L'Act. Chim. (E) 1996,1, 21-22



# De la leçon de choses à la physique théorique

**Roger Balian*** *membre de l'Institut*

**From object lesson to theoretical physics**
This paper constitutes the introduction speech that Roger Balian read at the Academy of sciences in official session of June 24th 1996, in which he recalls his itinerary of theoretical physicist.

**Physique théorique, expérimentation.**
theorical physics, experimentation.

Il est à la fois émouvant et agréable d'avoir l'honneur de me trouver aujourd'hui en ce lieu prestigieux, pour évoquer mon itinéraire de physicien théoricien.

La physique théorique, comme tout métier de recherche, est soumise à la rudesse de la compétition internationale, qui est ici très vive en raison de l'étroitesse de notre communauté et du caractère individuel de notre engagement. En contrepartie, quelle satisfaction et quelle excitation lorsqu'on a réussi le premier à comprendre et surtout à prédire un phénomène naturel ! J'ai eu la chance, à plusieurs reprises, de mener à bien des travaux dont les répercussions ne se sont révélées qu'à très long terme. Dans les années 60, nous avons avec un collaborateur américain, Dick Werthamer, prédit les propriétés singulières d'une phase liquide hypothétique de l'hélium 3 à très bassse température : cette phase n'a été découverte et baptisée B qu'une dizaine d'années plus tard. Nous avons aussi, Claude Bloch et moi, bâti vers 1970 une théorie destinée à l'origine à expliquer certains comportements oscillatoires observés dans la fission nucléaire. Cette théorie a connu des prolongements inattendus vers des domaines tout à fait différents, encore activement étudiés aujourd'hui : elle s'applique en effet à des gouttelettes de métaux liquides comportant de l'ordre du millier d'atomes, qui font l'objet d'expériences présentes ; en outre, certains travaux mathématiques récents ont été stimulés par notre manière de formuler une correspondance entre la propagation des ondes et les trajectoires des rayons correspondants.

L'un des charmes de la physique théorique réside, pour moi, dans la diversité des sujets que l'on arrive à aborder en mettant en œuvre des techniques d'étude plus ou moins apparentées. Passer des noyaux à la matière condensée, des particules élémentaires à la distribution des galaxies dans l'univers m'a aidé à ressentir une unité profonde de la science à travers son foisonnement. Un autre plaisir de la recherche dans notre domaine provient de son côté souvent esthétique. Ce que nous appelons une « belle » théorie peut procurer des sentiments d'admiration qui ne sont pas étrangers à ceux que l'on ressent en déchiffrant une fugue de Bach. Ce critère de beauté se marie étonnamment bien avec celui d'efficacité et constitue souvent un guide vers le progrès. Il figure fréquemment, lors de nos conversations quotidiennes entre collègues, parmi les appréciations que nous portons sur les productions scientifiques récentes.

Les mathématiques, elles aussi, sont source de satisfaction esthétique, raison pour laquelle elles m'ont souvent attiré. En fait, dès lors que j'ai souhaité, à ma sortie de l'École polytechnique, me consacrer à la recherche, l'éducation secondaire et supérieure que j'avais reçue me prédisposait à m'orienter vers les mathématiques plutôt que vers la physique. Face à des cours de mathématiques de bonne qualité, nous avions à subir des enseignements de physique et de chimie plutôt ternes et désuets, même lors des séances de travaux dits pratiques. Doté des qualités et des défauts des bons élèves, j'étais à cet âge trop dénué de sens critique pour en prendre conscience. Seules émergent de cette grisaille deux expériences moins négatives. En classes préparatoires, le comportement amical de notre professeur de physique envers ses élèves contrebalançait un peu le manque d'intérêt des programmes. A l'École polytechnique, l'un de nos enseignants aiguisait l'appétit de certains d'entre nous en souli-

*Nous remercions l'auteur et l'Académie des sciences de nous avoir autorisé à présenter à nos lecteurs ce discours d'introduction.*

*Cet article constitue le discours d'introduction à l'Académie des sciences que Roger Balian a présenté, lors de la séance solennelle du 24 juin 1996, et où il évoque son itinéraire de physicien théoricien.*

* Service de physique théorique, Commissariat à l'Énergie Atomique, Centre d'Études nucléaires de Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette.
Tél. : 01.69.08.73.85. Fax : 01.69.08.81.20.

gnant, dès 1954, l'importance des semi-conducteurs - ceci malheureusement dans un cours improvisé à la hâte, brouillon et obscur. Une telle carence de l'enseignement des sciences physiques était partiellement compensée par l'étude de la géométrie, alors conçue moins comme un exercice de rigueur que comme une science d'observation.

Ce ne sont évidemment pas ces enseignements qui m'ont incité à devenir physicien. Une visite à la spectaculaire exposition internationale de Genève annexée à la grande conférence sur l'énergie nucléaire de 1955, m'a ouvert les yeux sur la physique de notre temps. Je n'ai plongé dans mon métier que grâce à l'École d'été de physique théorique des Houches en 1958, véritable choc pour ses participants. A travers ses longues sessions, cette école offre à ses élus de niveau doctoral des cours structurés de haute qualité, prodigués par les chercheurs les plus éminents dans le monde. Elle a formé, et forme encore, une part notable des physiciens français. Sa fondatrice, Cécile DeWitt, m'en a plus tard confié la direction, ce qui m'a apporté de profondes satisfactions.

Pour identifier des éléments qui m'ont guidé vers la physique, je dois remonter plus avant, jusqu'à mon enfance. Bien que la physique théorique soit imprégnée par les mathématiques, qui en constituent depuis près de deux siècles le langage, elle s'en distingue radicalement par le but qu'elle vise ; appréhender les objets qui nous entourent. Cette passion de comprendre le monde m'a, en partie, été inculquée à l'école primaire, où nous abordions les sciences par le biais de la « leçon de choses ». Observer les objets les plus banals, qu'ils soient naturels ou manufacturés, les faire fonctionner, les disséquer, les comparer, constitue la meilleure façon d'aiguiser la curiosité et la meilleure introduction possible (peut-être la seule) à l'esprit scientifique. Que de surprises dans les expériences de physique amusante faites avec des ustensiles de cuisine ! Quel triomphe pour un enfant de 6 ans, à qui vous avez montré pâquerettes et bardanes, et proposé de chercher des fleurs de la même famille, de vous rapporter une fleur de pissenlit ! Héritage de l'école de Jules Ferry, la leçon de choses mériterait d'être développée et adaptée à notre monde moderne. Les exemples sur lesquels on pourrait s'appuyer sont innombrables. Je crains que, de ce point de vue, la situation ne se soit pas améliorée. C'est vers 10-12 ans que les enfants sont les plus réceptifs à l'observation physique des choses, qu'ils souhaitent comprendre comment fonctionne tel ou tel objet. Et pourtant, nos programmes de 6e et de 5e excluent cette initiation à la physique à partir de l'expérience quotidienne, précisément à l'âge le plus adéquat.

Mon adolescence a aussi été marquée par des visites passionnantes à la maison d'Ampère à Poleymieux, sorte de Palais de la Découverte en miniature consacré à l'électricité. De même, la création récente par notre Académie d'un centre vivant d'initiation à la science dans la maison de Pasteur à Arbois devrait être à l'origine de vocations futures.

Diverses circonstances, plus personnelles, ont également joué. Pour mes parents, accueillis par la France au début des années 20, l'effort poursuivi par chacun au sein de la chaleur du foyer familial était une valeur primordiale. Travailler dur en classe était donc pour moi aussi naturel que respirer (les mêmes traditions ancestrales ont plus tard aidé mon épouse à accepter patiemment que mon travail de recherche envahisse nos jours de loisir). D'autre part, le métier de mon père, artisan électricien, m'a amené à l'aider à réparer des réchauds ou rebobiner des moteurs grillés. La petite machine à vapeur qu'il m'avait fabriquée marche encore, au bénéfice de mes petits-enfants. Dans son atelier, je démontais, entretenais et remontais mon vélo. Plus tard, les cours de mécanique automobile d'un adjudant à l'École polytechnique m'ont permis de manipuler avec plus ou moins de bonheur ma deux-chevaux. J'avais aussi appris, lors de mes études secondaires dans un collège technique, combien il est difficile de travailler un bloc de métal pour en faire un cube parfait. Toutes ces activités m'ont certainement donné le besoin de mettre les mathématiques, que j'aimais, au service de la compréhension du réel.

Il serait capital d'imaginer des activités analogues pour les enfants et adolescents de notre temps afin de développer chez eux l'esprit scientifique. Toutefois, il se présente un obstacle, qu'il faudra bien surmonter. Il est devenu de plus en plus malaisé de scruter le contenu matériel des appareils que les techniques actuelles mettent à notre diposition. Un téléviseur mis au rebut ne se prête pas aussi bien à la dissection que les très anciens postes de radio. Les voitures modernes ne tombent guère en panne, et nécessitent des spécialistes pour leur entretien. Aujourd'hui, même les fers à repasser ne sont plus démontables ! Les objets que nous manipulons quotidiennement sont souvent devenus pour nous des boîtes noires, et ceci est sans doute un vice de notre civilisation. Je me demande si la montée de l'obscurantisme que nous observons depuis quelques années jusque dans nos élites n'est pas sans lien avec cette difficulté à entrer en contact avec le concret. Ainsi, réconcilier nos enfants avec ce concret et les familiariser avec notre culture scientifique devrait être une tâche prioritaire pour les chercheurs en sciences de l'éducation, pour les parents et même pour l'ensemble de la société.

Enfin, je souhaiterais souligner l'influence exercée par les livres qui ont enchanté mon enfance. Les Jules Verne en Bibliothèque Verte, mon unique volume de l'admirable collection Hetzel, *L'île mystérieuse*, lus et relus, m'ont par leur poésie fait rêver de science et de technologie ; je ne leur trouve malheureusement guère d'équivalent actuel. Avant même que j'aie su lire, mon livre sacré par excellence était le *Petit Larousse*. J'y voyais l'inventaire de toutes les connaissances humaines, classées dans un ordre idéal, avec ses trois parties, noms communs, pages roses, noms propres. Mais cette image de la perfection se terminait bizarrement : ses deux dernières pages, en haut desquelles se profilait cette coupole, avaient quelque chose d'incongru, qui me choquait et me fascinait à la fois. Pourquoi avait-on rangé toutes ces personnalités à cet endroit-là et non à leur place normale, la place alphabétique ? Ces pages, plus encore que les autres, étaient prétexte à rêveries. Ces hommes (puisque à l'époque, l'Institut n'admettait pas de femmes) étaient-ils vraiment immortels ? Quelle était la contribution de ces maréchaux et de ces évêques au mythique dictionnaire de l'Académie française ? A quoi pouvaient bien servir les autres académies ? Le rêve prend aujourd'hui une autre forme, où la poésie de l'inconnu fait place au bonheur d'entrer dans une confraternité aussi enrichissante qu'accueillante.