII^e siècle ou eurent une diffusion très limitée, voire confidentielle. Enfin, on ne peut oublier que Diderot se ferma tout à fait à un certain discours de l'Autre : aux mises en question historiques, politiques et éthiques d'un Rousseau craint et vilipendé jusque dans la grande œuvre de la vieillesse de Diderot, l'*Essai sur les règnes de Claude et de Néron*.

Il importe de rappeler que, chez les philosophes du XVIII^e siècle eux-mêmes, le rêve d'une unité des Lumières postulait un refus souvent résolu, voire véhément de tout pluralisme. L'image des Lumières dans laquelle nombre d'écrivains philosophes se reconnurent interféra en fait souvent avec l'imaginaire traditionnel et religieux de la Lumière, de la Vérité révélée. Chez Voltaire, comme chez Rousseau (et sur des points évidemment différents voire opposés) les références à une vérité incontestable tendent à se multiplier au fil des divergences qui s'affirment, des contradictions qui se creusent. S'il est un dogmatisme, voire un sectarisme des Lumières, c'est peut-être dans l'affrontement des divergences internes qu'il faut avant tout le déceler.

Au sein des Lumières, les dynamiques inverses de resserrement et d'ouverture semblent donc alterner. En 1764, au terme d'une période marquée par une offensive dévote et antiphilosophique sans précédent (de l'attentat de Damien et la condamnation du traité matérialiste de l'Esprit d'Helvétius en 1757 à l'affaire Calas en 1762), l'heure est indiscutablement venue pour Voltaire de resserrer les rangs du camp philosophique qu'il estime menacé. Première déviance résolument et dédaigneusement ignorée : les problématiques historiques et politiques d'un Rousseau dont la condamnation pour l'*Émile* et le *Contrat social* n'a pas suscité la moindre prise de position solidaire chez les encyclopédistes. Le « Portatif » minimise par ailleurs très nettement le danger du matérialisme athée. Voltaire, plus que jamais atterré par les résurgences d'un fanatisme religieux qu'il a cru un moment affaibli, n'évoque guère, dans la notice « Athée, athéisme » du *Dictionnaire philosophique*, que les accusations calomnieuses d'athéisme qui ont permis, depuis Socrate, d'éliminer les philosophes et les esprits libres. Face aux menaces redoublées du camp adverse, il importe de resserrer les rangs et donc de renoncer peu ou prou à l'acceptation de la diversité. L'injonction d'unité s'impose aux dépens du pluralisme.





Dans la réception complexe et mouvante des Lumières durant la Révolution et les XIX^e et XX^e siècles (et il serait sans doute plus pertinent de parler de construction des Lumières, de Lumières en devenir), nous retrouvons un double mouvement du même ordre : tendance au resserrement unitaire, tendance à la pratique de distinctions et de choix. Le resserrement unitaire tient souvent d'abord de l'amalgame accusateur. L'antiphilosophie et le camp dévot, au midi du siècle, avaient déjà amplement eu recours aux globalisations dépréciatives dans leur procès des Lumières. La Révolution, qui panthéonise Voltaire et Rousseau, qui puise abondamment dans leurs œuvres pour mieux autoriser et promouvoir ses politiques successives, n'arrangera rien : aux lendemains de Thermidor, le « renégat » La Harpe dénonce globalement comme source des violences et de l'arbitraire révolutionnaires, un « philosophisme » qui aligne l'ensemble des Lumières sur les thèses philosophiques et politiques les plus radicales (du matérialisme athée de Diderot à la théorie de la souveraineté du peuple du *Contrat social*).

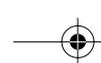
Les représentations inverses des Lumières durant les années révolutionnaires ont en fait un dénominateur commun : elles postulent l'unité des Lumières par-delà leurs appréciations contradictoires.

Il y eut toutefois des refus très nets de ces amalgames. En 1797, dans son roman *L'Émigré*, Sénac de Meilhan souligne tout d'abord le fait que les élites nobles de l'Ancien Régime, à la veille de la Révolution, étaient imprégnées de la culture philosophique du XVIII^e siècle dans toute sa diversité :

Mon père suivait des principes de philosophie qui l'écartaient de la société et des affaires ; le Président, avec un grand fond de lumières et de philosophie, suivait la carrière des affaires, et avec d'autant plus de succès que la nature, en lui donnant un esprit plein de sagacité joint à un jugement sûr, semble l'avoir fait homme d'État.

Mais en s'opposant à tout procès de la responsabilité des Lumières dans le déclenchement de la Révolution et dans le développement de la Terreur, Sénac de Meilhan affirme également que les révolutionnaires n'ont fait que déconstruire et reconstruire à leur convenance les Lumières pour légitimer leur action politique :

Plusieurs attribuent (la Révolution) aux écrits des philosophes, dont l'influence a été sensible en France ; et particulièrement depuis qu'ils ont fait corps, sous le nom d'encyclopédistes ; mais si l'on suit attentivement la marche de la Révolution, il sera facile de voir que les écrivains appelés philosophes ont pu la fortifier, mais ne l'ont pas déterminée ; parce qu'une maison a été bâtie avec les pierres d'une carrière voisine, serait-on fondé à dire qu'elle n'a été conduite qu'en raison de ce voisinage ? il est bien plus probable, que le dessein conçu, on s'est servi des matériaux qui étaient à portée. La philosophie répandue dans les écrits modernes n'a pas été le





Les Lumières : un pluralisme en devenir

principe de la Révolution, mais la Révolution commencée par quelque principe que ce soit, on s'en est appuyé ; c'est lorsque les esprits ont été en mouvement qu'on a cherché dans J.-J. Rousseau, et autres auteurs, des maximes et des principes favorables au système que les circonstances donnaient un espoir d'établir.

Ce processus de déconstruction et reconstruction des Lumières, avec ses évitements et ses gommages des tensions et des contradictions, a somme toute été constamment à l'œuvre depuis la Révolution française. On peut de ce fait développer l'image d'une véritable géométrie variable des Lumières. Les idéologues, rassemblés sous le Directoire, le Consulat et l'Empire autour du journal *La Décade philosophique*, se donnèrent tout d'abord pour tâche d'édulcorer les Lumières de leurs thèses radicales en matière de politique et de religion pour mieux les dédouaner de toute responsabilité dans la Terreur. Confrontés aux ultras, à la Terreur blanche, au cœur même d'une Europe régie par la Sainte Alliance, au-delà des illusions induites par la Charte « octroyée » par Louis XVIII « en la dix-neuvième année de son règne », les libéraux furent en mesure d'invoquer plus amplement et sans complexe un héritage des Lumières moins édulcoré, moins hypothéqué par le souvenir terrorisant de 1793. Et l'on pense bien sûr au Stendhal de la *Vie de Henry Brulard* :

[J]'étais absolument comme les peuples actuels de l'Europe, mes tyrans me parlaient toujours avec les douces paroles de la plus tendre sollicitude, et leur plus ferme alliée, la religion.

Mon père marcha sur moi comme pour m'anéantir, il était hors de lui : « Tu n'es qu'un vilain impie », me dit-il. Ne dirait-on pas l'empereur Nicolas et la municipalité de Varsovie dont on parle tant le jour où j'écris, tant il est vrai que toutes les tyrannies se ressemblent.

Le refus du procès des Lumières, reconduit par les « réactions » du XIX^e siècle, a indiscutablement construit un véritable mythe du retour libérateur et salvateur des Lumières toujours agissant dans notre culture politique. Ce mythe resurgit sans nul doute face aux grandes menaces qui pèsent sur l'aube du XXI^e siècle : les fanatismes religieux, les nationalismes déferlant après l'éclatement des empires, les violences économiques et sociales liées à la crise présente... Il n'est évidemment pas question de déplorer le fait que ces mythologies soient une fois de plus convoquées dans notre perception d'un avenir de toute évidence menacé. Il est juste à craindre que ce retour des Lumières, rançon de nos échecs, soit impuissant à conjurer les dangers.

Quoi qu'il en soit, ce « retour des Lumières », le plus souvent accompagné du postulat de leur unité, ne doit pas nous interdire d'analyser leur pluralisme foncier et les diverses manipulations dont les Lumières et leur mémoire ont été l'objet depuis 1789.

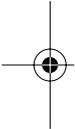




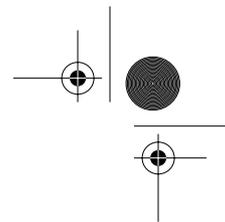


LES SAVOIRS ET LA VIE

L'École, la physique, l'univers et la lumière, *Serge Haroche*
Les études arabes à l'ENS, *Marwan Rashed*







L'ÉCOLE, LA PHYSIQUE, L'UNIVERS ET LA LUMIÈRE

Serge Haroche (1963 s)

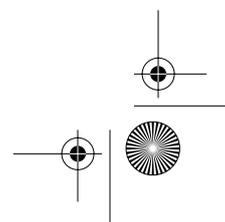
Détaché au CNRS en 1967, maître de recherche et maître de conférences à l'École polytechnique, il devient professeur à Paris VI, membre de l'Institut universitaire de France, et entre au Collège de France en 2001. Professeur invité à Yale, Stanford, Harvard, au MIT et à Rio de Janeiro. Il a dirigé pendant cinq ans le département de physique de l'ENS.



Comment es-tu arrivé à l'École ? Je crois que tu étais aussi reçu à l'École polytechnique¹. Oui, j'étais reçu à l'X, mais j'ai choisi l'École parce que c'était la direction naturelle pour faire de la recherche, et de la recherche en physique. J'aimais aussi les mathématiques, mais j'ai compris très rapidement que je n'y serais pas vraiment créatif. Je suis venu à la physique en étant fasciné par la constatation que la Nature était régie par des lois mathématiques simples. J'ai préparé les concours en taupé à Louis-Le-Grand, et suis entré à l'École en 3/2. Les lettres m'avaient intéressé avant, mais à partir de la terminale, il a été clair que j'allais me consacrer aux sciences. Je me suis toujours intéressé à la littérature, à la peinture, à la musique, comme lecteur, visiteur de musée ou auditeur, sans pratiquer aucun de ces arts moi-même.

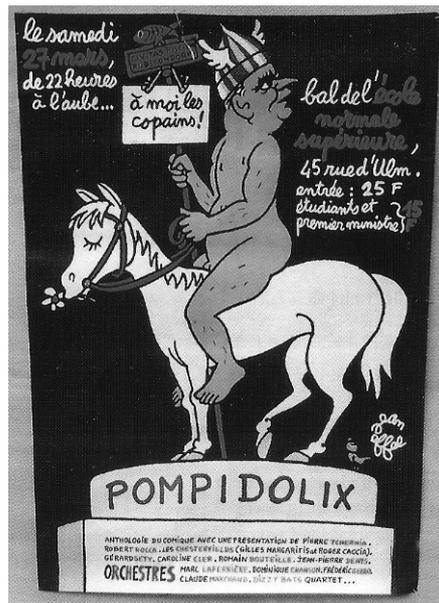
Quels souvenirs gardes-tu de l'École ? Était-elle très politisée à l'époque. Oui, elle l'était, mais surtout un peu avant, et un peu après mon séjour. J'y suis resté entre 1963 et 1967. L'École était alors relativement politisée : il y avait par exemple des normaliens qui avaient refusé de serrer la main à de Gaulle, et pour le Bal de l'École, les organisateurs avaient choisi pour l'affiche une caricature de Pompidou par Jean Eiffel. L'hostilité au gaullisme était perceptible, et s'est exacerbée à partir de 1968. Mais je n'ai pas connu le gauchisme des années 1970, avec les groupuscules de l'École qui défendaient le « Kampouchea démocratique » et n'avaient rien compris à ce qui se passait au Cambodge. Après ma scolarité, lorsque j'étais en thèse, j'ai continué à me rendre à l'École : j'allais aux conférences en salle Dussane. C'était le moment de la campagne Mitterrand/Giscard d'Estaing. Je me souviens d'un débat houleux où Bérégovoy, qui n'était pas encore connu, était venu nous parler de la gauche et de

1. Les physiciens, normaliens de surcroît, se tutoient.





l'espoir qu'elle devait susciter. Il avait été accueilli très violemment par les gauchistes et les maoïstes qui le considéraient comme un traître. Nous l'avions rencontré dans la rue un peu après avec ma femme, Claudine, et nous avons essayé tant bien que mal de lui remonter le moral... Cette virulence était moins grande à l'époque où j'étais étudiant à l'École.



Lorsque j'y étais moi-même, dans les années 1954-1956, les communistes étaient très actifs. Que retiens-tu de ton époque ? J'ai fait ma scolarité après la guerre d'Algérie, et c'était une époque de calme relatif. Les événements de février 1962 à Paris ont dû avoir des conséquences à l'École, mais je suis entré en 1963, et j'en suis sorti en 1967. J'ai continué en thèse jusqu'en 1971.

J'ai noué des amitiés à l'École, mais je ne les ai pas gardées. Je me souviens très bien de certains condisciples et amis. Mais je n'ai gardé des contacts qu'avec ceux avec lesquels j'ai travaillé ensuite au laboratoire, parmi lesquels Jean-Claude Lehmann qui est resté un ami très proche. J'ai beaucoup aimé l'ambiance de l'École. C'était celle d'une liberté complète, après la taupé. Les études n'étaient pas encore trop formatées, trop structurées, comme ce que l'on connaît aujourd'hui avec le système de mastères. À l'époque, on allait aux cours de licence de l'université. Il fallait suivre la moitié des travaux pratiques. Ce n'était en fait pas grand-chose, et notre première année était très libre. Je me souviens de nocturnes dans l'ancienne Sorbonne, à suivre des TP. C'était une formalité, et en fait, on s'amusait le soir. Les promotions étaient encore





L'École, la physique, l'univers et la lumière

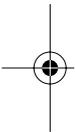
petites : nous étions environ trente-cinq scientifiques. Les filles étaient à Sèvres, mais les cours étaient communs. C'était une petite école familiale. J'y ai habité la première année, et ensuite, je me suis marié et j'ai été externe.

J'ai aussi aimé les différentes activités de l'École. J'allais à la cinémathèque, rue d'Ulm et en salle Dussane. Je me souviens des débats avec des réalisateurs – René Dumont, l'un des ancêtres de l'écologie, des politiques tels Edgar Faure.

On distingue souvent parmi les physiciens les théoriciens et les expérimentateurs. À quelle catégorie appartiens-tu ? L'un des atouts et l'un des charmes de mon domaine de physique est que l'on peut faire un peu les deux. La personne qui m'a formé à la physique est Claude Cohen-Tannoudji. Il était à la fois expérimentateur et théoricien. Il avait l'esprit théoricien, et avait développé dans les années 1960 une théorie de l'interaction entre l'atome et le rayonnement pour les applications du pompage optique. Mais elle était accompagnée d'expériences que l'on trouve dans sa thèse. Et, dans son laboratoire, il a mené depuis plusieurs expériences, même si ce n'est pas lui qui les faisait directement. Je me situe dans la même ligne : j'élabore des théories qui permettent d'imaginer des expériences qui permettent de consolider la théorie. C'est une chance de pouvoir le faire, avec une équipe de chercheurs, et c'est un aspect essentiel du laboratoire. Il relève du CNRS, mais l'ENS l'a irrigué dès le départ avec ses étudiants. La génération qui m'a précédé, celle de Claude Cohen-Tannoudji (1952 s), Jean-Claude Lehmann (1959 s), Bernard Cagnac (1950 s), autour de Kastler et Brossel, comme celle autour de Pierre Aigrain – Pierre-Gilles de Gennes (1951 s), Philippe Nozières (1951 s) – ont été d'une richesse exceptionnelle.

Ensuite, au retour de mon stage de post-doc aux États-Unis, j'ai créé mon propre groupe dans lequel il y avait beaucoup d'étudiants de l'École : je mentionnerai tout particulièrement Jean-Michel Raimond (1975 s) et Michel Brune (1983 s)... Ils sont entrés au CNRS ou à l'université mais sont restés dans le groupe, formant une équipe unie dans laquelle nous travaillons ensemble de façon étroite et harmonieuse.

Il y a donc une tradition dans le laboratoire, et c'est essentiel pour des expériences qui demandent à se dérouler sur le long terme. Cela crée aussi un esprit d'« institution de recherche », alors que les laboratoires universitaires forment des étudiants à court terme, toujours renouvelés. À l'époque de mes études, on faisait aussi une thèse beaucoup plus longue : il y avait la thèse de troisième cycle, et une thèse d'État qui n'était pas vraiment limitée dans le temps. Aujourd'hui on ne travaille plus ainsi : on dispose d'un temps relativement court pour avoir des résultats. Cela crée parfois des doctorants frustrés, parce qu'ils n'ont pas obtenu tous les résultats qu'ils auraient espérés, et les générations d'étudiants suivantes peuvent tirer des profits de travaux initiés par leurs prédécesseurs. Aujourd'hui, la rapidité inhérente au système peut être une gêne pour les expérimentations.



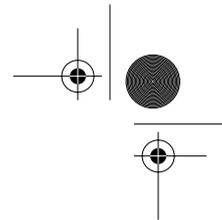


Je voudrais ajouter que la complémentarité entre l'expérience et la théorisation est une réelle tradition dans le laboratoire. Kastler était plus théoricien et Brossel plus expérimentateur. Claude Cohen-Tannoudji a réussi une synthèse entre les deux. Dans notre domaine de la physique, on peut faire les deux parce que les expériences ont une taille humaine. Nous ne travaillons pas avec des machines démesurément grandes. Les gens peuvent discuter entre eux. Lorsque j'étais étudiant, une seule personne suffisait pour mener une manipulation ; aujourd'hui, deux ou trois étudiants sont nécessaires, mais pas plus, et ils peuvent faire la théorie de leurs expériences, comprendre leur lien avec les conceptions de base de la physique quantique.

Je vais poser la même question sous une autre forme. Es-tu habile de tes mains ? Aujourd'hui, le problème n'est pas vraiment celui de l'habileté manuelle, mais celui de la complexité et de la technicité des appareillages. À l'époque de ma thèse, dans les années 1965-1970, les expériences étaient relativement simples sur le plan technologique. Elles sont progressivement devenues très sophistiquées. La manipulation des lasers demande une grande expertise, et les étudiants doivent assimiler des compétences en informatique, en optique, en techniques du vide, en électronique. Même si les principes de ces technologies me sont connus, dans la pratique mes étudiants et postdocs sont beaucoup plus compétents que moi dans la manipulation des différents éléments d'une expérience. Cette évolution s'est faite progressivement et naturellement. Dans l'histoire de notre groupe, j'ai d'abord formé aux techniques expérimentales Jean-Michel Raimond, qui a initié Michel Brune, qui à son tour forme les étudiants d'aujourd'hui. Sur le plan théorique, cette hiérarchie n'existe pas. Nous travaillons tous les trois ensemble, avec nos étudiants et postdocs, à la conception, l'élaboration et l'interprétation de nos expériences. Ceci étant dit, et pour répondre de façon lapidaire à ta question, tu auras compris que ce n'est pas moi qui tourne les boutons dans les manipulations. Si j'essayais de le faire, les étudiants seraient très inquiets...

On a parlé à une certaine époque de physique « lourde » (la physique nucléaire ou corpusculaire par exemple) et la physique « légère » (la physique atomique ou la physique de la matière condensée). Ne peut-on pas dire que la physique légère « s'alourdit » ? Oui, elle s'alourdit technologiquement comme nous venons de le voir, et elle s'ouvre aussi à d'autres domaines. L'évolution de la physique des atomes froids, par exemple, relie la physique atomique et la physique de la matière condensée. On arrive à simuler et à mieux comprendre dans certains cas le comportement des électrons dans des réseaux solides en effectuant des expériences d'atomes froids dans des réseaux optiques. [...]. Le traitement quantique de l'information rapproche également la physique des solides de la physique atomique. En fait, physique atomique, optique et physique du laser ont connu des révolutions successives, environ une tous les dix ans : on a vu apparaître





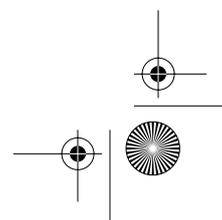
L'École, la physique, l'univers et la lumière

des domaines nouveaux, des résultats complètement inattendus. C'est un champ de la physique extrêmement dynamique. J'ai participé à ce mouvement. Il est constitué par une communauté importante et vraiment internationale incluant les États-Unis et l'Europe bien sûr, mais aussi le Japon, le Brésil... C'est une physique ouverte sur le monde entier : c'est très stimulant.

Quelle place le laboratoire Kastler-Brossel de l'ENS occupe-t-il dans cette physique ? L'ENS a joué un rôle central en optique quantique, en alimentant le laboratoire Kastler-Brossel en élèves brillants dont certains ont ensuite essaimé dans toute la France, y créant des centres de recherche dynamiques. Cela a été le cas de Caen : Cojan (1944 s), Jean-Pierre Barrat (1951s), Jean Margerie (1952s), de Lyon : Michel Broyer (1967s), de Toulouse : Jacques Vigué (1962s), Bertrand Girard (1979s)... Plus récemment, de nombreux normaliens, formés en physique atomique et en optique, ont rejoint d'autres laboratoires dans lesquels se fait une recherche de pointe comme l'Institut d'optique à Orsay où travaillent Alain Aspect et Philippe Grangier. Il faut aussi mentionner Grenoble et Lille... C'est une physique qui est bien représentée en France, où nous avons une longue tradition d'optique qui remonte à Fresnel et Ampère, Fabry, Aimé Cotton et Pierre Jacquinot. Sur le plan international, on peut dire sans exagérer que le laboratoire Kastler-Brossel est l'un des quelques centres de recherche qui comptent le plus dans le monde dans le domaine de l'optique quantique.

Y a-t-il des concepts scientifiques importants à retenir dans tes travaux ? L'intrication quantique, la « décohérence », les paradoxes de la physique quantique qui défient l'intuition... c'est ton pain quotidien ? Nos expériences ont contribué à fonder ce qu'on appelle l'électrodynamique quantique en cavité. Dans une boîte formée de miroirs ultra-réfléchissants, on arrive à faire se rencontrer un atome et un photon, c'est-à-dire la lumière et la matière sous leur forme la plus élémentaire, et l'on cherche à voir comment ils se comportent ensemble. On crée une scène sur laquelle ils évoluent et l'on regarde ce qui se passe, sachant que les lois qui régissent leur comportement sont celles de la physique quantique, très contre-intuitives et différentes de celles que l'on observe à l'échelle macroscopique.

Ces expériences rappellent dans leur forme les fameuses « expériences de pensée » des années 1920. Bohr et Einstein, dans leur débat sur la signification de la mécanique quantique, avaient imaginé une expérience avec une boîte à photons fermée : un photon s'échappait de cette boîte, et on cherchait à déterminer avec précision à quel instant il le faisait, et quelle était son énergie. Einstein cherchait à mettre en cause les relations d'incertitude d'Heisenberg entre le temps et l'énergie, et Bohr lui a montré avec ce schéma expérimental que ces résultats n'allaient pas être contradictoires avec





la physique quantique. À l'époque, cette expérience était purement virtuelle et n'était certainement pas réalisable avec le montage expérimental naïf que Bohr avait dessiné.

Aujourd'hui, on ne travaille plus avec des systèmes mécaniques, des boulons, des rouages et des ressorts comme au temps de Bohr, mais l'on peut faire des expériences plus sophistiquées qui illustrent les concepts que les fondateurs de la physique quantique faisaient émerger. Nous fabriquons des boîtes qui sont des pièges à photons (d'autres font des pièges à atomes), et nous regardons l'évolution de la matière et du rayonnement au niveau le plus fondamental, en essayant de mettre en évidence les aspects contre-intuitifs de la logique quantique, les notions de superposition d'états et d'interférence quantique. Un atome ou un ensemble de photons peuvent se trouver à la fois dans plusieurs états correspondants à des descriptions classiques différentes, comme suspendus entre différentes réalités. À chacun de ces états est associé un nombre, ce qu'on appelle une amplitude de probabilité, dont le carré représente la probabilité de trouver au cours d'une mesure le système dans chacun de ces états. Ces amplitudes peuvent, suivant les cas, se renforcer ou se soustraire, conduisant à des modulations spatiales ou temporelles dans la probabilité de trouver le système dans tel ou tel état. C'est ce qu'on appelle une interférence quantique.

La notion de superposition des états conduit, pour un système formé de deux ou plusieurs parties (par exemple deux atomes qui subissent une collision puis se séparent), au phénomène d'intrication quantique : il devient impossible de décrire les propriétés des deux parties séparément mais il faut traiter l'ensemble comme un tout « intriqué », une mesure sur l'une des parties étant intimement corrélée à ce qu'on observera sur l'autre. Ces concepts de superposition d'états et d'intrication pourraient en principe être exploités à des fins pratiques. L'idée finale étant que, si on pouvait coder de l'information dans des atomes ou dans des photons et coupler ces systèmes selon les lois de la physique quantique, on pourrait fabriquer des dispositifs permettant, en exploitant les interférences quantiques, de communiquer et de calculer de façon plus rapide, plus efficace, plus performante que ne le font les appareils actuels fonctionnant suivant la logique classique. C'est vrai sur le papier, c'est ce que l'on appelle « l'ordinateur quantique » mais, en pratique, c'est extrêmement difficile parce qu'il faudrait contrôler à un niveau de précision incroyable les atomes et les photons, et éviter le phénomène de décohérence.

La décohérence est un mécanisme extrêmement efficace, qui tend à faire disparaître les phénomènes d'interférence quantique lorsque les atomes et les photons forment des ensembles suffisamment grands. Un aspect important de notre travail vise à explorer cette décohérence, le passage entre le domaine quantique et le domaine classique – passage qui est flou. Le quantique reste sous-jacent, mais ses manifestations visibles, éclatantes, du style « interférences », sont voilées au niveau macroscopique par la décohérence.





L'École, la physique, l'univers et la lumière

Lorsqu'on étudie un système formé d'un grand nombre de particules, il est toujours couplé à son environnement. Ce couplage conduit à une intrication du système à l'environnement et à une perte d'information : une partie de l'information du système s'échappe vers l'environnement ; ce couplage est d'autant plus efficace que le système est plus gros. L'état du système est décrit par un objet qui s'appelle la « fonction d'onde » du système ; elle obéit à une équation que l'on appelle l'« équation de Schrödinger » : cette fonction et cette équation décrivent l'ensemble de l'information quantique contenue dans le système. Si une partie de l'information s'enfuit à l'extérieur, le système ne peut plus être décrit par une fonction d'onde indépendante de l'environnement. Tous les aspects liés à la fonction d'onde (en particulier les interférences) disparaissent. Le système devient alors descriptible classiquement.

Nos expériences permettent d'étudier ces phénomènes dans des situations limites très simples. On met par exemple un tout petit champ lumineux dans une cavité, on le prépare dans un état de superposition quantique déterminé et l'on regarde comment cet état quantique disparaît. C'est ce qu'on appelle une expérience de « chat de Schrödinger ». L'expérimentateur perturbe le système qu'il observe, mais on s'arrange pour le perturber dans les conditions minimales permises par la théorie quantique. On voit, en quelque sorte, la physique quantique à l'œuvre sous nos yeux.

En fait, on passe de l'image du « chat quantique » de Schrödinger enfermé dans une boîte, dont on ne sait pas s'il est mort ou vivant tant qu'on n'ouvre pas sa boîte, au « photon Mathusalem »... Le terme de chat de Schrödinger se réfère à la métaphore utilisée par ce physicien pour décrire ces états quantiques à la limite entre le classique et le quantique. Il imaginait qu'un chat, enfermé dans une boîte avec un seul atome, puisse être porté par son interaction avec cet atome dans une superposition entre un état où il





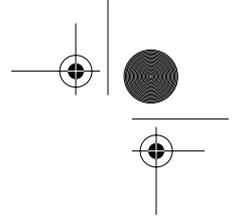
est vivant et un état où il est mort. Nos systèmes sont des petites répliques de chats formés de quelques photons, d'autres les fabriquent avec quelques atomes. La référence à Matusalem que tu évoques dans ta question vient d'une plaisanterie interne à notre groupe. Pour réaliser ces expériences, il nous faut piéger des photons pendant le plus long temps possible dans notre boîte à photons. Nous avons ainsi réussi à maintenir en vie un photon pendant une demi-seconde, obtenant ainsi sans doute le plus « vieux » photon piégé du monde, que nous avons baptisé « Matusalem »... L'article de Jean-Michel Raimond dans ce même numéro de *L'Archicube* vous donnera une idée plus précise sur ces expériences récentes.

Peut-on repreciser où se situe exactement la différence de nature entre l'atome et le photon ?

Il existe une différence fondamentale entre la matière formée d'atomes et le rayonnement constitué de photons. Les constituants des premiers (protons, neutrons, électrons) sont ce qu'on appelle des fermions, des particules massives qui obéissent au principe dit d'exclusion de Pauli : on ne peut trouver deux électrons, deux protons ou deux neutrons dans le même état quantique. Les fermions de même espèce ont ainsi tendance à s'éviter, à occuper des régions différentes de l'espace, ce qui explique beaucoup des propriétés de la matière. Les photons quant à eux sont les constituants de la lumière, des particules sans masse que les fermions massifs s'échangent entre eux lorsqu'ils s'attirent ou se repoussent, s'influençant les uns les autres par la force électromagnétique. On dit que les photons sont des bosons. Ils ont, contrairement aux fermions, une tendance grégaire à venir s'accumuler tous dans le même état à « marcher au pas » pour ainsi dire, ce qui confère à la lumière formée de photons ses propriétés d'onde cohérente.

La lumière qui se propage dans l'espace a en général été émise par des atomes « sources » et se trouve absorbée ou diffusée par d'autres atomes « récepteurs ». Elle sert ainsi de véhicule d'information entre les atomes. En fait, la plus grande partie de l'information qui nous arrive (à nous qui sommes constitués d'atomes) du monde extérieur, proche ou lointain, est véhiculée par de la lumière visible ou invisible (ondes radiofréquence, rayons X, etc.). Les informations qui nous viennent de l'univers, qui nous permettent de comprendre d'où l'on vient, comment les étoiles et les galaxies se sont formées à partir du Big Bang, nous arrivent sous forme d'ondes, de nature électromagnétique. On espère que dans quelque temps, on pourra avoir de l'information par les ondes gravitationnelles, mais pour l'instant, tout nous vient essentiellement par les ondes électromagnétiques, sauf une petite partie qui vient des rayons cosmiques qui sont des particules. C'est cela qui m'a fasciné dès le départ : la lumière est l'origine de presque tout ce qu'on sait. Comment est-elle émise et diffusée par les objets, comment cela se passe au niveau le plus élémentaire, ce sont les questions fondamentales que traite l'optique quantique.



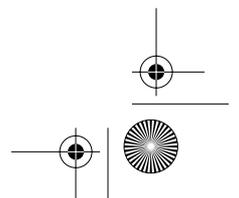


L'École, la physique, l'univers et la lumière

Une dernière remarque est intéressante dans le contexte de notre discussion sur la physique atomique et l'optique modernes. J'ai dit qu'atomes et lumière se distinguaient fondamentalement par la nature de leurs constituants qui leur confère des propriétés fermioniques ou bosoniques très différentes. En fait, la distinction entre atomes, particules « individualistes » et grains de lumière « grégaires » se réduit dans certains cas. Des atomes formés d'un nombre pair de fermions se comportent en fait comme des bosons. Si l'on porte des gaz de ces atomes à des températures extrêmement basses, ils se condensent tous dans le même état quantique, ce qui confère à ces systèmes des propriétés ondulatoire très marquées. Il s'agit de ce qu'on appelle les condensats de Bose-Einstein, des états nouveaux de la matière prédits dans les années 1920 et réalisés pour la première fois il y a une douzaine d'années au laboratoire, grâce aux techniques de l'optique moderne, impliquant en particulier le refroidissement radiatif des atomes. La physique de ces systèmes, les plus froids que l'on puisse imaginer, est extrêmement riche.

À propos d'onde gravitationnelle, peut-on envisager la réconciliation entre la physique quantique et la relativité générale ? Tous les physiciens l'espèrent. Quand ? Je n'ai pas de compétence sur ces problèmes. Il reste des questions sur le plan très fondamental. Nous avons compris énormément de choses, mais pas tout. Cela dit, la physique que je fais est très loin de ces questions : nous travaillons sur des systèmes contenant des énergies très faibles alors que la vérité sur l'unification de la gravitation avec les autres forces de la nature nous viendra sans doute de l'étude de phénomènes aux très hautes énergies.

Dans quel cadre comprendre les évolutions nécessaires de l'École pour les années à venir ? J'ai dit tout à l'heure que l'École était un lieu de liberté, et j'ai pu donner l'impression d'une certaine nostalgie du passé face au renforcement de l'encadrement des élèves. Mais il faut évidemment relativiser ce point de vue. Les conditions ont changé : les promotions ont augmenté, et c'est une bonne chose, de même que le fait que l'École se soit ouverte sur l'extérieur. Lorsque j'étais étudiant, on n'allait pratiquement jamais à l'étranger. Aujourd'hui, les élèves partent facilement en stage pour six mois. Il y a des laboratoires américains qui sont abonnés aux normaliens : ils en redemandent tous les ans. C'est une évolution très positive. J'ai été directeur du département de physique il y a quelques années, et j'ai suivi avec plaisir le mouvement inverse, l'arrivée des étudiants étrangers à l'École, qui a également été très positif : cela continue ensuite, à la sortie de la scolarité proprement dite, lorsque de plus en plus d'étudiants étrangers sont accueillis pour leur thèse dans des laboratoires associés à l'École. Je crois qu'il faut continuer : tout ce qui peut permettre d'ouvrir l'ENS, de rendre plus flexible le concours d'entrée va dans le bon sens. Il faut renoncer absolument à un





immobilisme sacro-saint qui chercherait à s'accrocher aux formes napoléoniennes du concours et de la structure de l'École.

Aujourd'hui, dans le grand mouvement d'autonomisation des universités, l'École a un rôle à jouer. Elle se trouve à la fois face à un risque et une opportunité : risque, parce qu'elle est petite face à ces systèmes énormes que sont les universités ; opportunité, parce qu'elle peut et devrait jouer le rôle d'institution d'excellence dans une structure élargie.

Et le CNRS ? Je pense que le CNRS doit continuer à jouer un rôle essentiel dans la recherche en France. Historiquement, il a rempli ce rôle : c'est grâce à lui que la France a une recherche efficace qui fonctionne, malgré tous les remous inévitables. Le CNRS a été le contrepois au mandarinat universitaire des années 1940-1950 ; ensuite, il a soutenu la recherche française, au moment de la démocratisation universitaire qui a fait ployer les enseignants sous des charges administratives et pédagogiques. Il faut que le CNRS continue de jouer un rôle positif dans les circonstances actuelles : il doit être un garant d'excellence. Il a la capacité d'aider à évaluer, à juger selon des critères internationaux ; il peut continuer d'irriguer les laboratoires associés. Il est important aussi qu'il continue à fournir aux laboratoires de recherche des postes de chercheur à temps plein. L'idéal serait un système universitaire qui disposerait de suffisamment de postes allégés en charges d'enseignement pour permettre à tous les enseignants-chercheurs qui le désirent de consacrer suffisamment de leur temps à la recherche. C'est encore loin d'être le cas. L'amélioration des conditions de travail des enseignants-chercheurs peut passer par la création de postes mixte CNRS-université, qui marieraient harmonieusement les statuts de chercheur CNRS et de professeurs disposant de décharges d'enseignement du style de celles qu'accorde l'Institut universitaire de France. Il faut donc approfondir la collaboration entre le monde universitaire et le CNRS.

On connaît l'Agence pour l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES), l'Agence nationale pour la recherche (ANR). Où se situe le CNRS par rapport à ces institutions ? Peut-on imaginer une « recherche en réseau » ? Je ne peux rentrer ici dans les détails techniques. Mais les principes sont importants : il faut que demeure un CNRS fort et que la recherche fondamentale reste importante. Le fait que l'argent soit distribué par des institutions du genre de l'ANR est bon en soi, et rapproche le système de financement français de ce qui se fait à l'étranger. Mais il est essentiel que la moitié au moins des projets soient blancs, c'est-à-dire ouverts, et que ce soit la communauté scientifique elle-même qui définisse ce qui l'intéresse. La curiosité ne se commande pas. Je conçois bien qu'un gouvernement qui dépense de l'argent dans la recherche veuille des fléchages clairs, pour en montrer l'intérêt social et économique. Mais il serait catastrophique que l'ensemble de la recherche soit concerné par ces





L'École, la physique, l'univers et la lumière

fléchages. Tout simplement parce que les découvertes sont imprévisibles. On ne sait pas où l'on va : c'est cela la beauté de la recherche.

Que dire à des jeunes normaliens aujourd'hui, docteurs, et peu satisfaits de leur orientation professionnelle ? La grande majorité des étudiants qui ont préparé une thèse dans mon groupe n'ont pas ce problème : ils font généralement après leur thèse un stage post-doctoral et trouvent ensuite un poste dans la recherche ou l'enseignement supérieur. Certains, de plus en plus nombreux, partent directement dans le privé, et pas forcément dans la recherche, dès leur thèse soutenue. Les institutions financières en ont accueilli certains, mais je ne sais pas si ce débouché va rester important.

Ceux qui, après leur thèse, sont déçus par les perspectives qui leur sont offertes se rendent peut être compte qu'une carrière scientifique de chercheur est difficile, qu'elle demande beaucoup de passion et que la liberté de faire ce qui vous passionne a un prix, en terme de conditions matérielles (les salaires de chercheur ne sont pas ce qu'ils devraient être). Une autre cause de désillusion peut venir de ce que les critères de réussite à l'École ne sont pas forcément ceux d'une réussite dans la recherche, et une bonne scolarité à l'École n'apprend pas forcément à se poser les bonnes questions ou à être efficace dans une carrière de chercheur. Il existe des étudiants qui ne sont pas faits pour faire une thèse, et, encore une fois, un parcours rigide où l'on mesure des connaissances et la capacité à réagir à un problème très cerné ne développe pas toujours des capacités de chercheur. Pour ceux que la recherche ne tente pas, il existe bien sûr les carrières dans les Grands Corps. J'ai vu certains de mes étudiants aller dans cette voie-là. D'autres sont partis enseigner dans le secondaire et les classes préparatoires. Ils font d'excellents et heureux professeurs de taupe.

Le privé est-il un débouché possible ? Oui, pour les étudiants après la thèse, c'est un débouché possible. Si un étudiant est déçu par la recherche, il ne faut pas tenter de le retenir. C'est un métier difficile pour qui n'est pas passionné, et la société a besoin de talents divers. Une très bonne thèse est en revanche un élément très valorisant pour le privé. C'est un fait qui est mieux compris à l'étranger d'ailleurs. Le titre de « docteur » a plus de valeur en Allemagne qu'en France, et le terme de « ingénieur » n'existe pas aux États-Unis où l'on ne connaît que le PhD. La réaction des entreprises françaises devant un candidat docteur (« il est trop qualifié pour cela ») n'est pas pertinente et devrait évoluer.

Finissons sur une note amusante : connais-tu le chanteur Raphaël Haroche ? Il a beaucoup plus de citations que toi sur Google... C'est mon neveu ! En fait, l'une des informations essentielles dans l'article de Wikipedia qui m'est consacré est que je suis son oncle...

Propos recueillis par Wladimir Mercouff (1954 s)





LES ÉTUDES ARABES À L'ENS

Marwan Rashed (1991 l)

Philologue classique et historien de la philosophie grecque et arabe, il enseigne à l'ENS. On lui doit entre autres une édition critique du traité d'Aristote *De la génération et la corruption* (Belles Lettres, 2005).



Les études arabes constituent depuis quelques années un domaine actif de recherche pour l'École littéraire. Du fait de leur statut intermédiaire – entre savoir « classique » et discipline « nouvelle » – elles posent avec force le problème de la reconnaissance académique de l'interdisciplinarité et des nouveaux cursus.

Vous êtes agrégé de lettres classiques, que pouvez-vous dire de la formation que vous avez reçue ? J'ai bénéficié d'une formation pour laquelle je ne saurais jamais assez remercier la République : le baccalauréat scientifique, puis l'hypokhâgne et la khâgne du lycée Louis-le-Grand, où j'ai eu des professeurs exigeants et savants. Une fois à l'École, j'ai tout de suite été plongé dans le bain de la recherche, par l'intermédiaire de cours et de séminaires remarquables. Le point qui, avec du recul, m'apparaît le plus notable, même si c'est une banalité de le rappeler, réside dans la combinaison rare d'un enseignement généraliste donnant une vue synthétique des champs disciplinaires et de cours très techniques, comme la paléographie byzantine, indispensable pour étudier de première main les sources littéraires anciennes. Très vite, j'ai cependant senti le danger que pouvait représenter le train-train des rythmes de l'École. Même avec une discipline de fer, on perd beaucoup de temps dans un cloître. J'ai donc un peu jonglé avec les cursus et les années de CST pour pouvoir passer mes deux dernières années de scolarité en Allemagne, où j'ai rédigé ma thèse de doctorat sur Aristote à Byzance.

Qu'est-ce qui a changé entre la période, pas très lointaine, où vous avez fait vos études et l'époque actuelle ? Les dix dernières années ont vu un enrégimentement sans précédent des étudiants dans les cursus universitaires. Même si je ne disais pas toujours à mes maîtres dans quelle ville d'Europe je me trouvais, ils n'étaient bien sûr pas dupes et comprenaient la motivation scientifique de mes absences, en sorte de les couvrir avec bienveillance (ils se reconnaîtront...). Cela dit, le système les autorisait encore, pour ainsi dire, à fermer les yeux. Aujourd'hui que je suis à mon tour professeur à l'École, je ne pourrais plus faire bénéficier les élèves dont je suis le tuteur de cette clairvoyante cécité. J'essaie d'être aussi souple que possible, je signe à peu près n'importe quel « programme d'étude », considérant que le dieu du savoir, au bout du compte, reconnaîtra les siens. Après tout, si un élève a besoin de rester au lit le matin pour

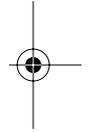




Les études arabes à l'ENS

produire un beau mémoire, cela le regarde ; et si, restant au lit, il ne produit pas de beau mémoire, je ne pense pas que je l'aurais beaucoup aidé en le mettant sous la douche du Rataud à 7 heures. Je ne peux malheureusement pas entièrement soustraire mes élèves aux exigences très contestables de la semestrialisation et de la mercantilisation des cursus (« crédits », etc.) – mercantilisation qui, comme nous le savons tous, menace de s'achever en dévaluation généralisée des titres universitaires. Je signe donc à chaque rentrée, la mort dans l'âme, des « programmes d'étude » où les ECTS bien rangées sur deux colonnes (premier semestre, second semestre, un mois à l'ENS de Pise pour se frotter au vaste monde...) me font un peu l'effet du rayon margarines des supermarchés. Mais ne soyons pas trop grincheux : nous avons vécu au moins un progrès notable avec le concours de la sélection internationale, qui nous permet de recruter des élèves venant d'autres horizons et souvent très brillants – un vrai courant d'air frais dans nos murs.

Votre travail se situe à la croisée de plusieurs disciplines, l'histoire de la philosophie, le grec et l'arabe. Diriez-vous que le champ d'études auquel vous vous rattachez transforme ces trois domaines du savoir de manière ponctuelle, ou bien qu'il crée un nouvel espace de réflexion, voire conduit à une transformation en profondeur des trois disciplines ? Il faut distinguer, pour répondre à cette question, le point formel du cas d'espèce. Formellement, au niveau de la pure structure, la combinaison de champs différents m'est toujours apparue comme une condition de l'inventivité scientifique. Je crois comprendre que ce principe est un truisme pour les sciences dures. Mais il n'est pas moins vrai chez nous, en sciences humaines, où il est pourtant moins apparent, car la notion de champ disciplinaire est plus floue. Un champ, ce peut être en effet deux disciplines, mais, tout simplement, deux problématiques de la même discipline qui avaient chacune sa vie propre, jusqu'à ce qu'on s'avise de les combiner. En ce sens, la combinaison de l'étude des manuscrits grecs et de l'histoire de la philosophie permet de mieux comprendre la circulation libraise à Byzance tout autant que la lettre, donc le sens, du texte d'Aristote. Mais il s'agit bien alors là, comme vous le dites, de transformations « ponctuelles ». Voilà en effet plus de deux mille ans qu'on lit Aristote et les légions de commentateurs n'ont pas attendu notre génération pour comprendre ce que disait le philosophe. Pourtant, le texte est si difficile et retors qu'un retour aux manuscrits permet, sur bien des points, de mieux comprendre une allusion ou un argument. Car la transmission manuscrite est normalisatrice. Si donc on trouve, au fond d'une bibliothèque, un manuscrit non affecté par une strate de normalisation, on arrive à un texte plus rude, moins marqué par la vulgate des professeurs grecs et byzantins, bref, plus proche de l'original. C'est tout le sens qu'il y a, aujourd'hui, à rééditer Aristote.





Quant au second point, le cas d'espèce, il tient bien entendu à l'adjonction de *l'arabe* aux disciplines « classiques ». Ici, la transformation est plus radicale, parce qu'il se trouve que l'on part de plus bas. Premièrement parce que les textes philosophiques arabes sont à peine édités – ils ne le sont pas tous, loin de là, et ils le sont souvent de manière insatisfaisante ; ensuite, parce que les études sur la philosophie arabe, depuis deux siècles, ne sont pas le fait d'historiens de la philosophie au sens noble. Prenons le cas de la France, où la tradition d'histoire de la philosophie grecque est si riche. Dans trois genres très différents et à certains égards antithétiques, un Bréhier, un Vuillemin et un Brunschwig ne sont des grands historiens de la philosophie grecque que parce qu'ils sont de grands historiens de la philosophie *tout court*. Le domaine grec n'est pour eux qu'une actualisation historique parmi d'autres de la philosophie. Le domaine arabe n'a pas la chance d'avoir attiré des spécialistes de ce calibre.

On s'aperçoit cependant de plus en plus clairement que la connaissance du « moment arabe » est indispensable à une bonne vue d'ensemble de l'histoire de la philosophie – donc conduit à sa transformation en profondeur. Pour une raison factuelle tout d'abord : une multitude de textes grecs est conservée aussi en arabe, voire seulement en arabe. En mathématiques, la moitié de Diophante, d'Apollonius, un livre important de Pappus ; en astronomie et en optique, la majeure partie de l'œuvre de Ptolémée, ne sont conservées qu'en arabe et/ou en latin traduit de l'arabe. En médecine, c'est le cas d'une portion importante des œuvres de Galien. En philosophie, celui d'œuvres cruciales d'Alexandre d'Aphrodise, le plus grand péripatéticien de l'Antiquité, de Thémistius, de Simplicius, de Jean Philopon – c'est-à-dire, en bref, de tout ce qui compte dans l'école aristotélicienne à partir du II^e siècle. Il paraît donc très difficile, aujourd'hui, de travailler sur les mathématiques hellénistiques ou la philosophie impériale sans connaître l'arabe. On n'a pas attendu ces dernières années pour savoir tout cela. La tradition arabe a été exploitée de manière « archéologique » dès le XVII^e siècle par les savants européens. L'élément nouveau, c'est la conscience de plus en plus aiguë qu'il fallait mieux comprendre ce qui s'était passé en terre d'Islam pour saisir l'histoire au long cours de certaines traditions qu'on pensaient exclusivement européennes. J'insiste sur le fait qu'il ne s'agit pas de venir réclamer, avec acrimonie, des états de service, mais d'une dynamique naturelle de la recherche elle-même. En deux mots : soit vous aimez retracer les traditions doctrinales et vous en venez tôt ou tard à postuler, puis reconstituer, le ou les portions arabes du fil que vous aviez pris par le bout grec ou classique ; soit, plus analytiquement, vous aimez les problèmes conceptuels « purs » et vous trouvez votre bonheur dans un champ où vous n'êtes pas précédé par une armée de chercheurs. On a par exemple des dizaines de traités arabes sur le paradoxe du menteur, que personne, en gros, n'a jamais ouverts, alors qu'on ne compte plus les études consacrées aux trois allusions grecques à cet argument.





Les études arabes à l'ENS

Ce qu'on appelle les « lettres classiques » réunit le latin et le grec. Faut-il y ajouter l'arabe ? Je ne crois pas : les élèves ont déjà assez de difficultés à maîtriser le grec et le latin. Par ailleurs, l'optique des lettres classiques à la française, où le grec et le latin sont couplés à l'étude de la langue et de la littérature françaises, est résolument belles-lettriste. Le système a bien sûr ses faiblesses, mais il n'est pas sans avantages. En particulier, il évite que les langues anciennes soient perçues comme ancillaires, toujours au service d'une autre discipline (archéologie, histoire, philosophie...), et finalement mal dominées. On ne saurait trop insister sur ce point : connaître une langue aussi fine et ardue, aussi belle, que le grec ancien, c'est un métier en soi. J'approuve donc assez qu'une agrégation se concentre sur les langues dites classiques, telles qu'elles ont nourri notre patrimoine linguistique et littéraire. Car même si la traduction des *Mille et Une Nuits* par Antoine Galland a bouleversé l'univers esthétique de l'Ancien Régime, personne, à part quelques érudits dans son genre, n'a jamais lu l'arabe en France.

Cela ne veut cependant pas dire qu'en recherche dans le domaine grec et latin, il faille camper sur une position réactionnaire et considérer comme suffisant le bagage bourgeois de grand-papa. Depuis deux siècles, le génie humain est parvenu à déchiffrer une bonne demi-douzaine de langues anciennes disparues. Ce serait donc une illusion de croire – comme trop de spécialistes de lettres classiques continuent de le faire – qu'il suffit de posséder le grec et le latin pour traiter de tous les aspects du monde ancien.

Pouvez-vous nous parler de votre enseignement à l'ENS. Quand et dans quelles circonstances a-t-il commencé ? Quel est le cursus de vos élèves ? Je suis devenu professeur à l'École il y a trois ans, après avoir été six ans chargé de recherche au CNRS, au Centre de recherche sur la pensée antique (équipe Léon-Robin). Cela fait cependant près de dix ans que j'assure à l'ENS un enseignement d'histoire de la philosophie islamique. Bien que je m'y sois énormément plu, j'ai vite eu envie de ne pas m'éterniser au CNRS. Même si je me sens plus « chercheur » qu'« enseignant », je n'arrive pas à imaginer une vie de recherche loin des étudiants.

En dehors des obligations liées à la préparation de l'agrégation, je propose chaque année trois séminaires dans des champs très distincts : l'un en philosophie grecque (depuis trois ans, nous traduisons et commentons le *Timée* de Platon), un autre en paléographie et codicologie grecques et un troisième en histoire de la philosophie arabe. Aussi étrange que cela puisse paraître après ce qui vient d'être dit, je cloisonne les disciplines. Tout d'abord, parce que ce « mélange » reste une façon de faire parmi d'autres, que personnellement je privilégie mais n'impose pas à mes élèves. Après tout, je ne travaille pas sur les rapports passionnants de la science babylonienne et de la science grecque, ce qui serait un sujet tout aussi légitime. Il y aurait quelque chose de





malhonnête – un abus de position, si l'on peut dire – à faire passer une vision personnelle de l'histoire de la philosophie pour une vérité d'Évangile. Ensuite, parce que je ne veux pas que les séminaires à l'École deviennent des salons où l'on cause et, surtout, où l'on confondrait l'étude précise des textes et les réflexions de méthode : la méthode tue la connaissance effective, parfois. Enfin, parce que les élèves de l'ENS, on a trop tendance à l'oublier, sont très jeunes. Ils doivent donc encore faire leurs gammes dans les différentes disciplines avant de chercher à les combiner. Un exemple : je pense pouvoir montrer que le *Timée* a eu une influence décisive sur la philosophie arabe au IX^e siècle et que la lecture des philosophes arabes de cette période nous aide à mieux voir ce qui est en puissance dans le texte de Platon. Bien que j'écrive actuellement un livre sur la question, je n'oserais pas, dans les conditions que je viens de rappeler, bâtir à l'École un grand séminaire sur « le *Timée* et ses lecteurs arabes ». Lire ligne à ligne le texte de Platon avec les étudiants n'est déjà pas une mince affaire !

Cela dit, les élèves n'ont pas leurs yeux dans leur poche et comprennent la richesse du monde islamique. L'enseignement de la langue arabe à l'École est un véritable succès. Une partie de l'engouement vient bien sûr du fait qu'aujourd'hui, le monde arabe véhicule une série de mythes suscitant en Europe fascination et répulsion. Mais de nombreux élèves viennent aussi à l'arabe parce qu'ils perçoivent que c'est là un champ de recherches prometteur – et, pour les plus politisés, parce qu'ils sentent que la vulgate médiatique sur les Arabes et l'Islam demande à être combattue par et dans le savoir.

Je dois cependant déplorer, de ce point de vue, le caractère inadapté de leur cursus aux exigences de la discipline dont ils entrevoient l'intérêt. Nos élèves étant surchargés de cours et préparant de surcroît des agrégations classiques (lettres classiques, philosophie, histoire en particulier), il leur faut énormément de volonté et de courage pour dépasser, en arabe, le niveau d'amateurs éclairés. On assiste donc au paradoxe que l'un des sujets les plus populaires dans les cours d'initiation disparaît des spécialisations au moment du choix d'un sujet de master ou de thèse. Le vieux système français, comme tout système d'ailleurs, est conservateur, et peine à intégrer des champs nouveaux.

Quelle est la place de la tradition française des études arabes dans le paysage international actuel ? Nous sommes dans une phase critique. Mon père, entre 1970 et 2000, a développé, dans le cadre du CNRS, une école française d'histoire des mathématiques arabes, renommée au niveau international, qui entendait rompre avec la vision orientaliste qui avait cours dans ce type de disciplines, en réintégrant les mathématiques arabes dans une histoire universelle des mathématiques classiques. Les coupes sombres du CNRS, associées au renouveau des idéologies réactionnaires de ces dernières années,

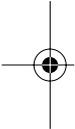


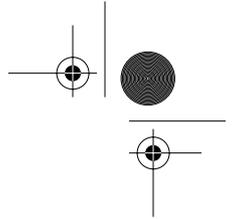


Les études arabes à l'ENS

ont mis un terme à l'espoir de voir se développer nos disciplines sur des bases universalistes de ce type. Mon milieu a tendance à revenir à une vision plus cloisonnée, où la séparation des disciplines va de nouveau se faire, comme à la belle époque, sur des critères linguistiques ou religieux – et où de très rares arabisants seraient de nouveau des prestataires de service pour les à peine moins rares hellénistes ayant survécu aux prochaines réformes de l'enseignement supérieur. C'est bien sûr contre ces perspectives peu riantes qu'il faut essayer de lutter.



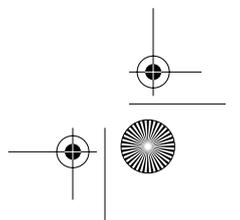
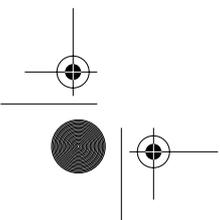


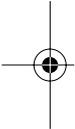


CARRIÈRES



Les normaliens dans l'administration, *Jacques Lepape*
Les rendez-vous du Service Carrières
de l'A-Ulm, *Gérard Abensour*
De la théologie à la littérature, *Claude Dagens*







LES NORMALIENS DANS L'ADMINISTRATION

Comme elle l'avait fait il y a bientôt deux ans, l'Association a proposé, le 23 avril 2009, aux anciens élèves qui exercent des fonctions dans l'administration publique de se réunir pour un pot amical à l'École. Malgré les vacances de printemps, une trentaine d'anciens ont répondu à cette invitation.

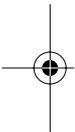
Il est évidemment difficile de restituer ici une telle réunion très informelle, informelle au point d'ailleurs qu'il n'y a pas eu de discours (ou presque) et que personne ne s'en est plaint...

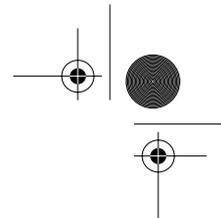
Pour résumer les impressions et l'ambiance, il est certainement possible de dire que tous étaient contents d'avoir reçu cette proposition de l'Association. Outre les parisiens (l'administration est jacobine) quelques provinciaux étaient là et on comptait même un diplomate qui avait modifié son plan de voyage pour pouvoir être présent. Tous étaient contents de revoir l'École – « ce qui a changé et ce qui n'a pas changé ».

Force est de constater que les participants avaient des profils particulièrement diversifiés, preuve qu'il y a un espace de carrières important à explorer entre la recherche et l'enseignement, d'une part, et les entreprises d'autre part. Ainsi, se côtoyaient, lors de cette fin de journée, des fonctionnaires des collectivités territoriales, des contractuels de la fonction publique, des fonctionnaires des assemblées ou ceux des différents corps administratifs ou techniques de l'État, se retrouvant là sans préoccupation ou souci de représentativité ou d'exhaustivité.

Les conversations ont donc été tournées vers les échanges d'expérience, l'École et l'administration publique de notre pays, ainsi – immodestement – que le rôle que les normaliens peuvent y jouer. Et ceci sans oublier les conseils des plus anciens à ceux des promotions les plus récentes. L'éventail des promotions présentes, qui allait de 1958 à 2002, le permettait : « Comment êtes-vous devenu diplomate, commissaire de police, conseiller maître à la Cour des comptes, responsable à la Ville de Paris ou trésorier-payeur général ? ».

Les échanges se sont prolongés tard dans la soirée (et nous sommes reconnaissants aux personnels de l'École de ne pas nous en avoir tenu rigueur). Chacun, en partant,





a souhaité qu'une nouvelle rencontre soit prochainement programmée... L'Association a même reçu des propositions de bonne volonté pour l'accueillir « hors des murs » de l'École. Il faudra donc donner suite à tout cela.

Jacques Lepape (1986 s)

Membre du conseil d'administration de l'A-Ulm

LES RENDEZ-VOUS DU SERVICE CARRIÈRES DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE

Une thèse... et après

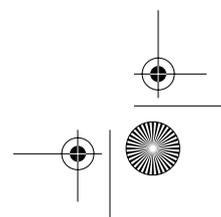
En concertation avec la direction de l'École, l'A-Ulm organise des RENDEZ-VOUS CARRIÈRES destinés à informer les élèves qui le souhaitent sur la suite de leurs études à l'École. L'évolution de la société au cours des dernières années rend plus problématique le parcours traditionnel, ENS, agrégation, enseignement supérieur. Les nouveaux normaliens sont pleins de curiosité sur le monde et s'interrogent sur la possibilité de parcours différents. Ceux, et ils sont nombreux, qui se sentent une vocation pour l'enseignement et la recherche, se rendent compte qu'il n'y a pas de voie toute tracée, même pour les normaliens.

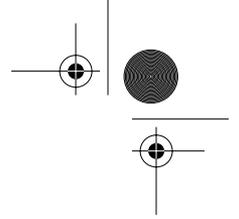
Le RENDEZ-VOUS CARRIÈRES du 25 mars 2009 a voulu ouvrir les yeux des élèves sur la situation actuelle de la recherche universitaire, les mettre en garde contre certaines illusions, leur donner des armes en vue d'une meilleure orientation. Que devenir à la sortie de l'École, le problème se pose pour tous, quelle que soit sa discipline. Il se pose toutefois différemment pour les scientifiques que pour les littéraires. Sur un panel de onze invités, quatre étaient littéraires. Tous ont été très sollicités et écoutés.

Le RENDEZ-VOUS fonctionne sur un principe éprouvé qui permet de combiner attentes individuelles et réponses collectives. Chaque intervenant est affecté à une table qui porte son nom. Les élèves reçoivent au préalable la liste nominative des invités, avec un rapide CV. Ils se dirigent alors vers la table qui les intéresse. Une rotation est assurée à deux reprises, chaque demi-heure environ, de manière à ce que les élèves rencontrent plusieurs intervenants. Chacun des cinquante élèves présents ce jour-là a donc pu écouter en principe trois anciens.

On trouvera plus loin la liste des intervenants. Ils étaient tous présents sauf Albert Fert qui nous a annoncé au dernier moment qu'il était retenu par une autre obligation.

Il n'est pas possible ici de rendre compte de la teneur de chacune des rencontres. Nous en avons choisi deux qui nous paraissent particulièrement significatives.





Les rendez-vous carrières du service carrières de l'École normale supérieure

Françoise Mélonio, docteur ès lettres, professeur à la Sorbonne
et à l'Institut d'études politiques de Paris (1972 L)

Le choix de la discipline d'agrégation conditionne-t-il l'avenir de la recherche ? Non, cela n'a pas de rapport. Au niveau de la thèse, il faut surtout avoir en vue l'ouverture méthodologique ; élargir son horizon (lettres, mais aussi histoire ou pourquoi pas discipline scientifique, par exemple, les sciences cognitives).

Les recrutements comme maître de conférences. Le niveau des recrutements est très variable selon les universités. Dire que le recrutement est bouché dans telle discipline (par exemple en littérature comparée) relève d'une vision à court terme. Il faut surtout savoir ce que l'on veut. Se servir de la thèse pour aborder des disciplines voisines.

Quels sont les éléments pris en compte lors du recrutement :

- les activités normaliennes ;
- les activités journalistiques ;
- la participation à des colloques ;
- les publications ; il s'agit d'un problème brûlant ; les revues font l'objet d'un classement ; les sites internet commencent à être acceptés, notamment *Fabula* et *La Vie des idées*.

Qu'est-ce qu'un bon sujet de thèse ? C'est essentiellement celui qui est réalisable dans le temps imparti (autour de trois ans).

Pour conclure, la thèse dans le domaine des lettres et sciences humaines doit viser à l'interdisciplinarité et à la polyvalence. Pourquoi ne pas songer à un sujet qui puisse notamment permettre d'enseigner le français dans une université étrangère (pas en lectorat).

Baptiste Coulmont, docteur en sociologie, maître de conférences
à l'université Paris VIII (1995 I)

Les questions ont porté sur le parcours de Baptiste Coulmont qui, après un séjour en Roumanie, au titre de la coopération, est resté trois ans aux États-Unis, puis a fait une thèse sur « Les mariages gay dans les Églises protestantes aux États-Unis ». Cette thèse lui a permis d'obtenir du premier coup un poste de maître de conférences à Paris VIII. Le choix de la discipline est important (il y a 25 à 30 postes par an en sociologie, contre 5 à 10 en philosophie ; les postes sont également nombreux en anglais). Le choix du sujet est primordial, certains sujets étant plus porteurs que d'autres.

Des mathématiciens ont demandé s'il était possible de faire des sciences sociales avec des maths. L'intervenant a fait remarquer que de nombreux économistes sont d'anciens





Carrières

matheux. En sociologie, pour le moment la modélisation mathématique est peu pratiquée – surtout en France.

Quelles sont la nature et les conditions du travail des maître de conférences ? Il y a d'abord l'enseignement qui permet un contact avec les étudiants. Ceux-ci posent des questions qui obligent à se remettre en cause. Ensuite les tâches administratives – qu'il faut assumer, mais qui ne sont pas accablantes. En revanche, les conditions matérielles sont déplorables (saleté des locaux, pas de bureau...). À souligner la très grande liberté (lorsqu'on est titulaire) qui permet de mener des recherches dans le domaine de son choix.

Un des membres du Service Carrières qui a discuté avec deux élèves en a retiré une impression décevante. S'il est vrai que tout recrutement, qu'il soit ou non universitaire, suppose que le candidat sache se présenter et sous son meilleur jour, il faut convenir que les élèves de l'ENS ne sont absolument pas préparés à faire candidature pour un emploi, pas même pour un stage. Ils ignorent les bases du CV (un CV doit avant tout être intéressant et compréhensible par le non-spécialiste qui le lit) et les règles de l'entretien (il faut donner de soi une image attractive et surtout cohérente). Ne faudrait-il pas les aider à combler cette lacune ?

Le prochain RENDEZ-VOUS CARRIÈRES aura lieu à l'automne sur un thème qui n'a pas encore été déterminé. On s'efforce de couvrir peu à peu l'ensemble des carrières, des professions et des filières auxquelles peuvent prétendre les normaliens, compte tenu de leur spécificité.

Gérard Abensour (1954 I)





Les rendez-vous carrières du service carrières de l'École normale supérieure

Profil des intervenants du 25 mars 2009

Intervenants invités	Coordonnées	Profil
Alain Peyraube (U Bx)	alain.peyraube@ehess.fr	Ancien responsable des sciences humaines et sociales au CNRS et au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Albert Fert (1957 s)	albert.fert@thalesgroup.com	Prix Nobel de physique (Orsay et Thales)
Baptiste Coulmont (1995 l)	coulmont@ens.fr	Sociologue (université Paris VIII)
Françoise Mélonio (1972 L)	francoise.melonio@paris-sorbonne.fr	Littérature (université Paris IV)
Gaëll Mainguy (1992 s)	Gaell.mainguy@institut.veolia.org	Environnement (Veolia)
Jean-Claude Lehmann (1959 s)	jc.lehmann@free.fr	Ancien directeur scientifique au CNRS, ancien directeur scientifique de Saint-Gobain, président de l'A-Ulm.
Jean-François Zagury (1982 s)	zagury@cnam.fr	Biotechnologies (CNAM)
Josselin Garnier (1991 s)	garnier@math.jussieu.fr	Mathématiques (université Paris VII)
Marion Guillou (X 1973)	marion.guillou@paris.inra.fr	PDG de l'INRA
Michèle Leduc (1961 S)	Michele.Leduc@lkb.ens.fr	Institut francilien de recherche sur les atomes froids, présidente de la Société française de physique
Sébastien Velut (1988 l)	Sebastien.Velut@ens.fr	Géographe de l'Amérique latine (ENS)





DE LA THÉOLOGIE À LA LITTÉRATURE

Claude Dagens (1959 I)



Notre camarade Claude Dagens a été reçu le 14 mai 2009 à l'Académie française, où il a été appelé à succéder à l'historien René Rémond, qui fut durant plusieurs années président de l'Association des anciens élèves de l'ENS. Quelques jours plus tard, le 28 mai, il a réuni quelques amis tout près de l'École, au monastère de l'Adoration de la rue Gay-Lussac. Son ancien camarade de promotion, Yves Chevrel, professeur émérite de littérature comparée à Paris IV, a évoqué leur mémoire commune. Claude Dagens, devenu prêtre et évêque, lui a répondu en faisant l'éloge de la littérature autant que de la théologie. Nous publions le texte de son allocution.

La plupart d'entre vous étaient présents le jeudi 14 mai sous la Coupole du quai de Conti et, aussitôt après, aux éditions du Cerf. Et pourtant j'ai tenu à cette rencontre parisienne pour deux raisons très simples : je voudrais d'abord exercer à votre égard un devoir de reconnaissance, en faisant appel à nos mémoires plus ou moins communes, surtout en ce lieu qui est, à sa manière, un lieu de mémoire.

Et je voudrais aussi laisser parler le signe que j'ai choisi de porter à l'Académie française, ce signe qui évoque l'alliance entre le cœur, la croix et le livre, c'est-à-dire entre l'amour des lettres et le désir de Dieu, pour parler comme dom Jean Leclercq, cité en septembre dernier, au collège des Bernardins, par le pape Benoît XVI, lorsqu'il voulait caractériser la culture chrétienne du Moyen Âge à partir de ses pères fondateurs, de saint Benoît à saint Bernard, en passant par saint Grégoire le Grand.

J'aimerais en même temps faire écho au discours par lequel Florence Delay m'a accueilli à l'Académie française : je voudrais dire à quels livres j'aime me référer, pas seulement à des livres d'histoire, de théologie et de spiritualité, mais aussi à des livres de littérature, à des romans.

Quand j'affirme que le lieu où nous nous trouvons est un lieu de mémoire, il ne vous échappe pas qu'il est situé à peu près à mi-chemin entre la rue d'Ulm et la rue Saint-Jacques.

Inutile d'insister : d'un côté le cloître de l'École normale supérieure, dont un journaliste catholique m'affirmait l'autre jour qu'il était un haut lieu de la culture laïque opposée à l'Église. J'ai dû lui dire la vérité. C'est là que j'ai fait l'expérience de la liberté chrétienne, surtout en un temps où la cellule communiste, autour de Louis





Le signe que Claude Dagens porte à l'Académie française.

Althusser, exerçait un grand rayonnement. Mais cela n'impressionnait pas notre aumônier, le père André Brien. Il croyait à la force de l'Évangile et à l'importance primordiale des personnes. Lui qui citait rarement Pascal, il savait que l'ordre de la charité est infiniment supérieur à l'ordre des esprits et à l'ordre des corps. C'est cela que j'ai appris de lui et qui continue d'inspirer mes convictions et mes engagements d'évêque. Bienheureuse liberté chrétienne, surtout quand elle est puisée aux sources vives de la Révélation !

C'est à la même époque, en tout cas, dans les années 60, qu'avec mon ami André Vauchez, nous avons fait appel à René Rémond pour réfléchir à l'intégrisme, alors que le livre d'Émile Poulat sur le catholicisme intégral et le réseau de la Sapinière n'était pas encore publié. Nous n'étions absolument pas tentés par le marxisme, mais nous ne voulions sans doute pas que la tradition catholique se ferme sur elle-même.

Quelque dix ans plus tard, alors que j'étais devenu prêtre et que j'exerçais mon ministère de l'autre côté, à l'église Saint-Jacques-du-Haut-Pas, j'ai eu à accompagner un groupe de la Paroisse universitaire qui s'est réuni ici et auquel participaient d'éminents professeurs nommés Jacques Fontaine, Pierre Courcelle, Jacques Perret, Robert Flacelière, Pierre Demargne et d'autres encore : ces maîtres dans le domaine de la philologie, des littératures latine et grecque, de l'archéologie et de l'histoire, pratiquaient sans le dire le dialogue entre la culture et la foi, de l'intérieur de leurs spécialités universitaires.





Quand on a été formé à cette école-là – et je n’oublie évidemment ni Henri Marrou, ni René Rémond – on ne peut pas laisser dire qu’il existerait des rapports de forces insurmontables entre la tradition catholique et la tradition laïque ! Il faut simplement et résolument comprendre les conditions nouvelles dans lesquelles la tradition catholique est aujourd’hui appelée à s’inscrire dans une culture ou dans des formes culturelles incontestablement marquées par la sécularisation.

La transition est dès lors facile avec l’histoire plus récente de ce groupe de travail dont le père Joseph Doré¹ a été un artisan convaincu et efficace, et qui s’est réuni ici à partir de 1993, en vue de « proposer la foi dans la société actuelle ».

Trois ans plus tard, lorsque paraît la *Lettre aux catholiques de France*, un ami très proche me procura une grande joie en me disant les yeux dans les yeux : mais cette *Lettre* est inspirée par saint Grégoire le Grand.

Cette réaction me surprit, mais je ne pus en contester la justesse. Surtout en me souvenant de la question que m’avait posée André Mandouze à la veille de ma soutenance de thèse : « Mais enfin, qu’avez-vous appris de Grégoire le Grand ? » Et moi de lui répondre sans hésiter : « L’espérance en des temps d’épreuves. » C’est bien la même conviction qui inspire notre *Lettre aux catholiques de France*. Ce qui est aussi une façon de réagir aux reproches d’optimisme excessif qui furent faits à nos réflexions.

Ces reproches dérivait, me semble-t-il, d’une erreur de perspective : nous n’avions pas cherché à faire un bilan du catholicisme français à la fin du XX^e siècle, nous avons voulu accomplir un acte de discernement par lequel il serait possible de comprendre et de voir ce qui germe, ce qui émerge au cœur même de ce qui s’efface ou qui disparaît dans la trame de l’Église.

En tout cas, je remercie de tout cœur ceux et celles qui ont collaboré à cette œuvre commune et que j’ai été heureux d’associer à mon Comité d’honneur. Merci à vous tous, aussi bien du côté des camarades de la rue d’Ulm que du côté des membres de l’Académie française et des autres amis, parce que vous avez compris que l’engagement pris par notre *Lettre aux catholiques de France* consiste à regarder au-delà des apparences et à cultiver l’espérance en des temps qui ne débordent pas d’espérance.

Mais pour cultiver l’espérance, il me semble que l’histoire, la théologie et la spiritualité ne suffisent pas. Il faut pratiquer aussi d’autres lectures, que je voudrais évoquer ce soir en touchant ce signe que je porte sur moi, ce livre ouvert sur lequel s’appuient le cœur et la croix.

Ce n’est pas la mémoire de mes études littéraires qui m’inspire ce geste. C’est mon expérience d’homme et aussi de pasteur sans cesse affronté à l’énigme du mal et à la mémoire du mal. Je rencontre beaucoup de jeunes et d’adultes qui sont désarmés face à cette énigme et à cette mémoire parfois destructrice. Comme cette fille de 16 ans qui m’a confié les blessures profondes qu’elle porte en elle et qui, dans une de ses





De la théologie à la littérature

dernières lettres, me disait : « Pouvez-vous m'expliquer pourquoi parler est mon ennemi, et pourquoi mes amis, ce sont mon stylo et mon papier ? »

Bien entendu, je n'oublie pas les Écritures saintes, le livre de la Révélation chrétienne et le mystère de la Croix. Mais j'ai l'intime conviction que la littérature, à sa manière, parfois sauvage ou violente, peut beaucoup pour toucher à ces questions de vie, de mort, d'amour, qui font partie de notre humanité commune.

J'ai redécouvert Bernanos durant ces derniers mois, dans ce volume de la Pléiade que mes camarades de la rue d'Ulm m'avaient offert pour mon anniversaire en 1962. J'avais lu *Sous le soleil de Satan* et le *Journal d'un curé de campagne* lorsque j'avais 16 ans et que je n'envisageais pas du tout de devenir prêtre. Quelle radicalité pour explorer le mystère du mal et pour comprendre que la pire des tentations, c'est celle du désespoir et du néant :

Connaître pour détruire, et renouveler dans la destruction sa connaissance et son désir – ô soleil de Satan – désir du néant recherché pour lui-même, abominable effusion du cœur ! (*Sous le soleil de Satan*, Gallimard, 1961, p. 237)

Et face à cette illumination de l'abbé Donissan, voici le terrible dialogue du curé de campagne avec cette femme, cette comtesse qui s'est enfermée dans la haine de Dieu à la suite de la mort de son enfant. Et il va la délivrer de cet enfermement infernal en l'obligeant à faire la vérité sur elle-même :

Notre haine même rayonne et le moins torturé des démons s'épanouirait dans ce que nous appelons le désespoir... L'enfer, madame, c'est de ne plus aimer... Ne plus aimer, ne plus comprendre, vivre quand même, ô prodige ! (*Journal d'un curé de campagne*, *ibid.*, p. 1157)

Je comprends la rage de Bernanos, quand il dénonce ce christianisme fade et vague qui se contente des catégories préfabriquées de la vie spirituelle ou de la psychanalyse alors qu'il s'agit d'êtres humains menacés de se perdre ou de se détruire !

J'aime Soljenitsyne pour des raisons analogues, pas seulement parce qu'il a dénoncé la barbarie du système communiste appuyé sur l'idéologie, mais parce qu'il montre, à travers des histoires vraies, qu'il est possible, tout en touchant la profondeur du mal, d'en être délivré. Et c'est l'extraordinaire finale du *Pavillon des cancéreux* où l'on voit l'un des principaux personnages du roman, Oleg Kostoglotov, sortir de l'hôpital, en croyant être guéri alors qu'il va mourir. Mais à travers la beauté de la création, cet homme va vivre comme une étonnante renaissance :

Il fit un pas sur le perron et s'arrêta. Il aspira une bouffée. C'était un air jeune, que rien encore n'avait agité, troublé ! Il jeta un regard – c'était un monde jeune qui verdissait... Le ciel se déployait, rosi par un soleil qui, quelque part, se levait. Il leva la tête un peu plus – des quenouilles de nuages duveteux, minutieusement ouvragés à





longueur de siècles, avant de se diluer, s'étiraient à travers tout le ciel... C'était le matin de la création ! L'univers était recréé pour être rendu à Oleg : Va ! Vis ! (*Le Pavillon des cancéreux*, Juillard, 1968, p. 638)

Voilà le mystère pascal présent au cœur même de la création ! Voilà l'énigme du mal dépassée par une autre révélation ! Voilà ce dont la littérature est capable pour éclairer ce qui nous dépasse et parfois nous meurtrit !

Voilà l'engagement que je prends en portant ce signe qui relie le livre, le cœur et la croix ! Certains partiront spontanément de la croix et du cœur pour aller vers le livre. D'autres partiront plutôt des livres et mettront du temps pour aller jusqu'au cœur. Je suis prêt à suivre tous ces chemins, mais, de toutes les manières, je voudrais entendre moi-même et faire entendre à d'autres cette parole étonnante qu'a osé prononcer l'apôtre Jean : « Notre cœur aurait beau nous condamner, Dieu est plus grand que notre cœur et il connaît toutes choses ! » (1 *Jean* 3, 20)

Toutes les condamnations du monde, toutes celles que nous portons contre les autres et parfois contre nous-mêmes, ne peuvent pas abolir cette promesse-là, qui vaut pour toujours et pour chacun, au-delà de toutes les apparences, glorieuses ou dérisoires ! Ainsi soit-il !

Note

1. Ancien doyen de la faculté de théologie de l'Institut catholique de Paris et archevêque émérite de Strasbourg, qui était présent lors de cette rencontre et qui s'adressa aussi à Claude Dagens pour évoquer leur collaboration théologique.





LES NORMALIENS PUBLIENT

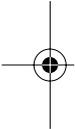


*Jean-Thomas Nordmann
Lucie Marignac
Étienne Guyon
Hélène Fiamma*





=Archicube7 FM.book Page 166 Jeudi, 3. d cembre 2009 4:15 16





Jean-Thomas Nordmann (1966 l)



Avec la multiplication des universités et des postes de professeurs, les recueils d'hommages à des maîtres disparus se sont banalisés. La pitié des éditeurs l'emporte parfois sur la qualité des textes recueillis. On n'exprimera pas cette doléance à propos du volume intitulé *Comment la littérature nous arrive*, publié en 2009 par les Presses de la Sorbonne nouvelle et qui rassemble un choix de textes écrits par **Roger Fayolle** (1948 l), ci-devant caïman de littérature française à l'École et auteur remarqué, dans ce qui s'appelait alors « Collection U », d'une synthèse sur la critique littéraire en France, qui remplaça celle de Pierre Moreau et qui demeure d'une grande utilité. Collègues ou élèves de Roger Fayolle, les éditeurs du recueil, **Jacques Bersani** (1955 l), **Michel Collot** (1971 l), **Yves Jeanneret** (1972 l) et **Philippe Régnier** (1972 l), ont su dégager la cohérence des textes proposés et en tirer la matière d'une sorte de traité de l'origine des opinions littéraires. Toute sa vie en effet, rejoignant pour une part les préoccupations des universitaires anglo-saxons attentifs à la constitution du *canon*, c'est-à-dire de l'ensemble des livres tenus pour des classiques, Roger Fayolle s'est attaché à identifier les mécanismes par lesquels des *textes* deviennent, pour leurs lecteurs présents et à venir, des *œuvres*. Ses contributions montrent l'évolution d'une recherche qui, partie d'une enquête historique sur la critique littéraire s'est étendue aux questions relatives à l'enseignement de la littérature et à l'examen des littératures francophones. Dans chacun de ces domaines, comme dans son enseignement, Roger Fayolle a su faire preuve d'une clarté et d'un sens du partage didactique, tout en évitant soigneusement les paradoxes. Marxiste convaincu, il a parfois été bridé par une idéologie dont il aurait voulu montrer la fécondité. En témoignent, dans ce livre, une invitation à relire le théâtre socialiste de la « belle époque » qui ne parvient pas à nous convaincre de l'existence de chefs-d'œuvre méconnus,





Les normaliens publient

ainsi qu'un article, solidement documenté, sur Paul Lafargue, dont Roger Fayolle souhaitait réhabiliter les apports, mais sans pouvoir faire apparaître un lien de causalité nécessaire entre le credo politique du critique et la liberté de ton de ses jugements. Le même hiatus se fait sentir dans la thèse que Roger Fayolle avait entreprise sur la méthode critique de Sainte-Beuve et que les circonstances ramenèrent à une étude sur Sainte-Beuve et le XVIII^e siècle. Une préface tonitruante pose, au travers de l'exemple de Sainte-Beuve et de ses peurs sociales, la recherche de l'origine des opinions littéraires comme indissociable des engagements de militant communiste (l'épithète devait disparaître dans la présentation orale, salle Louis Liard...) du chercheur ; mais le corps de la thèse consiste en une série de monographies, au demeurant fort utiles, sur la genèse des articles que Sainte-Beuve a consacrés aux auteurs du XVIII^e siècle après 1850 et les conclusions de l'enquête ne virent jamais le jour, sauf à les trouver dans l'agencement de ce recueil. Attaqué par Roger Fayolle, Sainte-Beuve se serait-il trop bien défendu ? En tout cas, cette thèse est la plus parfaite illustration d'un triomphe de Lanson sur Marx, de ce Lanson auquel Roger Fayolle devait consacrer, dans le prolongement des présentations de Henri Peyre, l'un de ses meilleurs articles, heureusement reproduit dans notre recueil. Du marxisme il avait surtout retenu un vocabulaire économique qui le conduisait à être attentif, parallèlement aux questions de genèse et de « production », à la « consommation » des œuvres. Il appelait de ses vœux une histoire de cette consommation, dont il a offert un échantillon dans des articles montrant la place des écrivains dans les manuels scolaires ; on trouvera dans ce recueil la monographie consacrée à Baudelaire, qui montre l'intérêt de ce type d'investigation, qui devait rencontrer, avec le développement de l'esthétique de la réception, un succès, dont Roger Fayolle en précurseur méconnu, n'aura guère bénéficié, faute peut-être d'avoir proposé, à l'égal des théoriciens d'outre-Rhin une notion comme celle d'« horizon d'attente » (pressentie au siècle précédent par Taine). Dommage que ne figure pas un texte publié dans le numéro d'octobre 1974 de la revue *Littérature* sur les colloques, et qui montre, avant les romans de David Lodge et avec une louable liberté d'esprit, les dialogues de sourds qui sont le plus souvent le lot de ces manifestations, qu'une inquiétante inflation a depuis fait proliférer. Rejoignant l'université de Paris III, après avoir, vingt années durant, étudié chaque été l'auteur du XIX^e siècle mis au programme des agrégations littéraires pour offrir à ses auditeurs de l'École d'utiles munitions (dont le recueil présente des exemples significatifs, avec de riches articles sur Stendhal et sur Balzac), Roger Fayolle s'était trouvé une nouvelle orientation et un nouveau public en s'adonnant à l'étude des littératures francophones et en dirigeant les travaux d'étudiants originaires de nos anciennes colonies d'Afrique ; une note rappelle la réaction plaisante de Jean Bousquet (1931 I), alors directeur de l'École, à cet appétit d'exotisme, qui traduisait aussi une exigence profondément ressentie d'élargir le domaine des études littéraires à de nouveaux auteurs. C'était là le





Les normaliens publient

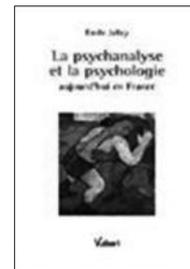
prolongement, somme toute naturel, d'une détermination constante de Roger Fayolle à scruter les conditions dans lesquelles les textes accèdent au statut d'œuvres littéraires.



De **Jacques Bersani**, longtemps lui aussi caïman de français rue d'Ulm et maître d'œuvre du recueil d'articles de Roger Fayolle, on connaît les manuels de littérature française depuis 1945, ainsi qu'une importante activité éditoriale. Mais on sait moins que des séjours à l'étranger l'ont doté d'une maîtrise de l'anglais qui se déploie dans des travaux de traduction. Signalons la version française qu'il vient de proposer du livre d'un historien américain, Philip Nord, *Les Impressionnistes et la politique* (Tallandier, 2009).

Lirait-on avec autant de plaisir le texte original de cet ouvrage, qui aborde par le biais de l'histoire sociale, mais sans négliger leur portée esthétique, toutes les grandes interrogations, dont se nourrissent les débats suscités par la naissance, les succès et les crises de l'impressionnisme ? Faisons à l'auteur le crédit de ne pas répondre par la négative, mais en soulignant que cette version française, d'une aisance comme aérienne et d'une fluidité qui facilite et encourage la lecture, tendrait à nous faire prendre le traducteur pour un co-auteur du livre.

À la fin du XIX^e siècle, en dépit de son exclusion du champ des sciences par Auguste Comte au bénéfice d'une sociologie à construire, la psychologie pouvait apparaître comme une discipline conquérante, matrice et lieu de synthèse des « sciences morales », comme on nommait encore ce que le siècle suivant allait institutionnaliser sous la dénomination de « sciences humaines ».



Il est vrai qu'on pouvait encore parler d'une psychologie, en dépit de l'opposition d'une psychologie philosophico-littéraire et d'une psychologie expérimentale, dont Bergson faisant ressortir les limites, pour ne pas dire le caractère de science auxiliaire. À notre époque cet impérialisme a pris des formes très différentes et c'est une discipline éclatée dont **Émile Jalley** (1955) établit la cartographie dans une très utile présentation de *La Psychanalyse et la psychologie aujourd'hui en France* (Vuibert, 2006). Fruit de nombreuses lectures, sans doute issu de cours attentivement médités et testés sur des publics de niveaux différents, l'ouvrage est aussi clair que complet, mais il ne se ramène pas à une simple nomenclature. Émile Jalley adopte le point de vue de l'épistémologue et propose une réflexion critique. Il excelle à marquer les filiations et à situer les courants les uns par rapport aux autres ; de façon lumineuse, il dégage les soubassements, qui éclairent parentés et divergences. Deux parties, bien tranchées, regroupent écoles, doctrines et pratiques et présentant une vision ordonnée d'une pédagogie limpide : d'un côté, la psychanalyse, à la française pourrait-on dire, dominée par les figures tutélaires de Jacques Lacan et de Didier Anzieu ; de l'autre, la psychologie objective, marquée par





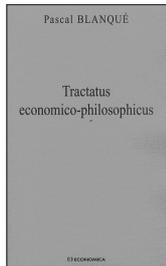
l'importation et l'essor des sciences cognitives. On observera que cette dualité, qui correspond à une attention prioritairement portée au « sujet » ou à l'« objet », s'incarne à Paris dans la répartition de l'enseignement de la psychologie entre deux universités, Paris VII à dominante psychanalytique, et Paris V où prévalent les sciences cognitives. À chacune de ces orientations se rattachent des subdivisions de la psychologie, dont le livre détaille les spécificités. Cette situation présente résulte d'une évolution complexe, puisque dès le début du XIX^e siècle, avec Pinel apparaît une première forme de psychopathologie, antérieure à l'élaboration d'une psychologie objective et puisque jusqu'aux années cinquante, la psychanalyse se développe en France en dehors de l'université. Mais à partir des années soixante, et la tenue à l'École du séminaire de Jacques Lacan fournit un exemple significatif de cette transformation, c'est à la psychanalyse que se réfèrent les rénovateurs de la psychologie universitaire ; dans le même temps, alors que grandit une demande sociale qui favorise l'essor de la profession de psychologue, la psychanalyse colore de ses traits la figure du psychologue clinicien. La psychologie objective universitaire n'a pas la même fécondité ; elle tire d'apports américains l'essentiel de sa substance et l'auteur n'hésite pas à parler de colonisation pour désigner cette prédominance. Ces deux tendances fondamentales, ces deux paradigmes, clinique et cognitif, n'excluent point d'autres divisions, et notamment une différenciation en sous-disciplines qui autorisent des classifications transversales et qui définissent des secteurs spécialisés, dont le livre détaille le déploiement, notamment à propos des diverses branches de la psychopathologie. La vitalité de la psychanalyse en France est telle, comparée à son recul aux États-Unis et à sa faible existence dans les autres parties du monde, que l'auteur n'hésite pas à la tenir pour une exception culturelle nationale et à conclure que la pensée freudienne a trouvé en France sa patrie d'élection ; elle se traduit par un vaste réseau d'associations comptant beaucoup de personnalités éminentes et s'exprime dans une abondante production éditoriale. Outre Lacan et Anzieu, proclamés grandes figures emblématiques, Émile Jalley insère les portraits des grands noms de la psychanalyse française dans un classement fondé sur les thèmes prioritairement approfondis par chacun. Cette perspective est donc technique et conduit à des évaluations qui ne recourent pas forcément celles qui sont familières au plus grand nombre : à cette aune, Françoise Dolto, dont la popularité n'a pas à être soulignée, compte bien moins qu'Évelyne Kestemberg et que Serge Lebovici. Il s'ensuit aussi une relative minoration du rôle de certaines personnalités dans l'irradiation psychanalytique de la culture française : ainsi de substantiels développements permettent de mesurer la place d'André Green dans la discussion et l'affinement des concepts lacaniens, mais l'apport de cet auteur à l'utilisation psychanalytique des grands mythes littéraires est bien moins fortement marqué. On notera une attention à relever l'origine juive des individualités marquantes. L'étude de la psychologie objective enchaîne à l'analyse des sciences cognitives une fort éclairante présentation de la





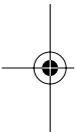
Les normaliens publient

psychologie de l'enfant issue de Piaget, de la psychologie sociale et de la psychologie différentielle, qui construit des modèles d'intelligence à partir des tests et de la psycho-technique. Émile Jalley s'inspire de l'héritage de Henri Wallon pour critiquer les nouvelles formes d'innéisme liées au développement de la psychologie cognitive. Il sous-estime peut-être l'influence de la phénoménologie dans le développement de la psychologie française ; il n'évoque pas, fût-ce sous forme de rappel, l'œuvre de Georges Politzer. Reste qu'il nous offre un livre roboratif et substantiel, un guide indispensable à conserver près de soi comme instrument de travail après une première lecture.



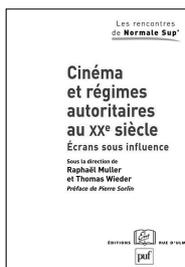
Peut-on rapprocher des travaux d'Émile Jalley sur la psychologie l'effort de **Pascal Blanqué** (1985 l) pour penser, pour repenser l'économie ? Dans un cas comme dans l'autre, nous sommes en présence d'une attitude réflexive et critique, attentive à identifier les fondements d'une discipline présentée comme une science. Mais le parallèle doit s'arrêter là. Car la composition rigoureuse, fractionnée en paragraphes dûment numérotés, de la *Généalogie de l'économie* (Economica, 2006), du *Tractatus economico-philosophicus*

(Economica, 2008), de *Valeur et Temps* (Economica, 2008), n'est proche qu'en apparence du cadastre de la psychologie française que nous venons de présenter. Ici point d'inventaire des doctrines et des courants, mais une analyse poussée à un fort degré d'abstraction de quelques concepts fondamentaux de l'économie. Au point de départ de cette réflexion, la perspective des philosophies analytiques anglo-saxonnes qui espèrent résoudre les problèmes en nettoyant le langage dans lequel ils sont formulés des multiples scories que dépose l'usage trop courant des termes, d'où l'implicite référence à Wittgenstein, et la conviction que la science économique se formulant en énoncés, sa critique consiste à clarifier le discours dans lequel elle s'exprime. Mais cette perspective critique se double très vite d'une affirmation ontologique : ce qui sous-tend l'économie c'est l'élan de l'homme vers le monde, c'est l'effort du sujet pour s'approprier l'être. Cette affirmation, Pascal Blanqué la décline et la martèle, avec une profusion d'expressions chatoyantes, dont beaucoup procèdent de la phénoménologie et révèlent, ou trahissent, une évidente imprégnation sartrienne. Le sujet de l'action économique n'est plus seulement une abstraction fonctionnelle ; il se trouve doté d'une densité anthropologique, celle d'une conscience libre, dont la réflexion philosophique cerne l'identité. De là une attention particulière pour la monnaie, qui symbolise une emprise de ce sujet sur le temps et la durée. Quant aux prix, ce seraient des phénomènes de conscience, et non pas des indicateurs objectifs... La pensée de Pascal Blanqué chemine solitaire, à l'écart des filières classiques, mais avec d'autant plus d'audace et de liberté qu'elle échappe aux dogmes des spécialistes et surtout aux cloisonnements dans lesquels ils s'enferment. Liée sans doute à une composition par fragments et par accumulation de notules, avec une grande abondance d'aphorismes





et d'incantations, cette réécriture de l'économie dans le vocabulaire de *L'Être et le Néant* multiplie les répétitions litaniques qui introduisent des rythmes à la Péguy. Le lecteur, qui n'est pas économiste, reste parfois perplexe et se demande si, croyant avoir affaire à un exercice de style, il ne risque pas de méconnaître les révélations d'un futur prix Nobel d'économie.



Dans nos universités se multiplient les séminaires, supposés rassembler des chercheurs, et dont l'animation est censée perpétuer la prééminence des professeurs de rang magistral. Le succès de cette formule suppose un subtil équilibre entre la diversité des participants chargés de fournir des apports complémentaires et la cohérence des idées directrices propre à unifier les contributions et à tirer des conclusions d'enquêtes comparatives. Ces conditions n'ont pas manqué au séminaire de réflexion tenu à

l'École sur l'apport du cinéma à la recherche historique dirigé entre 2003 et 2005 par **Raphaël Muller** (1999 l) et **Thomas Wieder** (1999 l). Les éditions Rue d'Ulm et les Presses universitaires de France ont conjointement publié fin 2008 les résultats des séances consacrées à la manière dont les dictatures usent du cinéma. Doté de toutes les références scientifiques et bibliographiques souhaitables, *Cinéma et régimes autoritaires au XXe siècle. Écrans sous influence* rassemble douze contributions signées des meilleurs spécialistes, qui véritablement font « le tour de la question » : l'ensemble montre, s'il en était besoin, qu'à l'ère des masses, aucun pouvoir dictatorial, nationaliste ou socialiste, n'a négligé de contrôler un instrument de communication perçu comme d'une singulière efficacité. Cette prise en main n'est pas immédiate ; elle s'opère souvent de façon progressive, le pouvoir ne se dotant pas immédiatement d'une doctrine du cinéma et se trouvant conduit à composer fréquemment avec des organisations déjà existantes. Les structures juridiques de la production et de l'exploitation des films sont d'une grande diversité, et la nationalisation n'est qu'une formule parmi d'autres. La propagande revêt des aspects variés, avec différents degrés d'explicitation ; la prédication directe cède souvent la place à des formes plus subtiles de suggestion qui tirent parti des ressources vite maîtrisées du langage cinématographique et qui utilisent le modèle narratif créé à Hollywood en exploitant l'identification du spectateur à un personnage central pris dans un conflit ou tentant de réaliser un projet ambitieux. Dans la plupart des cas, le public fait prévaloir une aspiration au divertissement dont les pouvoirs sont conduits à tenir compte et qui suscite une production nationale de masse qui véhicule insidieusement les orientations du régime. Cette réévaluation du rôle du public, force puissante d'inspiration, et non pas objet purement passif, est l'une des conclusions les plus suggestives de cette étude comparative. On retiendra aussi, notamment dans l'expérience des États communistes et méditerranéens, la

Les normaliens publient

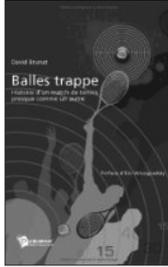


manière dont les milieux cinématographiques constituent des espaces de rénovation, voire de contestation : même quand elle est soigneusement réglementée, la formation des cinéastes fournit l'occasion de connaître des productions étrangères et de procéder à des confrontations, voire d'explorer des voies nouvelles ; si encadrée soit-elle, la participation à des manifestations internationales telles que les festivals va dans le même sens. Dans l'univers étouffant des totalitarismes, le cinéma est une fenêtre ouverte : il laisse passer un peu de la lumière de l'extérieur et assure la formation d'une avant-garde et, en tout cas, d'une minorité culturellement privilégiée qui prépare de plus larges ouvertures et contribue de façon souterraine à la gestation des réformes et à l'avènement de la démocratie. Instrument de pouvoir, le cinéma est un instrument de libération.



Le roman de **Claire Daudin** (1987 L), *Le Sourire* (Le Cerf, 2009), renouvelle avec beaucoup de délicatesse le thème du handicap et de son retentissement sur une famille en l'insérant dans les mailles d'une fiction parfaitement agencée. D'origine portugaise et de modeste extraction, José est devenu entrepreneur de construction ; c'est un manuel, à la forte carrure et aux manières peu policées (le lecteur imagine volontiers le Jean Gabin des films populistes des années 1930 et 1940 pour en tenir le rôle à l'écran) ; un peu par

hasard il rencontre la fille d'un médecin, Violaine, dont la beauté le séduit aussitôt. Un mariage s'ensuit, ainsi que l'attente d'un enfant ; une première échographie laisse présager des difficultés ; on redoute, un temps, une trisomie, mais c'est un petit garçon atteint de la maladie de Hurler, affection génétique très rare, que Violaine met au monde, un enfant atteint de « gargoylisme », un enfant qui présente l'aspect difforme d'une gargouille. La trame du roman s'enrichit des réactions et des comportements du couple et de ses proches. Un amour maternel blessé, mais intense, une fierté paternelle mise à mal, des familles qui peinent à trouver la conduite adéquate donnent matière à de très belles pages comme l'évocation d'un bain et d'une harmonie conquise dans et par l'élément liquide ; un art de ralentir la narration fait ressentir les appréhensions et les angoisses, notamment dans la consultation du médecin. À la courte espérance de vie de l'enfant s'oppose la détermination des parents à vouloir ignorer les fatalités et à ne rien marchander, à faire comme si... du malheur se tirent des leçons d'humanité. Claire Daudin parvient au lyrisme sans pathos ; à l'émotion elle associe avec beaucoup de maîtrise le réalisme des notations sur la vie familiale et sociale de la province française. Elle fait vivre le drame d'un couple, culturellement et socialement dépareillé, confronté à l'une des pires tragédies de la vie, en créant des personnages éminemment vivants. En quoi son livre n'usurpe nullement la qualification de roman, et cela au meilleur sens du terme.



Cette qualification s'applique de façon moins évidente au texte de **David Brunat** (1992 l) *Balles trappe. Histoire d'un match de tennis presque comme un autre* (Publibook, 2009). L'auteur parle un moment de « fantaisie littéraire » pour désigner la défense et illustration du tennis qu'il nous présente. La relation d'un match, que le narrateur livre face à un adversaire qui n'hésite pas à tricher, forme l'ossature d'un récit entrecoupé de digressions sur la technique, les mœurs et les traditions du tennis. Tantôt monologue intérieur, tantôt notes explicatives, voire didactiques, le commentaire accompagne sans lourdeur l'évocation du jeu ; ni histoire, ni traité technique, ni série de portraits, le livre s'inscrit dans la lignée des analystes du « plaisir des sports », à l'image des célébrations que jadis Jean Prévost sut si bien offrir aux lecteurs de la NRF, car le caractère prime-sautier du propos n'exclut point la réflexion ; se présentant à la fois comme professeur de philosophie et comme joueur de tennis, l'auteur dégage les éléments d'une méditation sur le tennis tenu pour proche de la danse et envisagé à la fois comme éthique d'un sport à deux, individuel sans doute, mais non pas singulier, et comme esthétique d'un art du temps et de la durée, qu'il faut savoir dilater à bon escient. Les composantes du jeu font l'objet de remarques fines et souvent neuves ; on relèvera notamment ce qui touche à la place de la faute, le paradoxe sémantique du terme « service », qui consiste à « transpercer » l'adversaire, loin de le « servir », la part de l'anglais dans le vocabulaire du tennis et les origines étymologiques de plus d'un terme, les sensations visuelles, auditives et musculaires du joueur, le contact avec la matérialité de la raquette, la dureté des affrontements par-delà le *fair play* qu'il est de rigueur d'afficher, les perpétuelles incertitudes et les incessantes remises en question qui pimentent le déroulement d'un match. L'humour qui égaye ces développements ne saurait dissimuler la passion que, de toute évidence, l'auteur éprouve pour ce sport de seigneurs, qui est aussi un sport de tueurs.

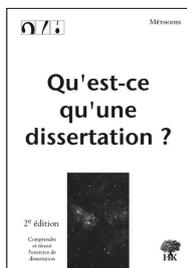
Usant du pseudonyme de Manuel Cordouan, **Nicolas Quillet** (1976 l) livre sous la forme d'un bref roman, *Le Vertige de Clémence* (Diabase littérature, 2009), des éléments d'autobiographie, réelle ou fictive, construits autour de l'évocation d'une sœur prématurément disparue avec laquelle s'engage un dialogue d'outre tombe. Tenté d'imiter le geste fatal de cette sœur, culpabilisé par le fait qu'elle se soit donné la mort, le narrateur s'interroge sur les raisons d'un suicide en faisant alterner le rappel des moments vécus en sa compagnie avec le récit des pérégrinations de la disparue que son statut d'épouse de diplomate a conduite sous diverses latitudes. Des bribes d'enfance en Algérie et en Tunisie, une présence soutenue de Vienne et des mythologies autrichiennes, des citations commentées avec bonheur des Goncourt sur Paris, les saveurs de Londres, les traces de séjour en Australie et en Chine, l'Alsace et les îles grecques élargissent le microcosme du récit en macrocosme d'un univers à





Les normaliens publient

partager. Quelques pages singulièrement riches sur les paysages offrent un concentré d'univers chinois et peuvent rappeler, indirectement, la manière dont cet univers a fécondé l'inspiration d'un Claudel. Une curieuse coquille (?) confond Édouard VIII avec Henri VIII, le duc de Windsor de notre époque avec la Barbe bleue. Entre le frère et la sœur, les psychologues parleront d'une relation fusionnelle. Que les protagonistes de ce drame soient des archicubes dûment répertoriés dans notre supplément historique, qui se trouve mentionné au détour d'une méditation, n'est qu'un élément mineur de l'envoûtement que suscitent les qualités de sobriété et les pouvoirs de suggestion du récit.



Dans le numéro cinq de *L'Archicube* figurait, sous la plume de Sébastien Desreux (1994 s), une brève présentation des activités de la maison d'édition H et K fondée par des élèves de l'École et vouée à la publication de cours et de documentation pour les élèves des classes préparatoires et les candidats aux concours nationaux de recrutement. Ce type d'activité éditoriale s'est beaucoup développé depuis quelques années. Il a le mérite de donner la stabilité de l'écrit à la parole évanescence de maîtres

parfois peu soucieux de fixer un enseignement qui vaudrait d'atteindre un public plus nombreux que les élèves des classes préparatoires. Faisant travailler dans l'urgence des professeurs qui n'hésitent pas sacrifier parfois leurs vacances d'été pour assurer une publication suffisamment antérieure aux concours pour être commercialisée à temps, les éditeurs ne sont pas toujours très regardants sur le degré d'élaboration des textes dont ils ont ainsi passé commande. Parfois, au contraire, des travaux de circonstance mériteraient d'échapper à la caducité qui frappe les programmes pour lesquels ils ont été conçus. C'est le cas des volumes publiés par H et K sous forme d'une série de dissertations explorant les diverses facettes d'une notion et qui font le tour de thèmes aussi multiformes que la passion, la science, les puissances de l'imagination ou la vérité, lesquels définissent les programmes de « culture générale » des concours des écoles de commerce et qui sont la monnaie d'un enseignement de la philosophie réduit à la portion congrue ; présentant une investigation dialectique, et non pas seulement analytique, de chacun de ces thèmes, ces ouvrages font ressortir cet art de susciter, de faire sourdre les questions qui constitue l'une des vertus pédagogiques de la dissertation et qui, depuis quelques années, est dénommé *problématisation*, ou invention d'une *problématique*. Notre expérience personnelle nous a convaincu, en matière d'enseignement de la dissertation, des vertus de la formule apprendre à faire, en montrant comment c'est fait. Cette formule sous-tend les volumes de cette collection ainsi que, voué à survivre à la péremption des programmes, le fascicule rédigé par **André Leblanc** (1996 I) pour répondre à la question *Qu'est-ce qu'une dissertation ?* (H et K, 2006). Le mérite de cet ouvrage, c'est de montrer comment, par-delà les



Les normaliens publient

différences des disciplines, il existe une sorte d'essence du genre et que la maîtrise de ses techniques a pour condition première la conscience et la connaissance de sa nature. Cette nature, c'est d'être un raisonnement écrit et de cette nature procède sa valeur qui s'apprécie selon deux perspectives, celle de la validité de l'enchaînement des idées ou propositions et celle de la vérité de chacun des éléments enchaînés en raisonnement ; cette vérité est celle de la documentation et des exemples utilisés ; elle revêt donc des formes différentes selon que l'exercice se rapporte aux études philosophiques ou qu'il traite de matières littéraires, en l'occurrence de textes précis, et chaque discipline a ses rituels, mais ces différences comptent moins que la nécessité de lier par un raisonnement et par une argumentation les éléments factuels qui constitue cette documentation ; de la liaison procède la composition, dont le souci peut dégénérer en « mystique du plan » comme le relevait malicieusement Gérard Genette dans un article de 1965 sur les avatars scolaires de la rhétorique, mais qui n'est jamais que l'aspect formel de ce caractère de raisonnement qui est effectivement au principe de l'exercice. Des conseils pratiques, notamment sur la suite des idées et sur la technique du paragraphe, ainsi que quatre exemples de dissertations entièrement rédigées (philosophique, littéraire, sociologique et économique) complètent ces vues théoriques inspirées par la plus saine des pédagogies, celle qui pose qu'il faut comprendre ce qu'est une dissertation avant d'apprendre à en faire une. Avec une grande économie de moyens, le livre fait très bien ressentir le bien-fondé de la succession de ces étapes. Il ne sera donc pas utile aux seuls étudiants ; il aidera aussi les maîtres à formuler en meilleure connaissance de cause leurs propres préceptes.



Innombrables sont les ouvrages consacrés à la crise de l'école. Celui de **Jean-Paul Riocreux** (1960) tranche avec le tout-venant, à la fois par tout ce qu'il intègre d'expériences humaines vécues et réfléchies et par de très brillantes qualités de composition et d'expression qui insèrent ces expériences dans une démonstration sans faille avec des conclusions en formules à l'emporte-pièce, mais qui ne sont jamais imposées car elles n'interviennent que pour couronner des raisonnements implacables (*L'École en désarroi*, PUF, 2008). Car c'est un procès qu'instruit Jean-Paul Riocreux, celui du complot de quelques pédagogues autoproclamés et installés aux postes de commande contre l'école de la République, celle qui dotait chaque élève du bagage intellectuel et de l'esprit critique propres à assurer les formations complémentaires préparant à l'exercice d'une profession, celle qui mettait en mesure d'exercer en connaissance de cause les fonctions qui sont au cœur de la citoyenneté. Que le terme de complot, que l'auteur se garde d'utiliser et auquel nous n'avons recours que pour simplifier, hélas, l'expression d'une pensée nuancée, n'aille pas accréditer l'idée d'une complaisance du livre aux mythologies de la conspiration qui gangrènent tant de doctrines. Son expérience



Les normaliens publient

personnelle d'inspecteur d'académie aux prises, trente années durant, avec les réalités quotidiennes de la vie scolaire et sa connaissance du milieu éducatif lui ont fait mesurer le fossé d'incompréhension qui isole bien des pédagogues du monde de l'éducation, tel que les praticiens le vivent effectivement ; une minorité de prétendus spécialistes légifère et prescrit, en dépit et du bon sens et des aspirations des élèves et des maîtres, dont beaucoup résistent héroïquement et silencieusement aux injonctions dévastatrices en dispensant, envers et contre tout, un enseignement de qualité ; entre l'école « légale » et l'école « réelle » existe un divorce qu'au mieux par inertie les politiques feignent d'ignorer. Le procès des IUFM s'inscrit dans cette dénonciation d'une idéologie des pédagogues coupée du réel. Jean-Paul Riocreux suit à la trace les manifestations de ce courant de pensée destructeur des valeurs de l'école républicaine, fauteur d'inégalités et d'injustices. Des textes de Jacques Natanson, d'André de Péretti, de Louis Legrand et de Philippe Meyrieu, il extrait la quintessence des formules qui vont dévoyer l'institution scolaire et instituer la « non-école de la facilité et de l'abaissement », notamment par la renonciation aux humanités et aux disciplines des lettres. Avec Jean Capelle, et dans la lignée d'Alain, soucieux de garantir que l'éducation soit une élévation, Jean-Paul Riocreux rappelle les vertus d'une pédagogie du détour, à l'opposé des tenants d'une soumission à l'actualité ; à l'école ouverte il préfère l'école ouvrée. Pour la mettre en pratique, il en appelle à Cicéron qui nous enseigne que l'éducation repose sur trois piliers, *memoria*, l'appui sur un passé, sur une tradition, *intelligentia*, le discernement critique et l'esprit d'analyse, *providentia*, l'anticipation volontariste. On ne saurait mieux dire !





LES ÉDITIONS RUE D'ULM

Lucie Marignac (1983 L)

Du livre objet au livre image...

Depuis juillet 2009, le comptoir des Éditions s'est installé dans le bâtiment « historique » de l'École, 45 rue d'Ulm, au rez-de-chaussée du Nouvel immeuble Rataud. Entre l'entrée de la grande bibliothèque Lettres-SHS et celle de la bibliothèque de Maths, cette installation nous rappelle opportunément la continuité dans laquelle s'inscrit le livre : conservation/archivage, recherche, production, diffusion – qu'il soit papier ou numérique. L'ouverture de ce nouveau lieu de consultation et de vente des ouvrages s'accompagne de la mise en ligne de la quasi-totalité des livres de notre catalogue (fonds actif et titres épuisés) après numérisation et conversion au format *e-book*. Tous seront interrogeables dans la base Gallica 2 de la Bibliothèque nationale de France, puis dans Europeana avec recherche plein texte et restitution d'un extrait (<http://gallica.bnf.fr>). Ils sont par ailleurs commercialisés par Numilog, e-distributeur et e-libraire, pour ce qui est du texte intégral (<http://www.numilog.com>).

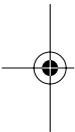
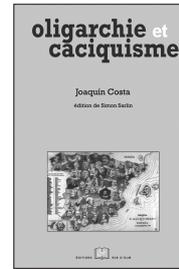




Les normaliens publient

En cette fin d'année 2009, une dizaine de livres sont parus ou sous presse – histoire, anthropologie, sociologie et économie à l'automne, histoire de l'art et littérature pour janvier-février.

Inédite en français, *Oligarchie et caciquisme comme forme actuelle de gouvernement en Espagne* est une œuvre maîtresse de la culture politique espagnole, mais largement méconnue. On ne saurait la réduire au « chirurgien de fer » invoqué par son auteur, Joaquín Costa (1846-1911), pour guérir les plaies de l'Espagne, et dont Miguel Primo de Rivera s'est voulu l'incarnation, ni aux formules (« pain et école », européanisation) dont se sont réclamés les pères fondateurs de la Première République. Principal représentant du mouvement « régénérationniste » qui, dans l'Espagne du second XIX^e siècle, prétend analyser scientifiquement la décadence nationale, Costa, politique et érudit, est une figure tutélaire de la génération de 1898 (Ganivet, Unamuno, Ortega y Gasset). Véritable réquisitoire contre la monarchie de la Restauration (1874-1923), les deux conférences qu'il prononça à l'Ateneo de Madrid en 1901 dévoilent avec une lucidité emportée les tares du régime parlementaire de l'époque : oligarchie, corruption électorale, clientélisme. Mais elles constituent aussi l'acte final d'une tentative visant à confier le pouvoir à ceux qui maîtrisent le savoir, ceux que l'on commence alors à appeler les « intellectuels ». Simon Sarlin (2000 l), agrégé d'histoire et actuellement membre de l'École française de Rome, en a effectué la remarquable édition critique. [Format 16 × 24, 256 pages, 28 €]



En anthropologie, notre partenariat avec le musée du quai Branly se poursuit dans le cadre de la collection « Æsthetica » autour du livre de Pierre Déléage, *La Croix et les hiéroglyphes. Écritures et objets rituels chez les Amérindiens de Nouvelle-France (XVII^e-XVIII^e s.)*. Quels sont les processus de transformation d'une forme symbolique ? Comment s'importe-t-elle et s'intègre-t-elle dans des traditions et des rituels qui lui sont étrangers ? L'auteur, formé aux enquêtes de terrain par Carlo Severi (*Le Principe de la chimère*, Rue d'Ulm, 2007), nous livre ici une belle étude de cas. Son enquête, à la croisée de l'anthropologie et de l'histoire, a pour terrain les relations qui s'établissent, au cours des XVII^e et XVIII^e siècles, entre des missionnaires catholiques et les Micmacs, groupe amérindien peuplant les côtes atlantiques de l'actuelle frontière séparant le Canada des États-Unis. Chez les Micmacs, la croix était un signe d'alliance diplomatique, guerrier et chamanique. Confrontés à cette situation, les missionnaires français usent d'un syncrétisme pédagogique pour propager la croix chrétienne. Quant aux « hiéroglyphes » micmacs, méthode d'inscription tout à fait exceptionnelle, ils se constituent à l'intersection des traditions pictographiques autochtones et de l'écriture





Les normaliens publient

alphabétique apportée par les missions. Cet ouvrage démontre la force d'innovation produite par les interactions entre des systèmes symboliques différents. Il décrit et explique comment l'hétérogénéité culturelle construit l'efficace des objets et des rituels, assure leur propagation et aboutit à l'invention de traditions nouvelles pour un groupe humain donné à un moment de son histoire. [Format 19 × 20, 156 pages, 18 €]

La collection « La rue ? Parlons-en ! », en partenariat avec l'Association Emmaüs, s'enrichit quant à elle de deux nouveaux titres, issus des conférences données par Jean Furtos et Jacques Lecomte en avril et octobre 2009 (enregistrées sur www.diffusion.ens.fr). Du retrait individuel à la reconstruction personnelle, les deux sujets traités sont difficiles, mais centraux parmi les problématiques en jeu dans cette série d'opuscules.



Tout sujet humain plongé dans un environnement excluant est susceptible, pour se protéger de cette souffrance, de développer un syndrome d'auto-exclusion : une sorte de grève de la subjectivité avec soi-même et avec autrui, qui arrête le mouvement du temps dans une forme de disparition du sujet. Le conflit entre les droits de l'homme et les flux abstraits d'argent, de marchandises et d'individus, en attente d'une régulation nouvelle des grands groupes humains, est affirmé comme le déterminant majeur de l'auto-exclusion, qui touche non seulement les plus démunis, mais aussi ceux qui semblent avoir « tout pour être heureux » : en effet, la précarité définie par le psychiatre Jean Furtos se différencie radicalement de la pauvreté, qu'elle peut à l'évidence accompagner et produire. La précarité, dans sa forme actuelle, est la misère des pays riches, exportable dans le monde entier. [*De la précarité à l'auto-exclusion*, format 11 × 15, 60 pages, 5 €]

Dans *La Résilience. Se reconstruire après des difficultés*, le psychologue Jacques Lecomte montre que deux éléments sont essentiels pour la reconstruction psychologique des personnes ayant subi un ou plusieurs traumatismes : le *lien*, c'est-à-dire des relations interpersonnelles marquées par l'empathie, l'affection et la considération ; le *sens*, c'est-à-dire un processus de réflexion personnelle. En outre, lorsqu'il s'agit d'enfants et de tout jeunes gens (voire d'adultes en grosse difficulté), un élément supplémentaire est nécessaire, que l'on peut qualifier de *loi* (au sens de loi symbolique, de repères, de cadre éducatif structurant). Ce qui conduit au « triangle de la résilience » : une personne en souffrance peut créer du sens dans son existence lorsqu'elle a la possibilité de s'appuyer sur d'autres personnes qui sont en lien avec elle et posent un cadre structurant. Certains, notamment parmi les travailleurs sociaux, sont de véritables « tuteurs de résilience » qui jouent un rôle essentiel dans l'émergence et le développement de la résilience d'autres êtres humains. Une métaphore qui rend bien





Les normaliens publient

compte de deux aspects importants de leur rôle : ils constituent un repère solide pour autrui tout en le laissant se développer à sa manière. [Format 11 × 15, 70 pages environ, 5 €, disponible début février 2010]

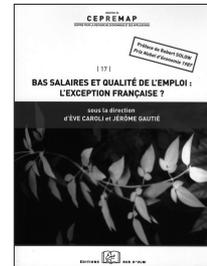
**Prochaine conférence du cycle « La rue ? Parlons-en ! »
*Travail et classes sociales : où allons-nous ?***

avec Christian Baudelot (1960 l), professeur de sociologie émérite à l'ENS

mercredi 3 février 2010 à 14 h 30

ENS, 45 rue d'Ulm, salle Dussane

Deux ouvrages très en prise sur l'actualité économique sont parus dans la « collection du Cepremap » sous l'égide de Daniel Cohen (1973 s). Les enquêtes réunies par Ève Caroli et Jérôme Gautié (1985 l) dans *Bas salaires et qualité de l'emploi : l'exception française ?* rappellent que les pays industrialisés avancés ont connu de profondes mutations économiques au cours des vingt-cinq dernières années : globalisation croissante, déréglementation de nombreux secteurs, diffusion de nouvelles technologies et formes d'organisation du travail... Ces mutations se sont traduites par une pression concurrentielle accrue sur les entreprises, qui ont été amenées à modifier radicalement leur mode de gestion, et notamment la gestion de leur main-d'œuvre. Quelles en ont été les conséquences pour les travailleurs peu qualifiés et peu rémunérés ? Le cas français est situé par rapport à celui d'autres pays européens (Allemagne, Danemark, Pays-Bas et Royaume-Uni) et des enquêtes de terrain ont été conduites de manière approfondie dans six secteurs : l'industrie agroalimentaire, les hôpitaux, les hôtels, la grande distribution, les centres d'appel et l'intérim. Il en ressort que si, en France, la part des travailleurs à bas salaire est relativement faible, leurs conditions de travail sont particulièrement dures. [N° 17, préface de Robert Solow (prix Nobel d'économie 1987), format 14 × 18, 510 pages, 15 €]



Spécialiste de l'économie de l'environnement et des ressources naturelles, Katheline Schubert vient de publier le 18^e opuscule de la collection, intitulé *Pour la taxe carbone. La politique économique face à la menace climatique*. Devant l'urgence de la menace constituée par le réchauffement climatique, seule une taxe carbone bien pensée et bien calibrée permettra de réduire les émissions de carbone dans les meilleures conditions d'efficacité économique et de justice sociale. L'efficacité commande de mettre en place une taxe harmonisée dans le plus grand nombre de pays possible, articulée avec les instruments existants – normes et marché européen de permis d'émissions négociables –,





Les normaliens publient

afin de garantir l'unicité du prix du carbone et la cohérence de la politique climatique. Le niveau initial de la taxe doit être élevé, son profil croissant, et elle doit être révisable au fur et à mesure de l'amélioration de nos connaissances sur le changement climatique et les dommages qu'il engendre. La justice commande de redistribuer les recettes de la taxe de façon à renverser ses effets régressifs. Une taxe d'ajustement aux frontières destinée à préserver la compétitivité sectorielle des entreprises des pays adoptant une politique climatique commune face à celles des pays qui ne l'adoptent pas permet à celles-ci de répercuter dans leurs prix le coût de cette politique. La taxe carbone est alors *in fine* payée par les consommateurs, et il devient légitime de leur redistribuer l'intégralité des recettes de la taxe. Une redistribution forfaitaire présente des avantages considérables : elle est parfaitement transparente, simple et peu coûteuse à mettre en œuvre. Ce qui n'empêche évidemment pas de mettre en place des programmes d'aide ciblés sur les catégories de ménages les plus vulnérables. [Format 14 × 18, 92 pages, 6 €]

Pour les mémoires de recherche et certains ouvrages collectifs, la collection « Actes de la recherche à l'ENS » constitue une série composée exclusivement de publications électroniques. Dernier titre en ligne, le volume *L'Art et la mesure. Histoire de l'art et méthodes quantitatives* dirigé par Béatrice Joyeux-Prunel (1996 I) et Luc Sigalo-Santos. Parler de chiffres en histoire de l'art est souvent malvenu, car cela semble considérer que l'on pourrait codifier des données dont on aime à penser qu'elles relèvent de l'immesurable, de l'insondable, du spirituel : « On ne met pas la beauté en boîte. » Mais pourquoi ? On met bien les tableaux dans des cadres, sur des murs et dans des musées, et on sait bien aussi que les œuvres d'art vivent d'abord par leur rang dans un classement élaboré depuis des siècles, dont les musées et les histoires de l'art, mais surtout le marché, sont les meilleurs comptables. Cette question préoccupait depuis plusieurs années les participants du séminaire « Art et Mesure », tenu à l'École, à l'Institut d'histoire moderne et contemporaine, depuis 2006 : aucun n'aurait jugé honnête de ne pas reconnaître ce qu'apportait l'approche quantitative à ses recherches – et d'abord la constitution d'une base de données rigoureuse. Les premiers travaux ayant abouti à un numéro spécial de la revue *Histoire et Mesure* (déc. 2008), le présent volume va plus loin : il réunit, outre des historiens, des économistes, des sociologues, des mathématiciens, des statisticiens. Il se veut un outil de travail pour les historiens de l'art qui souhaiteraient, en cohérence avec les questions suscitées par leur objet de recherche, passer par l'analyse quantitative, qu'elle soit très simple ou plus raffinée. Les articles qu'il contient proposent, à partir des exemples les plus divers, une approche très méthodique de l'analyse quantitative, qui vise d'abord à faire comprendre ce qu'est une base de données, comment il faut la construire et ce qu'elle peut apporter. Mais on a veillé à ce que les auteurs ne se dérobaient pas à la question heuristique des effets du chiffre sur l'interprétation des arts... L'ouvrage s'articule



Les normaliens publient

ainsi en trois grandes parties : « L'approche quantitative est-elle utile à l'histoire de l'art ? », « De la sociologie à l'histoire de l'art » et « Défis pour l'approche métrique ». Indispensable à la formation des spécialistes de l'histoire de l'art, il ne veut cependant pas les faire renoncer à l'originalité de leurs approches : la connaissance de l'histoire des styles et des formes ; le désir de comprendre les arts sans les déconnecter de leurs époques, tout en gardant la conscience de leur rayonnement jusqu'à nos jours ; l'intérêt jamais démenti pour la dimension matérielle des objets qu'ils étudient, pour la manière dont ils ont été faits, et pour la philosophie ou l'esthétique qui en a inspiré la création ; l'amour des belles choses, et le désir de comprendre pourquoi on les tint ou on les tient pour belles ; et plus généralement une curiosité affirmée pour l'intimité : celle des artistes, celle des amateurs, celle des contemplateurs, comme celle qui s'instaure, on ne sait comment, entre un objet et celui qui l'apprécie. [528 pages environ, disponible chez Numilog en janvier 2010]

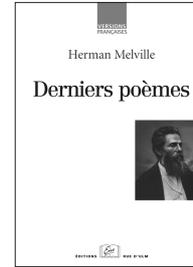
Mentionnons aussi deux recueils de textes rares qui rejoindront début 2010 la collection « Versions française », déjà riche de 22 titres. Des nouvelles de Lu Xun, d'abord, dont nous avons publié en 2004 un autre recueil, *Errances*. Né en 1881 sous l'Empire, mort en 1936 en plein débat sur le front uni recommandé par le Komintern, Lu Xun est l'écrivain chinois emblématique de sa génération et de la modernité qu'elle appelle de ses vœux. Polémiste virulent glorifié après sa mort comme une icône du pouvoir maoïste, devenu le « Gorki chinois », il est encore aujourd'hui considéré en Chine comme le plus grand écrivain du XX^e siècle, tout en demeurant mal connu en France. Ses trois recueils de fiction – nouvelles (*Cris* et *Errances*) et poèmes en prose (*La Mauvaise Herbe*) –, conçus dans les années 1920, sont des interrogations douloureuses sur la modernité et les rapports complexes qu'elle implique entre l'écrivain, une tradition qu'il renie alors même qu'il s'en nourrit, et un changement historique qui reste à inventer. *Cris* rassemble les nouvelles de la période du 4 mai 1919 où s'épanouit le mouvement pour la Nouvelle culture, qui revendique l'usage de la langue vernaculaire et s'en prend au moralisme confucéen. Certaines d'entre elles, comme « Le Journal d'un fou », publiée dans *Nouvelle jeunesse* en 1918, ou « L'édifiante histoire d'A-Q » sont devenues canoniques. D'autres, comme « Mon village » ou « L'opéra de village » représentent sur un mode élégiaque la Chine rurale du bas-Yangtse dans laquelle a grandi Lu Xun. Ce recueil, qui balance entre la dénonciation iconoclaste et la nostalgie d'un monde perdu, se compose donc de « cris » ambigus, dont l'auteur ne se soucie guère de savoir s'ils sont « hardis ou tristes, s'ils inspirent la haine ou le ridicule », et dont la seule gloire sera d'éveiller une petite minorité de lecteurs à « la souffrance d'une mort imminente et irrémédiable ». Son édition française a été assurée par Sebastian Veg (1996 I). [Format 13,5 × 19, 192 pages environ, 16 €, disponible début mai 2010]





Les normaliens publient

Connu de ses contemporains comme le marin qui écrivit un exotique roman d'aventures polynésien, *Taïpi* (1846), Herman Melville (1819-1891) doit aujourd'hui sa renommée à *Moby Dick* (1851) qui est peut-être le grand roman américain par excellence. Mais à côté, ou plutôt à la suite, de l'œuvre en prose, marquée au double sceau de l'échec commercial immédiat et de la reconnaissance critique posthume, Melville, alors qu'il occupe un poste d'inspecteur des douanes à New York, se consacre à une intense activité poétique dont témoignent les quelque 18 000 vers du monumental *Clarel*, publié en 1876, ainsi que trois recueils en « vers mineurs ». Parmi eux, *John Marr et autres marins* en 1888 et *Timoléon, etc.* en 1891. Le recueil bilingue édité par Agnès Derail-Imbert (Fontenay 1979) et Bruno Monfort (1977 l) à la suite d'un atelier de traduction réunissant de jeunes normaliens américanistes, *Derniers poèmes*, rassemble deux suites de pièces, « Marines mineures », tirées de *John Marr et autres marins*, et « Fruits de voyages d'antan », extraits de *Timoléon, etc.*, que Melville publie plus de trente ans après avoir presque définitivement abandonné la prose à la suite du fiasco de son huitième roman, *L'Escroc à la confiance*. Ces deux recueils, bien que parus dans un tirage confidentiel destiné à un cercle restreint de proches, reçurent toute l'attention de l'auteur, qui les composa et les révisa avec soin. Derniers textes publiés du vivant de Melville, ils nous parviennent comme le testament d'un romancier qui fut aussi poète. Confronté à l'oubli de ses contemporains, Melville développe dans ces poèmes une méditation obsessionnelle, tantôt amère, tantôt ironique, sur la création artistique et son devenir, sur la mémoire et sa transmission, sur la renommée et la postérité de l'artiste. Renonçant à l'élan en avant de la prose, l'écriture opte pour le véhicule du vers qui fait retour sur le passé et tente de prendre le temps à rebours. Mais si l'œuvre se souvient de la vie, vie de marin d'abord, dans *John Marr*, puis du temps des pérégrinations dans le monde méditerranéen de *Timoléon*, elle s'efforce en même temps de se déprendre du seul mode élégiaque pour s'abandonner à une rêverie immémoriale. Peu connus en France, et même outre-Atlantique, ces ultimes textes brillent d'une singulière fulgurance qui jette un éclat rétrospectif sur le reste de l'œuvre. [Format 13,5 × 19, 160 pages environ, 12 €, disponible début février 2010]



Nous présenterons enfin un petit livre qui, sans avoir été publié par les éditions Rue d'Ulm, a failli l'être avant qu'un autre éditeur ne prenne le relais, et qui est consacré à une figure majeure de l'École et des sciences sociales : *Bouglé. Justice et solidarité*, par Alain Policar. Normalien de la promotion littéraire 1890, agrégé de philosophie, Célestin Bouglé, après avoir enseigné successivement à Toulouse et à la Sorbonne, fut directeur-adjoint, puis directeur de l'ENS de 1935 à sa mort en 1940. Lorsqu'il est mentionné dans les manuels de sociologie, il est décrit comme un



Les normaliens publient

durkheimien dont la contribution à la pensée sociologique se limite pour l'essentiel à sa participation à une revue (*L'Année sociologique*) et à un ouvrage (*Essais sur le régime des castes*, 1908). Les auteurs plus informés ajoutent que, dreyfusard de la première heure, il a appartenu au comité central de la Ligue des droits de l'homme et qu'il était membre du Parti radical à l'époque où celui-ci défendait avec ardeur les idéaux républicains. Orateur brillant et engagé, il a aussi laissé une « œuvre de combat » originale. Comment concilier les exigences de la liberté individuelle et de la réforme sociale ? Bouglé développe une conception du vivre-ensemble dont le pivot est l'État républicain, qui définit les conditions de la tolérance entre des sujets ayant des conceptions différentes de ce qui est moralement bon. Ce respect des différences lui permet de fonder une philosophie de la solidarité reposant sur l'idée que l'égalité des hommes ne concerne pas la façon dont la nature les a faits, mais bien celle dont la société doit les traiter. Tout en regrettant que l'originalité du rôle historique de Bouglé n'ait pas été soulignée ni étudiée dans le livre, on peut savoir gré à A. Policar, agrégé de sciences sociales enseignant à la faculté de droit et des sciences économiques de Limoges, d'avoir clairement montré ce qui, dans la pensée de Célestin Bouglé, peut contribuer efficacement à éclairer notre présent. [Éditions Michalon, coll. « Le bien commun », format 11,5 × 18,5, 128 pages, 10 €]



Lire pour rire

« J'ai déjà publié un roman d'amour en 1994, qui a connu un succès modéré, et j'en ai un autre dans la tête. Une vision française et allégée de *Guerre et Paix* sous le Premier Empire. N'importe comment, dans tout roman, il y a de l'amour. »

Valéry Giscard d'Estaing, *Le Point*, sept. 2009,
à propos de *La Princesse et le Président*.

Et pourquoi pas une version novélisée de *l'Illiade* sous son septennat ?

Pour tous renseignements :

Éditions Rue d'Ulm (Presses de l'ENS) – 45 rue d'Ulm – 75005 Paris

Téléphone : 01 44 32 36 86 (comptoir de vente) ou 36 80 (éditions)

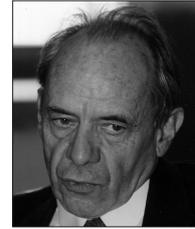
Télécopie : 01 44 32 36 82 – Courriel : ulm-editions@ens.fr

<http://www.pressens.fr> (inscription à la newsletter / recherche dans le catalogue / commande en ligne)

Catalogue téléchargeable sur notre site web / Envoi du catalogue papier sur demande
Remise accordée aux élèves, archicubes, amis, personnels de l'ENS : 5 % sur les nouveautés et 30 % sur le fonds

Diffusion et distribution en librairie : Les Belles Lettres





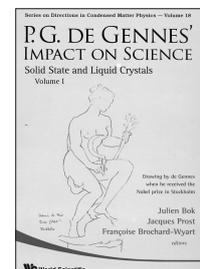
Étienne Guyon (1955 s)

La disparition de notre camarade Pierre-Gilles de Gennes (1951 s) en mai 2007 ne pouvait laisser indifférents les éditeurs scientifiques. Trois ouvrages sont parus cet été sur ce « Newton d'aujourd'hui » (comme l'avait surnommé le comité Nobel, ce qui avait le don de l'agacer).

Laurence Pluvert a publié *Pierre-Gilles de Gennes, gentleman physicien* (Belin, 2009) à partir des interviews que celui-ci a bien voulu lui accorder depuis 2005 – à condition que « cela parle de sciences ». Le portrait brossé est plein de tact, très personnel et sans détour. C'est celui d'un bon vivant des sciences, d'un amoureux de la découverte et de la vie.

Laurence Pluvert a également coordonné le numéro spécial (été 2009) de la revue *Pour la science*, dans la série « Les génies de la science ». Quelques proches collaborateurs de Pierre-Gilles de Gennes et moi-même nous sommes associés pour parler des sujets scientifiques auxquels il a apporté sa touche de magicien, car il savait rendre intéressant tous les problèmes physiques qu'il abordait : du magnétisme à la supraconductivité en physique du solide, des cristaux liquides aux polymères et au mouillage en matière molle et, plus récemment, en biophysique, domaine vers lequel il avait opéré une reconversion quelques années avant sa disparition. On y côtoie l'humaniste, l'homme cultivé, l'artiste et le savant généreux envers ses proches collaborateurs et envers les jeunes.

Un troisième ouvrage (*P. G. de Gennes' Impact on Science*, World scientific, 2009, 2 vol.), plus spécialisé et rédigé par des scientifiques experts dans les domaines que Pierre-Gilles de Gennes a marqués, s'appuie chaque fois sur un article princeps pour l'analyser et en décrire les prolongements jusqu'à la recherche d'aujourd'hui.





LES NORMALIENS SONT ÉDITEURS

Hélène Fiamma (1996 l)

Directrice littéraire chez Flammarion.



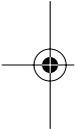
© Olivier Dion



Comment êtes-vous arrivée à ce poste ? Je suis entrée chez Flammarion comme assistante d'édition, à ma sortie de l'ENS, à l'automne 1996. J'ai fait ensuite toute ma carrière dans cette maison, où je suis directrice littéraire depuis 2003.

Quel est votre activité professionnelle et quel regard portez-vous sur elle ? Je suis éditeur : autrement dit, je fais le plus beau métier du monde... parce que c'est un métier de rencontres et de création : il faut avoir des idées, être original mais aussi sentir l'air du temps, travailler avec des auteurs qui deviennent, fréquemment, des amis, s'appuyer sur les compétences de tous ceux – fabricants, graphistes, éditeurs, attachés de presse, commerciaux... – qui permettent au livre d'exister et de rencontrer un public. Il faut aussi scruter le marché international, donc lire (ou faire lire, quand vous ne savez pas la langue – je ne lis que l'anglais) sans cesse. C'est un métier de joueur : publier un livre qu'on aime, c'est, tout bonnement, parier sur le fait que le sujet ou l'auteur intéressera un autre que soi ; bref, vouloir qu'il se vende. Il faut donc chaque fois imaginer des stratégies commerciales, marketing, médiatiques, tout faire pour que le livre soit remarqué en librairie comme dans la presse. On est, en permanence, grisé par le succès ou abattu par l'échec...

Plus précisément, je navigue en permanence entre deux juridictions : la première, c'est une collection magnifique, la GF, qui existe depuis plus longtemps que moi, et dont je dirige le domaine littéraire ; avec l'éditrice de la collection, Charlotte von Essen, nous publions une quinzaine de nouveautés par an, rééditions de classiques ou entrée dans le catalogue de textes (français ou étrangers) peu connus ou rares. En 2008, par exemple, nous avons repris l'édition définitive du *Manuscrit trouvé à Saragosse*, de Potocki, véritable aventure éditoriale puisque, en fait, il y a deux *Manuscrits*... donc deux volumes. Mon autre juridiction chez Flammarion recouvre l'histoire et l'histoire littéraire, un secteur que j'ai été chargée de développer, en grand format

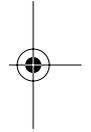




Les normaliens publient

comme en poche. Je publie aussi de temps en temps des livres qui n'ont rien à voir avec tout ceci – cela va des *Mémoires du célèbre nain Joseph Boruwlaski, gentilhomme polonais*, en 2008, au potache *Orgueil et préjugés et zombies*, qui sort en octobre 2009. Au chapitre des livres uniques, singuliers, que j'ai publiés, le coup de foudre le plus violent que j'aie connu sans doute s'est produit avec *Les Disparus*, de Daniel Mendelsohn, dont la traduction française a paru en 2007.

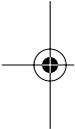
Quel regard portez-vous sur le monde éditorial et comment pourriez-vous accueillir des normaliens, pour être publiés comme pour travailler dans le même domaine ? Le monde de l'édition est un tout petit monde, avec ses travers mais aussi ses camaraderies ; il est peuplé de personnalités fortes, dont certaines sont passées par l'ENS. J'ai été recrutée par une normalienne, Monique Labrune, et j'ai moi-même recruté une jeune femme qui l'est aussi, Pauline Kipfer. Sans doute qu'une culture commune, le goût d'un dilettantisme bizarrement accommodé de rigueur a présidé à ces choix. Quelques-uns de mes auteurs sont normaliens : je songe à deux jeunes gens, Anne Boquel et Étienne Kern, dont j'ai publié en 2009 une *Histoire des haines d'écrivains* qui a eu un grand succès. Mais c'est au fond assez rare. Si le fait d'être normalien peut représenter un « plus » pour travailler dans l'édition, il n'a aucune incidence sur le choix de faire ou non un livre avec quelqu'un : ce qui compte, alors, c'est son expertise, bien sûr, mais surtout sa personnalité, sa singularité.



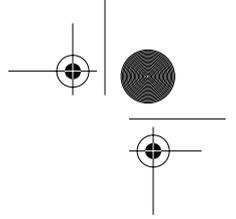


ULMI & ORBI

Tour du monde en ENS : L'ENS de Tunis, *Hatem Zaag*
L'École normale supérieure,
une école impossible à normer ?, *François Bouvier*
Aide à projets, *Françoise Brissard*
Cérémonie de remise des diplômes, *Guy Lécuyot et Mireille Gérard*







TOUR DU MONDE EN ENS : L'ENS DE TUNIS ¹

Hatem Zaag (1992 s)

Après une thèse en mathématiques, Hatem Zaag est entré au CNRS en 1997 en tant que chargé de recherches affecté à l'ENS. De 1999 à 2001, il a été détaché au Courant Institute de New York University. Depuis 2007, il est directeur de recherches à l'université Paris XIII. Ses travaux portent sur les singularités en temps fini ainsi que sur les applications des mathématiques à la biologie.

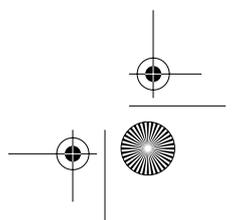


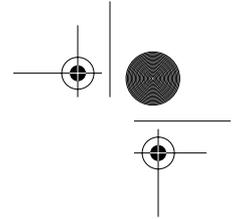
C'est sans doute dans la langue arabe que l'esprit de « collège » d'une ENS s'exprime le mieux. *Dār el-muāllimin el-ulyā*², littéralement la « haute maison des enseignants », est la demeure de ceux qui cherchent à se former à l'art d'enseigner. L'École normale supérieure de Tunis est, en raison même de son appellation, destinée à être un lieu de savoir et d'apprentissage, tout comme un lieu d'échange et de vie.

Cette première institution universitaire de la Tunisie indépendante n'a pourtant pas toujours été fidèle à « l'esprit de collège » et, à l'instar de sa consœur de la rue d'Ulm, elle a connu bien des péripéties, allant jusqu'à sa fermeture.

La première ENS tunisienne, ouverte en octobre 1956 (soit six mois après l'indépendance), a été un véritable moteur pour l'enseignement supérieur dans le pays. À la fondation de l'université tunisienne en 1958, elle a partagé la vedette avec les deux institutions créées en 1960 : la faculté des sciences et la faculté des lettres. Elle a déménagé en 1973 dans ses propres locaux au Bardo, puis s'est scindée en 1982 en une ENS scientifique basée à Bizerte (60 km au nord de Tunis), et une ENS littéraire basée à Sousse (150 km au sud de Tunis). À cette époque, l'accès à l'ENS se faisait grâce à un système informatisé d'orientation post-bac, donc sans concours. C'est sans doute moins suite à une décision administrative que par un glissement lent hors de l'esprit « ENS » que les deux écoles furent transformées en facultés de sciences et de lettres en 1991.

Après six ans d'interruption, l'ENS renaît en 1997. La célébration à Tunis du Bicentenaire de l'ENS de la rue d'Ulm y est sans doute pour quelque chose (voir *infra*). Cette refondation s'est faite d'emblée sur le modèle des ENS françaises : une





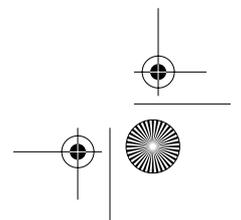
même école pour les sciences et les lettres, de petites promotions, un accès à bac+2 sur concours après des classes préparatoires (voir *infra*), une scolarité en trois ans avec des diplômes préparés dans les meilleures facultés tunisoises, renforcés par des séminaires ou des cours de haut niveau sur place et, surtout, un unique bâtiment place aux Chevaux dans le quartier El-Gorjani à Tunis – lieu d'étude et de vie. Les spécialités étudiées sont l'arabe, le français, l'anglais, la philosophie, l'histoire, la géographie, les mathématiques et la physique. Les étudiants bénéficient, semble-t-il, d'une bourse améliorée, sans atteindre toutefois le niveau de salaires des fonctionnaires stagiaires normaliens en France (comparaison faite en tenant compte, bien sûr, du niveau de vie). Le premier objectif de cette nouvelle ENS était l'obtention du concours de l'agrégation, que beaucoup de normaliens réussirent brillamment³. Si cet objectif pouvait sembler peu ambitieux, car il n'ouvrait pas de perspectives au doctorat et aux métiers de la recherche, force est de constater que de nombreux normaliens de Tunisie ont soutenu de brillantes thèses, parfois en France (notamment en mathématiques).

C'est cette nouvelle École que j'ai connue en décembre 1998, lors d'un cours d'agrégation que j'ai donné aux deux seuls matheux de la première promotion (et pour m'éviter de parler devant une salle quasi vide, on a fait appel aux quatre ou cinq physiciens de la promotion). J'ai ainsi pu me rendre compte que les étudiants étaient bien encadrés (un peu trop ?). À la fin de mon séjour, j'ai été honoré de recevoir la première médaille de l'ENS Tunis, des mains de Samir Marzouki⁴, en présence du ministre de l'Enseignement supérieur de l'époque, Dali Jazi. Hélas, par un malheureux concours de circonstances, je me suis fait voler cette médaille un an plus tard sur le campus de New York University.

La célébration du Bicentenaire de l'ENS Ulm à Tunis en 1994

L'une des plus importantes et fructueuses manifestations du Bicentenaire à l'étranger a été le déplacement de la délégation de responsables de l'ENS* à Tunis du 24 au 28 mai 1994 sur le thème « interdisciplinarité et interculturalité ». Les différentes rencontres organisées lors de ces journées, notamment avec le ministre de l'Enseignement supérieur tunisien, aboutirent à la réouverture d'une École normale supérieure à Tunis. Étienne Guyon (directeur de l'ENS) et Jean-Paul Thuillier (directeur des études littéraires) – qui a eu une action de recherche suivie en Tunisie (Carthage) – furent de nouveau présents à l'occasion de l'ouverture de l'ENS Tunis fin 1997, et purent définir les modalités de collaboration entre les deux Écoles.

*E. Guyon, W. Mercouroff, Ch. Baudelot, H. Bertetsycki, R. Guesnerie, C. Taieb, V. Lemaitre, des élèves (Nader Masmoudi), anciens élèves (Mohamed Kallala, Malika Zeghal) et E. Beschouch (ancien pensionnaire).





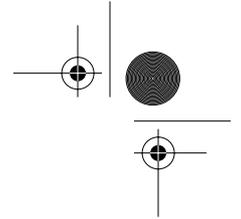
Les classes préparatoires en Tunisie

Les premières classes préparatoires scientifiques tunisiennes ont été ouvertes en 1993, avec la création de l'IPEST (Institut préparatoire aux études techniques et scientifiques) à la Marsa, véritable locomotive du genre. Les meilleurs parmi les élèves de l'IPEST présentent à la fois le concours tunisien pour l'accès aux écoles d'ingénieurs et les concours français avec des candidats régulièrement admis à l'École polytechnique. En lettres, c'est à l'initiative de Samir Marzouki, à l'époque directeur de l'ENS, que les premières classes préparatoires littéraires ont été créées à Tunis, avec un objectif clairement affiché d'excellence.

Refondée sur le modèle français⁵, la nouvelle ENS de Tunisie a tenu à tisser des liens étroits avec les ENS françaises. Point d'orgue de cette volonté de rapprochement : le voyage en France dont ont bénéficié les premières promotions (au grand complet) pendant la seconde quinzaine de mars de leur deuxième année. Ce séjour mêlait à la fois études, cultures et échanges avec les ENS françaises. Il faut rendre ici hommage au regretté Claude Taïeb, physicien d'origine tunisienne, et ancien responsable à l'ENS, qui a joué un rôle clé dans l'organisation de ces séjours.

Aujourd'hui, l'ENS de Tunis, dirigée par Ali Abbassi, poursuit sa route. L'accès se fait encore par concours, garant de l'excellence du recrutement (il faut noter toutefois qu'une dispense d'écrit est prévue pour les étudiants ayant plus de 14/20 de moyenne dans leur institution d'origine). Les liens avec les ENS françaises se sont considérablement renforcés ces dernières années. Les voyages de promotion vers la France se sont poursuivis, avec vingt ou trente élèves à la fois (surtout des littéraires) et des cours spécifiques dédiés aux normaliens tunisiens lors de leur visite. Réciproquement, et c'est une nouveauté, l'ENS de Tunis accueille une dizaine de normaliens (Ulm, Lyon et Cachan) pour une école d'été de deux semaines en juillet. Cet échange est financé en partie par l'Ambassade de France en Tunisie. De l'avis de Laurence Frabolot, ancienne directrice des relations internationales à l'École, ces deux programmes sont des succès.



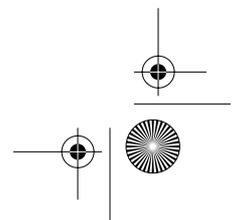


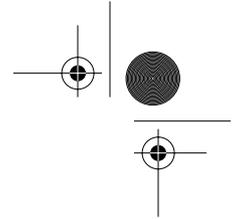
Les écoles doctorales au Maghreb organisées par la Société française de physique

Le projet de création d'une école de physique avancée au Maghreb (EPAM) a été la conclusion majeure du colloque d'Oujda qui s'est tenu au Maroc en avril 2007, organisé sous l'égide de la Société française de physique, et qui a réuni plus d'une centaine de physiciens des pays du Maghreb et de France. La proposition d'une EPAM regroupant des physiciens des trois pays et de la France, a suscité beaucoup d'enthousiasme et la première école de ce type a eu lieu en Tunisie en juillet 2009. L'objectif des EPAM est de proposer chaque année des cours de formation approfondie à l'usage de jeunes scientifiques (doctorants et jeunes chercheurs) dans divers domaines de la physique et ses applications au niveau doctoral. Le projet s'inspire de l'expérience très réussie de l'École de physique des Houches, institution internationale de haut niveau établie depuis plus de 50 ans. Plus particulièrement, ce sont les sessions des Houches dites « Écoles prédoctorales », destinées aux jeunes chercheurs débutants en physique, qui constituent le modèle proposé. Le but de l'école est d'élargir les connaissances des jeunes scientifiques maghrébins en leur offrant des enseignements d'ouverture couvrant de grands domaines de la physique en relation avec les problèmes de développement posés par la société contemporaine. Il s'agit d'établir sur le long terme des réseaux actifs entre chercheurs – jeunes et permanents – en coopération euroméditerranéenne avec la France.

Comme le montre bien le texte sur l'ENS de Tunis, de nombreux jeunes collègues maghrébins sont fortement attirés par la France pour leurs études supérieures et un certain nombre d'entre eux préparent des thèses dans ce pays à la suite de leurs études doctorales. Ensuite, beaucoup rentrent en Tunisie et trouvent des postes de maître de conférences : ils sont alors fortement mobilisés par les besoins croissant de l'enseignement dans les universités au Maghreb, en particulier en Tunisie. S'ils poursuivent néanmoins des recherches, souvent en liaison avec leurs contacts scientifiques préalables en France, ils ont parfois des difficultés à se maintenir au plus haut niveau de la recherche internationale, auquel ils pourraient prétendre. C'est ce à quoi la création des écoles EPAM a l'ambition d'apporter un début de solution.

La première école EPAM s'est tenue à la Marsa près de Carthage du 29 juin au 9 juillet 2009 et a été inaugurée par un cours de Claude Cohen-Tannoudji, prix Nobel 1997. Le thème choisi pour cette école était « Nanophysique et nanomatériaux ». Les professeurs français, algériens et tunisiens ont donné chacun des cours de plusieurs heures. Une quarantaine de jeunes y ont assisté, en particulier beaucoup de Tunisiens et Tunisiennes, et en ont tiré un profit certain. Ils ont aussi





Ulmi & Orbi



pu faire connaissance entre eux grâce aux séances d'affiches, et des liens se sont établis entre laboratoires et entre pays qui devraient perdurer.

La prochaine école EPAM aura lieu en Algérie en mai 2010 sur le thème des énergies renouvelables issues du soleil, la suivante est en projet au Maroc sur le thème de la physique des hautes énergies, en attendant qu'un lieu fixe pour toutes ces écoles se dégage pour y créer une tradition durable, analogue à celle de l'École de physique des Houches. Ce projet pourrait s'élargir dans le futur dans le cadre des programmes euroméditerranéens.

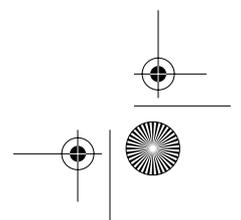
Michèle Leduc, présidente de la Société française de physique

Douze années d'existence, c'est sans doute un peu court pour faire un quelconque bilan. Toutefois, les premiers signes sont plus qu'encourageants. Formulons donc des vœux pour que la bonne étoile de l'excellence veille bien sur la nouvelle ENS de Tunis.



Notes

1. Ce texte, regard personnel, forcément partiel et réducteur, ne prétend pas donner une vision exhaustive de l'ENS de Tunis. Je présente donc mes excuses pour les éventuelles approximations ou omissions.
2. Avec les lettres arabes : دار المدخل همين الاعلي يا. Avant d'être adoptée au Maghreb au moment de l'indépendance, cette appellation des ENS est d'abord apparue au Machrek (Bagdad, Damas...) dans la première moitié du XX^e siècle.
3. En mathématiques, l'agrégation tunisienne date de 1993 ou 1994. Elle est préparée à l'IPEST. Si elle partage l'écrit avec l'agrégation française, elle s'en démarque par un oral spécifique.
4. Samir Marzouki, homme de lettres et poète francophone tunisien, est professeur à la faculté de lettres de La Manouba. Premier directeur de la nouvelle ENS, il a joué un rôle décisif dans son lancement. Après son mandat, il a notamment été directeur de l'éducation au sein de l'Organisation internationale de la francophonie à Paris de 2004 à 2008.
5. Les communautés universitaires tunisiennes et françaises se connaissent bien, pour des raisons historiques évidentes, mais aussi grâce à une collaboration scientifique soutenue, encouragée par certains programmes bilatéraux (projets CMCU, pour Commission mixte de coopération universitaire) ou encore des programmes de l'Union européenne. Signe fort : en 2009, s'est tenu le premier congrès commun aux sociétés mathématiques de Tunisie et de France. Allant dans le même sens, on évoque dans un encadré les écoles doctorales organisées au Maghreb par la Société française de physique.





Ulmi & Orbi

L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE : UNE ÉCOLE IMPOSSIBLE À NORMER ? ¹

François Bouvier

Président du Service Carrières de l'École normale supérieure.



L'an III de la République

« Normal ¹ » : ce mot qualifie au XV^e siècle un verbe « régulier », puis tout ce « qui fait un angle droit », qui est donc « à l'équerre », sens attesté au XVIII^e siècle. Est donc « normal » tout ce qui peut faire référence. Pourtant, c'est plutôt dans un retour au sens bas latin du terme (« conforme à la règle ») qu'il faut expliquer son application avec la création, par le Décret du 9 brumaire an III (30 octobre 1794) de la Convention, d'une École normale, destinée à former les professeurs dont la République avait besoin pour instruire les citoyens et mieux les libérer ainsi des chaînes du despotisme.

Il sera établi à Paris une École normale, où seront appelés, de toutes les parties de la République, des citoyens déjà instruits dans les sciences utiles, pour apprendre, sous les professeurs les plus habiles dans tous les genres, l'art d'enseigner.

En réalité, selon René Grevet, son inspiration viendrait d'outre-Rhin, où des écoles normales existent déjà, établies par Marie-Thérèse d'Autriche puis par son fils, Joseph II.

Cependant, dans l'esprit de Lakanal et des conventionnels, il s'agit d'une initiative nouvelle et ambitieuse, bien dans l'esprit de la Révolution et de ses démarches égalitaires : former de manière accélérée un nombre important d'instituteurs destinés à ouvrir ensuite, dans chacun de leurs départements d'origine, des écoles normales d'instituteurs, après une sorte de bain de jouvence et de savoir auprès des meilleurs esprits du moment. Ce projet s'inspirait du précédent de « l'École de Mars », qui, en ventôse de l'an II, avait réuni 1 200 citoyens pour les instruire dans l'art de la fabrication des poudres et salpêtres afin qu'ils puissent former à leur tour les citoyens des départements en cet art stratégique. Berthollet, Daubenton, Lagrange, Laplace, Monge, mais aussi Bernardin de Saint-Pierre, La Harpe ou Sicard seront quelques-uns des précepteurs nommés pour officier dans la nouvelle école. Pour la première fois, un enseignement était étroitement associé aux travaux de recherche de ses « dispenseurs ». Ils se révélèrent parfois trop ambitieux, parfois dépassés par l'âge, parfois emportés par un trop grand « enthousiasme » révolutionnaire, parfois tout à la fois (ainsi Daubenton, octogénaire, devait être transporté jusqu'à sa chaire, où il pouvait alors démontrer que le lion n'est pas le roi des animaux, puisqu'il n'y a pas de roi dans la nature, et que de même les abeilles n'ont en vérité pas de reine !). Ils furent





Ulmi & Orbi

le plus souvent excellents. Quoi qu'il en soit, les noms prestigieux associés à l'École de l'an III suffisent à en montrer l'ambition « scientifique » d'ensemble.

On voit donc que l'École « normale » rêvée par les conventionnels se voulait une référence, et par l'excellence de son enseignement, et en matière pédagogique : l'acquisition d'un savoir de base, standard mais de haut niveau, y était associée à des méthodes nouvelles d'enseignement. « Pour dispenser ce savoir, les promoteurs de l'École normale de l'an III proposaient une stratégie générale d'apprentissage, la "méthode de l'analyse", qui s'appliquerait aussi pour la future mission des enseignants ainsi formés. Les enjeux pédagogiques se traduisent par des innovations importantes comme l'insertion de débats avec les professeurs, ou la consigne de ne pas lire les cours². » Ces débats prolongent les cours « magistraux » comme le font aujourd'hui les travaux pratiques ou dirigés. Ils n'allaient pas sans quelques heurts entre enseignants et enseignés. Ainsi les discussions sur l'usage du « tu » et du « vous » ont conduit à des échanges enflammés entre professeurs et étudiants. Les cours de physique s'appuyèrent sur des séances expérimentales.

Autre innovation remarquable : tous les cours étaient sténographiés et publiés. Ainsi l'enseignement prodigué pouvait rayonner bien au-delà des murs où il était dispensé, appuyant ainsi l'ambition de Dominique-Joseph Garat, conventionnel nourri de l'idéologie des Lumières, rapporteur du projet, de faire de cet établissement un phare mondial : « la résolution que vous allez prendre (de créer l'École) va être une époque dans l'histoire du monde ». Et éventuellement, permettre aux élèves absents de suivre le contenu des cours, anticipant ce que furent plus tard les cours « photocopiés » de notre jeunesse³.

Mais voici que la « normale », cette fameuse « référence », cet angle droit, cette situation à l'équerre que devait refléter le qualificatif accolé à l'École de l'an III se révéla vite dépassée par les difficultés. Car si le projet pédagogique et la finalité de cette nouvelle institution étaient bien définis, si la rémunération des élèves était assurée (mais les assignats qui en étaient le support furent vite dévalués), les locaux devant les accueillir furent oubliés ou négligés par la Convention. Sans toit défini, l'École fut errante jusqu'à être hébergée, à titre provisoire, dans l'amphithéâtre du Muséum, construit par Verniquet. Hélas, il n'avait qu'une capacité limitée, de six cents places environ. Or les « élèves » étaient deux fois plus nombreux ! Ils étaient donc tentés de faire preuve de peu d'assiduité, ce à quoi la publication des cours, évoquée plus haut, permettait de pallier en partie.

Autre difficulté majeure : le recrutement des élèves. Ceux-ci devaient être âgés de plus de 21 ans (certains, tel le navigateur Bougainville, âgé de 66 ans, avaient largement dépassé ce seuil !), et furent désignés par les autorités des districts parmi des candidats, citoyens éclairés et méritants, désirant y devenir à leur tour instituteurs. Pour des





raisons matérielles, la durée des études fut fixée à quatre mois. Il se révéla vite difficile de former en si peu de temps des élèves d'un niveau extrêmement varié. Et quelques professeurs, tels Monge, Lagrange ou Laplace, étaient si éminents, si « savants », que seuls certains d'entre eux pouvaient s'élever au niveau du contenu enseigné.

Amphithéâtre trop petit, cours remarquables souvent, mais trop ardues aussi, élévation du coût de la vie à Paris pour ces élèves venus de leurs provinces et mal rétribués, tout se conjuga pour faire de cette belle tentative un échec. Le 19 mai, l'École normale était dissoute, après cinq mois d'existence.

Elle était belle cette tentative de créer de nouvelles références en matière d'enseignement et de diffusion des connaissances. Mais la « normalité », même marquée du sceau de l'innovation la plus convaincante, ne peut s'imposer faute de cette volonté d'aller jusque dans une définition précise des détails qui seule permet d'en stabiliser les paramètres et de les imposer à tous.

Une École normale toujours rebelle

C'est Napoléon qui recréa l'École normale en mars 1810 avec l'efficacité militaire de l'Empire. Finies les imprécisions des origines. Du rêve initial il ne resta que la volonté de former les professeurs nécessaires au développement de l'Université impériale, et une organisation quasi militaire. Des normes furent posées : les élèves, recrutés parmi les meilleurs de leurs classes terminales de lycées par les inspecteurs d'académies, souscrivaient un engagement décennal, devaient être vaccinés contre la variole, suivaient un cursus soigneusement défini et encadré, se levaient à 5 heures d'avril à septembre, à 6 heures le reste de l'année, revêtaient un semblant d'uniforme, bref se soumettaient à un règlement très strict et détaillé. Il fallait en effet, selon les mots du grand-maître de l'ENS, Fontanes, dans un discours de 1811, donner à tous les établissements impériaux « un même esprit, une marche uniforme et des règles invariables ». L'École formera la jeunesse à défendre « l'ordre social contre l'inquiétude des opinions et la vanité des systèmes qui le bouleversent parfois ». Et, cette fois-ci, des locaux, peu reluisants, furent octroyés à l'établissement, dans les combles du collège du Plessis-Sorbonne (aujourd'hui, lycée Louis-le-Grand).

En dépit de cette normalisation sourcilleuse, des améliorations apportées à « l'ordinaire » par la Restauration (nouveaux locaux, allongement des études à trois ans, concours de recrutement), les élèves furent très vite soupçonnés de continuer à faire vivre l'esprit de la Révolution et de vouloir défendre l'indépendance de la pensée et l'attachement aux principes de liberté : les cours de philosophie étaient plus populaires que ceux de théologie ! Certains maîtres, dont Victor Cousin, étaient même mis en accusation. Il s'en suivit plusieurs incidents, et pour la deuxième fois, l'ENS fut abolie par une décision du 6 septembre 1822.





Ulmi & Orbi

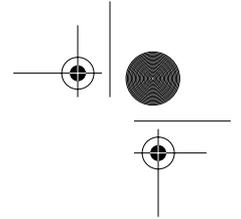
Ainsi cette École, cette fois-ci normalisée avec la plus grande précision, apparut comme un échec, les esprits qui l'habitaient n'ayant pu, eux, être mis à l'équerre royale ! Des esprits élevés ne peuvent que se livrer à une forme de critique de la norme qui leur est imposée ; réunis en un lieu unique, se confrontant les uns aux autres, ils engendrent nécessairement une forme de contestation insupportable aux « normatifs » et échappant à toute velléité d'uniformité.

Et pourtant, la formation de maîtres de haut niveau intellectuel restait nécessaire à la France ; aussi dès 1826 vit-on renaître une École préparatoire qui reprit peu à peu les attributions de l'ENS impériale. Ce n'est que le 6 août 1830 qu'un arrêté de Louis-Philippe recréa l'École normale, avec sa vocation antérieure : former des professeurs. Sa responsabilité en fut confiée à un normalien de la promotion 1810, Victor Cousin. Sous sa redoutable férule, la vie et les études s'organisèrent de façon très stricte. Et pourtant, peu à peu, un vent de liberté se fit sentir dans les mœurs normaliennes. On négligea l'uniforme, on restait parfois au lit après l'heure réglementaire du lever, on recevait des visites clandestines, ce qui fit écrire à Ernest Bersot, futur directeur : « il est permis de bailler, pourvu qu'on le fasse sans bruit ; je n'ai jamais vu mieux bailler qu'à l'École », et ce que confirme un rapport officiel de 1838 : « L'esprit de l'École n'est ni factieux, ni porté à l'agitation, mais il manque de moralité. Les élèves observent le règlement, mais sans vouloir toujours en comprendre la sagesse. »

Comment en effet imposer des normes strictes et en même temps discipliner des esprits formés à penser de façon autonome et originale ? Louis Pasteur, administrateur et directeur scientifique de l'École dans les années 1850-1860, fit l'expérience amère de cet esprit de fronde, alors qu'il voulait y rétablir une discipline stricte. Selon le mot d'Ernest Lavisse, « Pasteur était un disciplinaire redoutable. Il nous voulait sérieux comme lui, tout à nos devoirs comme lui, obéissants à l'autorité comme lui. »

En dépit du fait que le 24 avril 1841, l'École normale devint supérieure, qu'elle fut transférée dans des locaux neufs et magnifiques situés au 45 de la rue d'Ulm, inaugurés en grande pompe le 4 novembre 1847 par la représentation nationale comprenant Dupin, Thiers ou Victor Hugo, dotés d'outils de travail, telle la bibliothèque, de tout premier ordre, elle n'en resta pas moins un lieu de contestation. Participation active à la révolution de 1848, grève de la bibliothèque de 1854, révolte ouverte de 1863, rébellion de 1867 qui se solda par la fin du mandat de Pasteur, les normaliens s'illustrèrent par leur esprit de révolte. Et ainsi, peu à peu, le cloître de la rue d'Ulm devint abbaye de Thélème, où il ne fut progressivement plus question de normaliser la pensée et les esprits. Et de cette liberté immense émergea une élite intellectuelle remarquable, entre esprit de « canular » et sérieux de la réflexion. Les noms sont trop connus et nombreux pour être cités ici. Ils ont illustré sur deux siècles aussi bien l'histoire des sciences et des techniques que celle des lettres, de la philosophie, des





« humanités », au sens large, ou de la politique. Tous peuvent être qualifiés, dans leurs domaines respectifs, de créateurs.

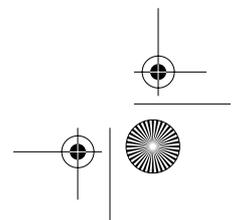
Quelle normalité pour l'École normale supérieure ?

Car là est bien le cœur du débat : peut-on imposer des normes, rendre « normale », une école dont la vocation est passée de fait de la formation des maîtres nécessaires au développement de l'éducation nationale à celle de former des esprits créatifs, ouverts sur la création de savoirs et leur transmission à un niveau d'excellence indiscutable ?

L'histoire même de l'ENS nous éclaire : trop d'imprécisions dans l'organisation, comme ce fut le cas de l'École de l'an III, et l'échec est inévitable. Ce n'est ni la générosité du projet, ni la trop grande liberté laissée aux élèves et encore moins la richesse de leur relation à leurs maîtres qu'il faut incriminer, mais bien le sentiment de semi-abandon ressenti par ces mêmes élèves, laissés sans toit adapté, sans mise à niveau des connaissances dans une belle institution laissée sans moyens suffisants. Un minimum de « normes » de confort intellectuel ou physique eut sans doute suffi pour faire de l'École de la Révolution la référence intellectuelle rêvée. Il faut ici noter que l'école sœur, l'École polytechnique, créée au même moment par les mêmes tuteurs (on y retrouve Monge ou Lagrange) sous le nom « d'École centrale des travaux publics », et devenue Polytechnique en 1795 après rectification des erreurs initiales, ne subira aucun des chaos de l'École normale, si ce n'est une brève interruption pour « indiscipline », sous le règne de Louis XVIII, entre avril 1816 et janvier 1817. Il faut croire que la France a préféré définir dans le détail, faire prospérer et normaliser une école formant des ingénieurs « utiles » et ayant acquis un statut militaire sous le 1^{er} Empire, scellant son sérieux et sa discipline.

Les nombreux soubresauts qui ont, par la suite, marqué l'histoire de l'ENS, entraînant dissolutions, reprises en main disciplinaire et tentatives réglementaires, n'ont jamais entravé la marche de l'École vers un lieu de liberté et de contestation. C'est la résultante logique d'une formation à l'esprit d'analyse et de critique, que ce soit par le recours, évident, aux humanités ou à l'apprentissage de la méthode scientifique et de l'approche épistémologique.

Il ne s'agit pas ici de défendre l'idée que « Normale Sup' » soit un lieu de contestation permanente et de critique systématique, mais bien de penser que, par l'esprit de liberté et son refus apparent des normes, cette école soit celle de la créativité et de l'originalité. Et ces valeurs ne peuvent se développer qu'aux marges des normes, pas au cœur des conformismes. Cela reste vrai pour toutes les écoles qui ont les mêmes ambitions. Car il est évident que l'on ne peut encadrer les intelligences par des normes strictes. Tout au plus celles-ci peuvent-elles apporter quelques réflexes, souvent bien utiles. Et il nous faut remarquer que Louis Pasteur, ce héraut de la loi et de





Ulmi & Orbi

l'ordre, a lui-même été une illustration parfaite de ce refus de se laisser enfermer dans un modèle prédéfini, lui qui est passé de la cristallographie à la médecine, tout en combattant les normes et les privilèges de la caste médicale, qui lui interdisait de pratiquer lui-même les vaccinations et dont il finit par triompher. Ce qui ne nous dispense pas de constater l'influence profonde de certaines grandes figures sur la pensée normalienne, tels Lucien Herr ou, plus récemment, Louis Althusser. Il ne s'agit en aucun cas de l'effet d'un quelconque autoritarisme, mais bien de l'incarnation moderne de cette école du débat et de l'analyse que prônait l'an III. Et qui perdure...

Le Décret du 26 août 1987, actuellement en vigueur, précise du reste que l'ENS « [...] prépare, par une formation culturelle et scientifique de haut niveau, des élèves se destinant à la recherche scientifique fondamentale ou appliquée, à l'enseignement universitaire et dans les classes préparatoires aux grandes écoles ainsi qu'à l'enseignement secondaire et, plus généralement, au service des administrations de l'État et des collectivités territoriales, de leurs établissements publics ou des entreprises. » Vaste ambition, qui exige que les élèves sachent s'adapter à des situations fort variées. Il faut donc les préparer à pouvoir atterrir avec succès dans cette grande diversité de situations. Cela exclut certainement une formation trop spécialisée, aux normes trop pointues. C'est au contraire dans une formation à « l'arrondi » que réside l'avenir des normaliens.

On peut donc plaider pour l'absence de norme dans leur cursus. Est-ce pour autant qu'il nous faille dresser un constat de non-conformité parmi les élèves actuels ? Il n'en est hélas rien. D'abord parce que l'esprit de création originale, voire de fronde, est loin d'habiter la totalité des élèves du cloître-abbaye de la rue d'Ulm. Mais surtout, parce que, en dépit de l'idéal de l'élitisme républicain, objectif dont le concours d'entrée se veut le symbole, les normaliens se recrutent très largement dans les mêmes couches socio-économiques. Nombreuses sont les « dynasties » de normaliens qui courent sur deux ou trois générations. Là est bien la conformité normalienne, la norme qui résulte du mode de recrutement, que je pourrais symboliser par le profil type de l'élève philosophe : brillant élève d'une terminale scientifique, il a intégré une hypokhâgne au lycée Henri IV de Paris, où ses retards de latiniste ont pu être comblés par une formation spécifique, puis ayant terminé là ses classes préparatoires, il est reçu en bon rang au concours d'entrée de la rue d'Ulm. Voilà bien une reproductibilité écrasante. Et contre laquelle il est difficile de lutter, sauf à diversifier les voies d'entrée à l'École, ce qui est en cours de réalisation. En parallèle, il faut encourager la diversification dans les cursus, incitant (obligeant ?) les élèves à sortir des murs de la rue d'Ulm en cours d'étude, afin de leur permettre d'ouvrir encore plus largement leurs esprits et de pouvoir ainsi mieux les aider à répondre à la seule norme qui doit régir la vie de l'École, le décret mentionné ci-dessus et la diversité des missions qu'il définit.





Notes

1. Pour d'autres précisions sur le mot « normal », voir l'article de Serge Benoît (1970 I) dans *L'Archicube* n° 5, p. 206.
2. Pour mieux connaître l'histoire de l'École normale supérieure de la rue d'Ulm, le lecteur pourra utilement se reporter à l'ouvrage de Pierre Jeannin, paru à l'occasion du Bicentenaire de l'ENS : *Deux siècles à Normale Sup'*, Paris, Larousse, 1994. La plupart des citations de cet article en sont tirées.
3. Voir : <http://stl.recherche.univ-lille3.fr/colloques/20062007/JEanIII.html>, présentation d'un colloque portant sur les cours de l'an III, organisé par l'UMR 8163 (CNRS et université de Lille 1) le 26 octobre 2006.
4. Les volumes 3 et 4 des cours de l'an III ont été publiés aux éditions Rue d'Ulm sous la direction d'Étienne Guyon (vol. 3, 2006), directeur de l'ENS de 1990 à 2000, et celle de Béatrice Didier et Jean Dhombres (vol. 4, 2008). Le volume 5 est en préparation sous la direction de Dominique Julia.

AIDE À PROJETS

Chaque année, Pollens – association non partisane de débats politiques à l'ENS – organise une semaine thématique consacrée à une région du monde. Après l'Afrique et le Moyen-Orient, c'était cette année le tour de l'Amérique latine. Soutenue financièrement par l'A-Ulm, cette semaine a eu lieu à l'École normale supérieure du lundi 11 mai au vendredi 15 mai et a consisté en un cycle de conférences, des projections de films et un buffet.

Les thèmes suivants ont été abordés au rythme d'un thème par jour :

- unité et diversité de l'Amérique latine ;
- les métissages culturels ;
- l'Amérique latine sur la scène internationale ;
- les enjeux économiques ;
- les inégalités sociales.

Chaque soirée étaient organisés deux événements : une conférence de 18 heures à 20 heures et un débat ou une projection de 20 heures à 22 heures.

À chaque conférence, deux ou trois spécialistes d'horizons différents (diplomates, sociologues, scientifiques) intervenaient à tour de rôle pour apporter des éclairages complémentaires sur le sujet. Suivait une séance de questions posées par l'auditoire.



Ulmi & Orbi

Buffet

Un buffet péruvien a été organisé en salle Club le 11 mai, pour ouvrir la semaine. Réunissant quarante à cinquante personnes, il a été l'occasion de parler plus directement avec les intervenants de la première conférence, certains élèves les approchant pour documenter leurs propres travaux de recherche et même, dans un cas, pour prendre contact en vue d'un stage l'année suivante en relations internationales.

Conférence du 13 mai, sur la perception de l'Amérique latine au-delà de ses frontières

Un moment fort de la semaine a été le débat du troisième jour avec l'ancien ambassadeur de France en Colombie et au Venezuela, Son Excellence M. Libourel, et le ministre conseiller de l'ambassade du Brésil en France, M. Aguiar. Les diplomates du Venezuela, du Chili et de l'Équateur invités avaient annulé leur venue au dernier moment.

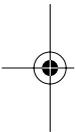
Compte tenu du nombre d'invités réduits par rapport à ce qui avait été annoncé, les diplomates présents ont choisi de parler de façon informelle de leur expérience et de la place de l'Amérique latine dans le monde. Ainsi, Son Excellence M. Libourel a fait une brève histoire politique du continent, a rappelé ses mythes fondateurs et les représentations structurant l'imaginaire des populations latino-américaines. Après quoi, M. Aguiar a parlé plus spécifiquement de la volonté du Brésil de porter la voix des autres pays latino-américain sur la scène internationale (G20, ONU) et de la stratégie diplomatique qui en découle (présence accrue en Afrique, par exemple).

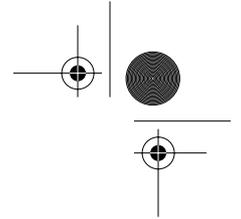
Les questions de la salle ont été nombreuses, portant surtout sur le Brésil en tant que puissance émergente.

L'ambassade du Brésil, très satisfaite, a envoyé un représentant à la séance sur les biocarburants du 14 mai et a fait part de sa disponibilité pour d'éventuelles séances futures de l'Association.

Projection d'un documentaire

Le dernier jour, un normalien a eu l'opportunité de diffuser un documentaire sur la culture du manioc qu'il avait réalisé au Brésil. Il a introduit son film en faisant part de ses difficultés à se faire accepter par la communauté indigène et à obtenir des images représentatives de leur vie quotidienne. Cette projection était la première en public et le documentaire lui-même le premier de l'auteur. Le cadre un peu informel de ce dernier événement de la semaine lui a permis de passer cette épreuve du feu sans grand stress et de recueillir les impressions d'un public intéressé par le sujet.





Ulmi & Orbi

Cette manifestation a attiré des auditeurs d'horizons variés, en particulier extérieur à l'ENS, notamment de nombreux étudiants sud-américains. Elle a permis de parcourir une région souvent peu présente dans l'actualité, bien qu'en pleine mutation sociale et politique.

Association Pollens : www.pollens.ens.fr

Françoise Brissard (1967 L)

CÉRÉMONIE DE REMISE DES DIPLÔMES À L'ENS

Deux points de vue sur cette cérémonie récente et appelée à devenir un moment incontournable de l'imaginaire normalien.

Une joyeuse cohue régnait dans la salle des Actes le 8 avril 2009 : on y remettait les diplômes de l'École.

Un certain nombre d'élèves était au rendez-vous, mais la solennité probablement voulue pour cette cérémonie avait échappé aux organisateurs malgré la tenue de ville recommandée sur le carton d'invitation.

Pas d'estrade avec, de part et d'autre, des élèves au garde à vous devant un parterre de parents et d'amis, mais un méli-mélo d'invités venus parfois de fort loin. À défaut de toges qui sans nul doute auraient été bordeaux, lie-de-vin ou violette, notre chère directrice a remis à chacun son diplôme avec une cravate souvenir aux couleurs de l'École. Si tous les diplômés ne se sont pas déplacés, quelques-uns parmi les présents ont pris la parole et nous ont parfois émus par leurs remarques.

Un buffet, dans un coin de la salle, a suivi cette joyeuse manifestation qui, tout compte fait, s'est déroulée à la bonne franquette, dans la bonne humeur et sous les applaudissements. Le président de notre Association n'a pas manqué de saluer les nouveaux archicubes, tout en leur rappelant notre existence.

Un diplôme à l'École, c'est tout nouveau et, sans vouloir singer les remises de diplôme anglo-saxonnes, cette petite cérémonie prendra sans doute avec le temps toute sa dimension et toute sa valeur, mais espérons-le en gardant fraîcheur et simplicité.

Guy Lecuyot

Le 8 avril 2009, à 18 heures, a eu lieu dans la salle des Actes du 45 rue d'Ulm la cérémonie de remise des diplômes aux élèves et étudiants ayant achevé leur cursus en juin 2008. En présence de Monique Canto-Sperber, directrice, de Sophie Fermigier et



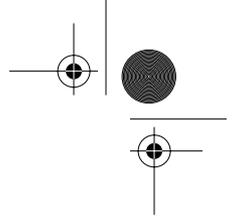


d'Olivier Abillon, directeurs des études Lettres et Sciences, de plusieurs professeurs ou de membres de l'Administration se trouvaient réunis une centaine de nouveaux diplômés entourés de proches et d'amis. Trois membres de notre Association participaient aussi à la cérémonie, Jean-Claude Lehmann, Jean-François Fauvarque et moi-même.

Cette cérémonie, la deuxième du genre, montre l'ampleur que prend cette réalité par le nombre des récipiendaires, par leur émotion visible, le souci de la photographie solennelle avec le précieux document. Certains avaient tenu à prendre la parole pour faire part d'une expérience toujours particulière car l'éventail des recherches sanctionnées est très vaste (lettres et sciences) mais aussi pour exprimer leur gratitude aux équipes de professeurs et, malgré le souvenir de tant d'efforts ou de difficultés, un brin de nostalgie : « L'École, c'était bien ! »

L'Administration avait aussi souhaité donner plus de lustre à ce moment : invitation plus soignée, tenue habillée recommandée, énumération précise des études récompensées, écharpe bordeaux aux couleurs de l'École, buffet soigné. Cependant, quelques améliorations seront les bienvenues. Tout d'abord, rapprocher la date de remise des diplômes du mois de juin. Plusieurs élèves étaient absents car repartis vers d'autres lieux et tous n'avaient pas eu le temps ou les moyens de faire comme l'un d'entre eux, l'aller-retour Paris-New York en quarante-huit heures « pour être là ». Si le nombre,





Ulmi & Orbi

comme il est vraisemblable, est appelé à croître, il faudra sans doute songer, pour la prochaine cérémonie, à la salle Dussane (plus de places et assises !). Pour l'Association, il y a là une nouvelle catégorie d'adhérents qui, par ses origines très diverses et par les études pointues et variées qui sont lancées, doit trouver sa place. Une nouvelle frontière de l'École se dessine.

Mireille Gérard (1961 L)





COURRIER DES LECTEURS

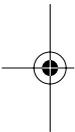
Guy Lecuyot



Mea culpa

Tout d'abord, il est de notre devoir de faire notre *mea culpa* et de présenter nos plus plates excuses à Jean-Paul Thuillier. Le dossier consacré au sport dans le bulletin n° 6 de juin 2009 et piloté par le dit Sieur a en effet été malencontreusement amputé de son texte de présentation. Le voici restitué dans son intégralité :

« En ouvrant les pages de la revue à des articles sur le sport, les responsables de *L'Archicube* ont pris une décision que l'on pourrait presque qualifier de courageuse. On ne peut pas dire en effet que notre École ait été particulièrement sportive : suggérer aujourd'hui que des activités sportives pourraient être prises en compte dans la scolarité d'un normalien et rapporter des « crédits » relève encore de la provocation pure et simple. Il est vrai aussi que l'environnement géographique n'est pas idéal, de ce point de vue tout au moins. Nous ne sommes pas – heureusement, diront certains – sur un campus pouvant offrir, à la sortie des cours, stades et autres installations sportives : et même on sait bien qu'il a fallu se battre parfois pour que les rares espaces sportifs de la rue d'Ulm ne disparaissent pas au profit d'autres disciplines plus « sérieuses ». Tout cela est normal : en matière de loisirs, des générations de futurs normaliens ont été poussées par les parents vers les musées et les bibliothèques plutôt que vers les stades, et ainsi se créent des habitudes. Il est presque miraculeux qu'une tradition sportive se soit maintenue rue d'Ulm, qu'elle ait même connu quelques moments glorieux, et, après tout, il n'est pas si fréquent qu'une discipline soit désignée par le nom, devenu commun, d'un enseignant : beaucoup se souviennent qu'on n'allait pas faire de la gymnastique mais qu'on allait « au Ruffin ». On trouvera donc dans ce dossier des articles qui évoquent la vie sportive de l'École à diverses époques, et on ne pouvait oublier certaines personnalités comme Raymond Boisset qui fut champion de France du 400 mètres plat. Il ne fallait pas négliger la place du sport dans le dispositif de





l'enseignement, et on a tenté de faire une place à des aspects historiques, scientifiques, artistiques et philosophiques. En sachant (en espérant ?) que cela suscitera de vives réactions, on a même accueilli la tauromachie, qui n'est sans doute pas un sport, mais qui recoupe certains spectacles sportifs remontant parfois à l'Antiquité. »

Jean-Paul Thuillier

L'enquête

L'enquête menée auprès des lecteurs après la parution des cinq premiers numéros de *L'Archicube* permet de se faire une idée plus précise de la manière dont ceux-ci le perçoivent (10 % ont répondu dont 80 % d'hommes et 20 % de femmes). Nous allons essayer de tirer un rapide bilan de ce sondage.

À la question : « Êtes-vous globalement satisfait de *L'Archicube* ? » 85 % ont répondu « oui », 7,5 % sont indécis et 7,5 % sont insatisfaits, certains même s'étonnant que cette publication puisse exister. Il est réconfortant pour l'équipe de rédaction de voir que la majorité ne partage pas cet avis négatif et nous pousse à persévérer : « Continuez comme ça ! ».

C'est le bulletin n° 4, « L'homme, la nature, le risque », qui a le plus intéressé les lecteurs et recueilli le plus de suffrages, ce qui n'est sans doute pas étranger aux préoccupations écologiques actuelles. Viennent ensuite « Le numérique et l'édition », « La ville, objet de savoir et champ d'action », « L'école en 2006 » et, enfin, le dossier consacré à Jean Cavallès.

Plus de 50 % des lecteurs nous disent lire trois à cinq articles et 20 % la totalité du fascicule.

Le classement des rubriques montre que « Le dossier » arrive largement en tête, viennent ensuite « Les normaliens publient », « Des laboratoires et des hommes », « Les savoirs et la vie », « Carrières », « *Ulmi & orbi* », « Le courrier des lecteurs » et « les dernières pages ».

À la question : « *L'Archicube* véhicule-t-il une image de l'École et des anciens qui vous semble juste ? » 78 % ont répondu « oui », 7 % ne se prononcent pas et 15 % répondent « non ». Enfin, à la question : « Que devient *L'Archicube* une fois que vous l'avez lu ? » 76 % disent le conserver tandis que 17 % le prêtent.

D'une façon générale, les lecteurs sont attachés au bulletin et en particulier aux notices nécrologiques permettant d'« entretenir la mémoire et le souvenir des anciens élèves décédés » même si leur côté « hagiographique » indispose parfois. Certains nous félicitent, nous remercient « bravo pour votre publication, merci beaucoup » et nous encouragent à poursuivre dans la voie tracée actuellement même si quelques autres affirment que cette publication est sans intérêt et ne fait pas honneur à l'École.





Courrier des lecteurs

Les préoccupations des lecteurs sont centrées sur l'ENS : son évolution, la vie intellectuelle de l'École, l'actualité scientifique et pédagogique, ses partenariats, le devenir des anciens élèves, les liens entre normaliens, sans oublier les pensionnaires étrangers et son histoire. On s'inquiète aussi des débouchés pour les jeunes, mais également des normaliens « déviants » au parcours atypique et de la place de l'École – son rayonnement, son ouverture face aux universités étrangères et en particulier européennes.

Si l'École reste l'élément fédérateur, « la variété des sujets semble justement faire le charme de *L'Archicube* ». Parmi les critiques, on peut relever la longueur des articles qui pourraient être plus concis, la place disproportionnée donnée aux publications littéraires par rapport aux publications scientifiques¹. Parmi les suggestions, on nous propose d'introduire plus d'illustrations et une note d'humour, de s'ouvrir aux jeunes chercheurs, pas seulement normaliens, sans oublier les « camarades qui exercent dans l'enseignement du second degré et les classes préparatoires » et de signaler les activités de l'École juste avant et après la parution du bulletin.

Les sujets proposés recourent bien sûr les préoccupations des lecteurs : historique et évolution, place dans l'Europe et face aux universités étrangères, apport de l'École à la littérature, à la philosophie, à l'histoire et à la politique, et pour résumer à quoi sert l'ENS ? ou encore « Pourquoi les études ne mènent plus aux meilleurs jobs ? » Les lecteurs sont aussi demandeurs de portraits courts, de statistiques sur l'origine et la situation des élèves à leur sortie, « d'un billet de la directrice », des résultats des concours et d'un point sur les grands instituts à l'étranger (Rome, Athènes, Casa de Velazquez, Damas-Beyrouth, Istanbul, Le Caire, etc.). Vous suggérez d'ouvrir de nouvelles rubriques : « une rubrique internationale sur les normaliens vivant, travaillant... et rayonnant à l'étranger », une page sur l'histoire de l'École² ou encore une rubrique consacrée aux normaliens d'autrefois.

On demande aussi de la variété et de l'inattendu : « j'aime la surprise », et des informations un peu festives : « quelque chose d'un peu plus... pétillant » ; des débats de fond, des articles plus engagés et un regard plus critique. Que la revue « reflète mieux la diversité des personnes ayant passé par l'École » afin de « conserver l'équilibre entre sciences humaines et sciences dures » et montre l'interaction entre scientifiques et littéraires : « des dossiers accessibles mais sérieux (difficile à concilier) ».

Au censeur qui écrit : « cette revue est totalement inutile et devrait disparaître au plus vite³ », s'oppose heureusement : « il y a parfois des vérités bonnes à dire... » des lecteurs plus positifs, qui sont la majorité.

Pour mémoire, nous citerons quelques réactions plutôt encourageantes :





« *L'Archicube* apporte une ligne éditoriale de qualité, des sujets variés, donnant une image d'ouverture sur le monde et de modernité qui concourt à l'image de marque de l'École. »

« Parmi les publications de l'A-Ulm, *L'Archicube* est celle qui est le moins "interne", "corporative", et c'est bien ainsi. Elle reflète la variété des champs de recherche et de réflexion des archicubes. Peut-être pourrait-on songer à une diffusion un peu plus large. »

« La formule actuelle me paraît répondre pleinement à la vocation et aux buts d'une telle publication. »

Et, plus inattendues :

« Quand je reçois *L'Archicube*, je suis content de me souvenir que la revue existe, et qu'elle a un contenu académique intéressant. »

« C'est essentiellement la curiosité qui motive ma lecture de *L'Archicube*... toute question mérite d'être abordée, pourvu qu'elle le soit d'excellente manière. »

« La variété (hors de mon champ) et l'inattendu (justement) sont pour beaucoup dans mon plaisir de lire ; et puis, il faut qu'il y en ait pour tous les goûts : à ce rythme, le tour d'horizon n'est pas près de finir. »

Cependant certaines réponses apportent une note quelque peu discordante :

« Je n'attends pas qu'elle continue de prétendre à être une sorte de magazine pointu de l'actualité scientifique. »

« Moins de thématique et plus d'annonces sur l'actualité des travaux scientifiques, culturels, etc., de la communauté normalienne. »

Ou des commentaires toute simplement plus radicaux ou sans appel :

« Je n'ai malheureusement pas réussi à m'y intéresser. »

« Gazette sans grand intérêt [...] »⁴

Comme le montrent de nombreuses réactions citées plus haut, ce bilan semble plutôt positif et, avec la majorité des lecteurs, souhaitons donc une longue vie à *L'Archicube*. Qu'il serve de « trait d'union à la famille normalienne » au sens large, resserre ses liens et « prions pour que le comité de rédaction soit bien inspiré » !

Les pages du courrier des lecteurs sont toujours prêtes à accueillir vos commentaires⁵.

Notes

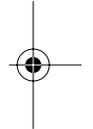
1. « La rubrique "Les normaliens publient" présentent une vision complètement faussée de l'activité des archicubes car la politique de publication des littéraires, juristes et économistes diffère totalement de celle des scientifiques », nous précise un lecteur.
2. La place de l'École dans l'histoire, l'histoire de l'École et la guerre d'Algérie.





Courrier des lecteurs

3. « Il y aurait mieux à faire, par les temps qui courent, qu'à faire parler de tout et de rien quelques beaux esprits et l'image de notre École n'en sort pas grandie. Excusez ma sincérité un peu brutale mais il y a parfois des vérités bonnes à dire. »
4. « Je n'attends pas de publication des anciens élèves. L'annuaire des noms et adresses avec les nécrologies suffisait. On devrait revenir à cette solution modeste, *more majorum*. Si l'Association a de l'argent, il faut l'utiliser autrement que pour la publication d'une gazette sans grand intérêt. »
5. On nous signale quelques erreurs dans le bulletin n° 6 : p. 86, à propos de la course landaise « les animaux qui y participent sont des vaches, pas des taureaux » ; p. 121, a été oublié P. Hountondji (1963 l) et, p. 148, M. Zink est de la promotion (1964 l).



Pour obtenir des informations sur la vie de l'École et à l'École, les principaux événements, conférences et colloques, vous pouvez consulter son site web à l'adresse suivante : (<http://www.ens.fr/>)¹ et le *Normal Sup' Info* (<http://www.ens.fr/spip.php?rubrique56>).

Rappelons que les catalogues des bibliothèques sont consultables en ligne (<http://halley.ens.fr/>) ainsi que les nouveautés (http://halley.ens.fr/filist*frff).

Pour toutes suggestions, vous pouvez nous écrire et/ou contacter le webmaster (webmaster@ens.fr).

1. Pour l'intranet, voir <http://www.intranet.ens.fr/> et pour le lien avec le site de l'Association, voir <http://www.ens.fr/spip.php?article130>.





**RÉPONSE DE SONIA MARMOTTANT (1994 AL) À ANNE LAUVERGEON
(article paru dans *L'Archicube* n° 6 de juin 2009, p. 126-134)**

Électricité et développement durable

L'énergie est une question majeure, en ce début de XXI^e siècle, deux problèmes s'ajoutant à l'accroissement démographique : le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources fossiles. Je voudrais partager avec les lecteurs archicubes mes réflexions à ce sujet, en écho à l'exposé d'Anne Lauvergeon, directrice d'Areva, intitulé « L'énergie aujourd'hui » et publié dans *L'Archicube* n° 6 de juin 2009. Je n'aborderai pas toute la problématique énergétique, mais seulement ce qui concerne l'électricité [...]. Celle-ci souhaitait « que l'on débattenne », je la prends au mot !

D'après Anne Lauvergeon, nous sommes à l'aube d'une « troisième révolution énergétique », celle de la production d'électricité durable, grâce à l'énergie nucléaire, aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique.

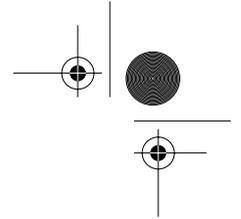
Priorité aux économies d'énergie !

Anne Lauvergeon n'a pas consacré de partie spécifique aux économies d'énergies. Dommage, car « l'énergie que l'on ne consomme pas », selon l'adage de l'association négaWatt, est la moins chère, la plus propre et la plus inépuisable ! Croit-on vraiment que le bonheur de l'humanité, le progrès et le principe d'équité entre les peuples et les individus seraient remis en cause et non renforcés, si l'on s'avisait d'économiser et de mieux exploiter nos ressources ? Les possibilités dans ce domaine sont si vastes que je ne peux les développer ici. Voyez ce qu'en disent, par exemple, l'association négaWatt¹ et l'Ademe²...

De l'électricité 100 % renouvelable ?

En ce qui concerne les énergies renouvelables, la France freine leur développement, y compris au niveau international, au profit du nucléaire. En mars dernier, par exemple, EDF a demandé aux Britanniques de revoir à la baisse leurs objectifs en renouvelables afin de ne pas compromettre la construction des EPR³. Cela signifie bien que les énergies renouvelables sont déjà capables de rivaliser avec le nucléaire, car les techniques sont en amélioration constante, le coût baisse, et de nouvelles sources d'énergie sont explorées, comme les technologies marines ou le biogaz, au-delà des systèmes traditionnels (éolien, solaire, hydraulique et biomasse). En France, seul l'hydraulique est bien développé, mais a des marges de progression faibles. L'éolien est en forte expansion : « En 2020, selon les projections du Grenelle de l'Environnement, le parc éolien français produira 10 % de la consommation électrique de notre pays », avec 8 000 éoliennes (dont 2 000 déjà installées)⁴. Le solaire photovoltaïque à lui seul





Courrier des lecteurs

pourrait couvrir les besoins de l'humanité en électricité : « un calcul théorique montre que 200 km² en plein désert du Ténéré suffiraient⁵ ». Le prix de revient baisse et le bilan carbone du solaire photovoltaïque peut aussi être amélioré (entre 100 et 200 g de CO₂/kWh en 2003⁶).

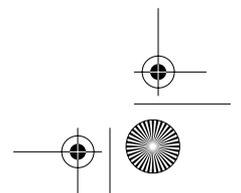
La biomasse, grâce à la cogénération et à des chaudières plus performantes pourrait couvrir « jusqu'à 16 % des besoins français d'électricité et de chaleur⁷ ». La géothermie profonde en est encore au stade expérimental, mais les espoirs sont grands : « La mise en exploitation géothermique de 3 % de la surface de l'Alsace pourrait assurer une production électrique équivalente à celle d'une dizaine de centrales nucléaires pendant plusieurs décennies. De telles régions se retrouvent aussi dans le Massif central et le couloir rhodanien, sur de vastes étendues en Europe et dans une grande partie du monde⁸. ». Un des inconvénients de cette technologie est que le sous-sol exploité doit être abandonné une fois refroidi.

Le bilan des énergies renouvelables est prometteur, elles ne pourront néanmoins satisfaire à elles seules la demande croissante en électricité⁹. Sans de sérieuses économies d'énergie, on voit mal comment on pourra éviter de recourir massivement à d'autres formes de production moins « propres ».

Et le nucléaire alors ?

Le nucléaire peut-il répondre aux défis du développement durable ? L'admettre parmi les énergies durables suppose de réduire le développement durable au seul fait de ne pas émettre (trop) de CO₂. Or, même si le nucléaire a un assez bon bilan carbone¹⁰, il est dépendant du pétrole car le minerai est exploité à l'étranger puis importé, enrichi et retraité, les matières radioactives voyagent donc beaucoup, et la construction des centrales ou des centres de stockage est également gourmande en énergie. Tous ces aspects de la filière nucléaire pourraient devenir hors de prix ou problématiques avec un pétrole plus rare et plus cher. De plus, les réserves d'uranium sont limitées. Les surgénérateurs devraient prolonger pendant des millénaires la durée du stock, mais ils n'en sont qu'au stade expérimental : le CEA a annoncé « la mise en service d'un prototype à l'horizon 2020¹¹ ».

En outre, si le nucléaire lui-même émet peu de gaz à effet de serre, les centrales thermiques nécessaires en complément (matin, soir, périodes de froid ou de chaleur) sont de grosses émettrices. Aujourd'hui, EDF construit des centrales thermiques supplémentaires. Même si « EDF poursuit ses recherches pour tester lorsqu'elles seront disponibles les technologies susceptibles de réduire puis quasiment supprimer les émissions de CO₂¹² », cela repousse dans un avenir lointain la réduction des rejets de gaz à effet de serre.





Enfin, le nucléaire génère bien plus de déchets radioactifs que les 4 % de déchets ultimes. Leur volume équivaut à un cube d'environ 35 mètres de côté (d'après les chiffres de l'Andra¹³). Il est question d'enterrer ces déchets. Combien de temps les conteneurs resteront-ils étanches avant de diffuser leur contenu dans l'environnement ? Quelques siècles, peut-être 4 000 ans¹⁴... Mais la « longue vie » de ces produits se mesure pour certains en millions d'années. Les déchets vitrifiés, plus stables, résisteraient des centaines de milliers d'années. Alors... *Areva jacta est* ?

Le combustible retraité est recyclable à 96 %, nous dit Anne Lauvergeon. Cependant, le recyclage, qui coûte très cher, ne concerne aujourd'hui qu'une partie du combustible et le reste s'accumule : « L'uranium [de retraitement] est *entreposé* et constitue ainsi une *réserve*. Une partie de l'uranium est recyclée sous forme de combustible¹⁵ » (c'est moi qui souligne). Le combustible non réutilisé n'est pas comptabilisé comme déchet, pas plus que l'uranium appauvri, ou que le plutonium de retraitement non utilisé.

Pourtant, outre les déchets ultimes, l'Andra attribue à l'industrie électronucléaire un total d'environ 700 000 m³ de déchets¹⁶. Or, même les déchets à vie courte doivent être gérés sur le long terme, puisque leur « vie courte » dure trois siècles. Imaginons que Louis XIV nous ait légué de pleins hangars de déchets radioactifs au lieu de Versailles !

Par ailleurs, la loi autorise des rejets radioactifs dans l'environnement, qui échappent à l'inventaire. Une étude commandée par les institutions européennes a calculé que, en 7 ans, les usines de La Hague et de Sellafield rejettent directement dans l'environnement autant de polluants radioactifs que l'accident de Tchernobyl¹⁷.

Les caractéristiques de l'industrie électronucléaire que je viens de citer me semblent incompatibles avec les enjeux du développement durable, sans parler des risques d'accidents majeurs, des contaminations, et de l'irradiation chronique des travailleurs ! Pourtant l'exception française du tout-nucléaire ne se justifie que s'il est la panacée.

En conclusion

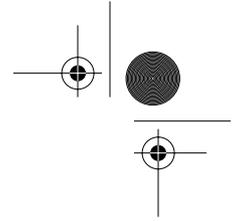
Bien que, depuis juin, le président Sarkozy ait demandé à Areva de se recentrer sur son cœur de métier, le nucléaire, je veux croire qu'il y a de la place, *là ou* ailleurs, pour les normaliens, dans le développement des énergies renouvelables et les solutions d'économie d'énergie. Certains s'y illustrent ou s'y sont peut-être déjà illustrés et il serait intéressant de connaître leur contribution dans ce domaine.

Août 2009

Notes

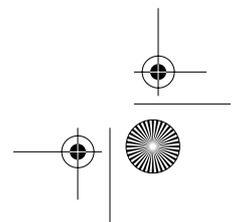
1. www.negawatt.org
2. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.
3. guardian.co.uk, 16 mars 2009.

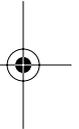
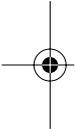


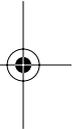
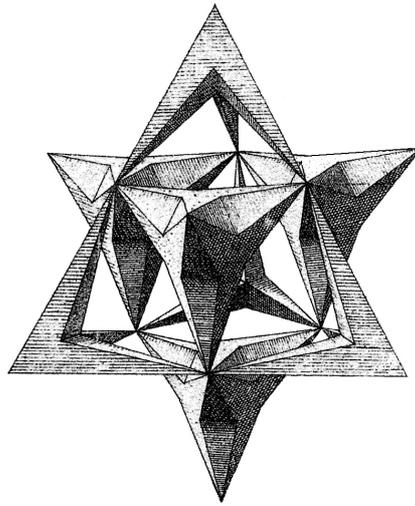


Courrier des lecteurs

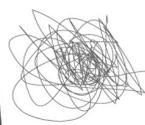
4. Fiches d'information sur l'énergie éolienne, « L'énergie éolienne en France : chiffres clés », site France énergie éolienne.
5. « L'énergie solaire photovoltaïque », ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, 6/8/2008, www.industrie.gouv.fr/portail/secteurs/enersolairephoto.html
6. Revue *Sortir du nucléaire*, n° 22, juillet 2003.
7. Fiche « Le bois énergie ou la biomasse solide », www.energies-renouvelables.org
8. Site de l'Ademe-BRGM. www.geothermie-perspectives.fr/07-geothermie-france/04-geothermie-futur-02.html
9. L'Enercoop, fournisseur d'électricité 100 % renouvelable, encourage ainsi ses clients à réduire leur consommation d'énergie : « Les énergies renouvelables ne peuvent satisfaire l'état d'ébriété énergétique que connaît notre civilisation. La priorité est aux économies d'énergie ! »
10. « Le nucléaire produit en moyenne 35 g d'équivalent CO₂/kWh, contre 400 à 500 g de CO₂/kWh pour les centrales à pétrole et 1200 g de CO₂/kWh pour les centrales à charbon. Les énergies renouvelables produisent moins de 20 g de CO₂/kWh, excepté l'énergie photovoltaïque. » Revue *Sortir du nucléaire*, n° 22, juillet 2003.
11. *Clefs CEA*, n° 53, hiver 2005-2006. *Avant-propos*, Philippe Pradel.
12. Extrait de : « Les centrales charbon d'avenir », page consultable sur le site d'EDF.
13. Voir les données de l'*Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2009* édité par l'Andra (consultable sur son site).
14. « Des déchets ultimes moins radiotoxiques ? » et « Qu'y a-t-il entre le déchet et l'environnement ? », *Clefs CEA*, n° 53, hiver 2005-2006.
15. Page « recyclage » du site www.aveva.com
16. Hors résidus provenant du traitement du minerai d'uranium (50 millions de tonnes), « déchets en stockage historique » et déchets immergés en haute mer à la fin des années 60 (tonnages non fournis).
17. « Possible toxic effects from the nuclear reprocessing plants at Sellafield (UK) and La Hague (France) », novembre 2001, dossier disponible en ligne sur www.wise-paris.org/english/reports/STOAFinalStudyEN.pdf











La Fourmi
La petite grande agence

la petite agence des

grandes causes



Association
des accidentés de la vie

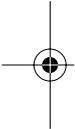


La Fourmi* est une agence conseil en communication indépendante, active notamment sur le secteur des grandes causes et de l'intérêt général : fundraising on et offline, campagne de sensibilisation, opérations événementielles de collecte de dons, produit partage...

Fruit d'une double culture marketing marchand et non-marchand et intervenant du conseil stratégique à la mise en œuvre opérationnelle, La Fourmi met à disposition des associations, des fondations et des entreprises citoyennes sa maîtrise de l'ensemble de la chaîne des métiers du recrutement, de la relation et de la fidélisation.

**Vous avez un projet de développement ?
Contactez-nous au 01 55 95 09 20
www.lafourmi.biz**







L'ARCHICUBE

Revue de l'Association des anciens élèves, élèves et amis
de l'École normale supérieure

Siège de l'Association :
45, rue d'Ulm
75230 Paris Cedex 05
Téléphone : 01 44 32 32 32
Télécopie : 01 44 32 31 25
Courriel : aaeens@ens.fr
Site Internet : <http://www.archicubes.ens.fr>

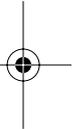
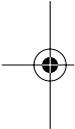
Directeur de la publication : Jean-Claude Lehmann,
président de l'Association

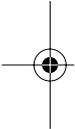
Rédactrice en chef : Violaine Anger
(violaine.anger@normalesup.org)

Comité éditorial :
membres élus du Conseil d'administration de l'Association
Marianne Bastid-Brugière
Françoise Brissard
Jean-François Fauvarque
Mireille Gérard
Lucie Marignac
Jean-Thomas Nordmann
Wladimir Mercouroff

Comité de rédaction :
Le dossier (La lumière) : Claire Lhuillier et Ségolène Le Men
Les savoirs et la vie : Isabelle de Vendevre
Carrières : François Bouvier
Les normaliens publient : Jean-Thomas Nordmann et Étienne Guyon
Le tour du monde en ENS : Étienne Guyon
Ulmi & Orbi : Françoise Brissard
Courrier des lecteurs : Guy Lecuyot (guy.lecuyot@ens.fr)
Diffusion : Wladimir Mercouroff
Suivi éditorial : Marie-Hélène Ravenel







Mise en pages
TyPAO sarl
75011 Paris





Ce numéro 7 de
L'Archicube
a été achevé d'imprimer
sur les presses de l'imprimerie Darantière
à Quétigny-Dijon (Côte-d'Or, France)
en décembre 2009.



ISSN : 1955-6373



Dépôt légal : décembre 2009

N° d'impression :

