

## HOMMAGES

### **Anatole ABRAGAM (1914-2011)**

*Anatole Abragam est né à Moscou, le 15 décembre 1914. Il s'est éteint le 8 juin 2011 à l'âge de 96 ans. Diplômé de l'École supérieure d'électricité, il fut directeur de la Physique au Commissariat pour l'énergie atomique de 1965 à 1970. Nommé professeur au Collège de France en 1960, il fut titulaire de la chaire de Magnétisme nucléaire jusqu'en 1985.*

Né en 1914 à Moscou dans une famille de la bourgeoisie juive, il y passa sa prime enfance, assistant aux premières années de la Russie soviétique.

Il émigra à l'âge de dix ans en France avec sa mère et sa sœur. Son père, resté à Moscou, ne put les rejoindre à Paris que onze ans plus tard. De son enfance russe, il a gardé une connaissance parfaite de la langue, ainsi que l'empreinte de l'âme slave, véhiculée par sa littérature et sa poésie qui l'ont accompagné toute sa vie.

Dès son arrivée en France, il s'adapte vite à un monde nouveau, apprenant en quelques mois à parler parfaitement le français sans accent. Il fait des études secondaires brillantes au lycée Janson de Sailly, se distinguant particulièrement en mathématiques et en latin. Le bac en poche, il s'oriente d'abord vers la médecine, la profession de sa mère qui fut l'une des premières femmes médecins de Russie, mais s'aperçoit vite qu'il n'est pas fait pour la carrière médicale et décide au bout d'un an d'étudier la physique. D'un esprit trop indépendant pour se soumettre à la discipline des classes préparatoires, il choisit la voie de l'Université.

Dans les années trente, en dépit de quelques éminents professeurs, l'enseignement de la physique en France ne reflétait que très imparfaitement l'effervescence et le renouveau de cette discipline, qui s'exprimait surtout dans les pays anglo-saxons et de l'Europe du Nord où s'étaient réfugiés la plupart des savants chassés d'Allemagne par la montée du nazisme. La mécanique quantique restait peu ou mal enseignée à Paris et le jeune Anatole, à l'esprit vif

et critique, sentant bien les limites de l'enseignement qui lui était proposé, ne parvint pas à trouver dans la Sorbonne d'alors un directeur de thèse capable de le diriger au delà de sa licence, brillamment obtenue en 1936.

Il commençait à douter de sa vocation lorsque la guerre interrompit ses études. Il vécut la drôle de guerre et l'attaque allemande sous les drapeaux, sans que son unité ait été amenée à combattre, puis se cacha dans le Sud, gagnant sa vie en donnant des cours de latin, de mathématiques et de physique dans des établissements privés. Il finit par se réfugier dans l'arrière pays grenoblois, rejoignant les forces françaises libres dans la dernière année de la guerre.

À trente ans, à la Libération, il n'a ni profession ni formation en physique digne de son ambition, mais de nouvelles possibilités s'ouvrent à lui dans le bouillonnement de la reconstruction de la France. Ne voulant revenir à la Sorbonne et à ses mauvais souvenirs, il intègre sur titre l'École supérieure d'électricité (Supélec) où il acquiert les bases de la radioélectricité et de la technologie des radiofréquences qui avaient fait des progrès immenses pendant la guerre et dont la connaissance devaient lui être utile par la suite. Son diplôme d'ingénieur lui ouvre en 1947 les portes du Commissariat à l'énergie atomique, nouvellement créé. Avec trois jeunes polytechniciens brillants, il forme ce qu'ils ont plaisamment appelé la bande des « trois mousquetaires » du CEA, rattrapant avec enthousiasme le temps perdu par une étude approfondie des grands textes de la physique quantique, utilisant leurs compétences complémentaires pour se les traduire de l'anglais, du russe et de l'allemand.

Surtout, il obtient de la direction du CEA deux délégations lui permettant de partir à l'étranger pour y compléter sa formation de chercheur. À Oxford d'abord, entre 1948 et 1950, il s'initie à la résonance paramagnétique électronique et fait sa thèse d'un travail théorique original sur ce sujet. Puis à Harvard, entre 1952 et 1953, il découvre la résonance magnétique nucléaire (RMN) auprès d'Edward Purcell, l'un des pionniers de cette discipline née en 1946.

De retour au CEA, il est d'abord chargé de contribuer aux programmes de physique nucléaire et des particules, qui constituent la mission première de cet organisme, et travaille notamment à la conception d'un nouvel accélérateur. Mais il revient vite au sujet qui le fascine depuis son séjour en Amérique, la physique plus légère du magnétisme nucléaire et il crée en 1955 au sein du CEA son laboratoire de magnétisme, qui, sous une forme ou une autre, sera pendant les trente années qui suivent une Mecque de la RMN dans le monde. Ainsi, entre les âges de trente et quarante ans, Anatole Abragam a rattrapé le temps perdu, devenant un chercheur internationalement reconnu pour sa contribution originale à l'exploration des propriétés des moments magnétiques nucléaires.

Sa notoriété se concrétise par la rédaction des *Principes du magnétisme nucléaire*, publié en 1961, qui est toujours, cinquante ans après, une référence incontournable. Les grandes qualités pédagogiques d'Anatole Abragam se manifestent de façon éclatante dans ce livre, écrit dans un anglais élégant, car Anatole, après ses séjours à Oxford et à Harvard, parlait cette langue aussi bien que le russe et le français. Il y éclaire des calculs savants par des images et des

analogies qui allègent le texte et facilitent la compréhension du lecteur. Ces qualités pédagogiques, Anatole Abragam souhaitait les exprimer dans un enseignement vivant. Dès le milieu des années 1950, avec d'autres chercheurs du CEA dont les trois mousquetaires mentionnés plus haut, il inventa un enseignement de haut niveau dédié à l'initiation à la physique moderne, qui manquait cruellement dans le cursus normal des études supérieures françaises. Les cours « officieux » qu'il dispensa pendant quelques années avec ses collègues à des jeunes chercheurs parmi lesquels Claude Cohen-Tannoudji et Pierre Gilles de Gennes, et même à des scientifiques déjà confirmés, comme Alfred Kastler et Jean Brossel, sont les véritables précurseurs de l'enseignement doctoral de troisième cycle qui devait se développer à l'Université bien plus tard, dans le milieu des années 1960.

Mais cela ne suffisait pas à étancher la soif d'enseignement d'Abragam qui rêvait d'une chaire de professeur. L'Université lui était fermée car une thèse soutenue à l'étranger, fût-ce à Oxford, ne pouvait suffire à lui en ouvrir les portes. C'est Alfred Kastler qui pensa que le Collège de France était la solution au problème et conseilla à Anatole Abragam de s'y porter candidat ! Quelle institution s'adaptait mieux à ses qualités que le Collège, qui laisse à ses professeurs une liberté totale dans le choix de leur enseignement, qui leur permet d'exprimer toute la palette de leurs capacités rhétoriques et pédagogiques et qui, surtout, héritage de la méfiance de François I<sup>er</sup> vis à vis de la Sorbonne, n'exige pas de ses professeurs un diplôme d'une université française. L'affaire fut réglée en 1960 sur présentation de Francis Perrin, non sans quelques péripéties sur lesquelles il est inutile de revenir.

Anatole Abragam – le papillon tardivement éclos de sa chrysalide, comme il se définissait lui-même – devint à 45 ans le jeune titulaire de la chaire de magnétisme nucléaire qu'il occupa pendant un quart de siècle, délivrant chaque année un enseignement très apprécié sur des thèmes variés, issus de sa recherche au CEA ou des travaux de ses collègues et amis en France et dans le monde. Pendant toutes ces années, Anatole Abragam partagea ses activités entre son enseignement au Collège de France et l'animation de son équipe de recherche au CEA. Il fut aussi pendant huit ans, de 1962 à 1970, directeur de la physique au CEA, une responsabilité administrative importante qui lui permit de se tenir au courant de l'évolution de nombreux champs de recherche extérieurs au sien et par laquelle il contribua de façon très positive à l'évolution du CEA, qui devint, à côté du CNRS, une des institutions françaises de recherche pluridisciplinaire les plus actives.

La notoriété apportée par le Collège de France, par ses recherches et ses responsabilités au CEA s'accompagna de nombreux honneurs et distinctions, dont l'entrée à l'Académie des sciences en 1973, la nomination dans plusieurs académies étrangères et de multiples prix internationaux, un seul manquant à l'appel comme j'y reviendrai plus loin. Une des distinctions à laquelle il fut particulièrement sensible fut sa nomination à l'Académie pontificale. Homme de convictions, il en démissionna cependant quelques années plus tard pour protester contre la position de Jean-Paul II sur le contrôle des naissances.

L'évocation à grands traits des étapes majeures de la carrière d'Anatole Abragam ne donne qu'une faible idée de son style et de ses importantes contributions scientifiques. Ce fut un physicien intuitif et fécond, ayant un sens profond de l'esthétique en science, recherchant toujours l'idée élégante et l'explication la plus simple, imaginant des situations physiques nouvelles riches en possibles applications. Avant tout théoricien, il fut très proche des expérimentateurs de son groupe, dont il suivait les progrès avec attention et esprit critique, se tenant informé de tous les détails dans lesquels, disait-il, le diable vient toujours se nicher. Il m'est difficile ici d'être beaucoup plus précis. Je dirai simplement qu'il a apporté des avancées essentielles à la compréhension des phénomènes liés au magnétisme des noyaux atomiques dans la matière condensée, solide ou liquide. Ces noyaux portent en général de petits moments magnétiques associés à leur moment cinétique (*spin* en anglais). Ces aimants ont tendance à s'orienter dans un champ magnétique extérieur ou dans le champ créé par les moments magnétiques de leur voisinage. Cette orientation, contrecarrée par l'agitation thermique, peut être modifiée par l'application de champs de radiofréquences de fréquence convenable, ces champs, précisément, que le jeune Anatole apprit à produire et à contrôler dans ses années de formation d'ingénieur à Supélec.

En soumettant les moments magnétiques à de tels champs, Abragam et ses collègues (parmi lesquels son collaborateur de trente ans, Maurice Goldman) ont étudié divers effets liés au couplage des spins électroniques et nucléaires entre eux et en ont tiré des informations précises sur la structure de la matière (la façon dont ces aimants sont distribués) et sur les mécanismes dynamiques qui les désorientent, ce qu'on appelle leur relaxation. Ils ont également inventé des méthodes ingénieuses de polarisation dynamique de ces spins nucléaires dans un champ extérieur, obtenant de façon transitoire des taux d'orientation beaucoup plus importants que ceux que l'on observe dans la matière à l'état naturel. Ils ont également pu produire une orientation spontanée des spins nucléaires dans leur champ interne, ce qu'on appelle un état de ferromagnétisme nucléaire, et en ont étudié les propriétés.

Anatole Abragam a touché à bien d'autres thèmes de recherche de la physique des noyaux et du magnétisme que je n'évoquerai pas ici. Il s'est cependant tenu à l'écart de deux développements importants de la RMN. Il s'agit de l'étude par cette technique des molécules d'intérêt biologique et de l'imagerie médicale, deux domaines dans lesquels la physique pure devenait tributaire de sciences dans lesquelles il ne se sentait pas compétent, la biologie et l'informatique. Ce sont ces thèmes, aux applications importantes dans la société, qui ont été distingués par le comité Nobel, lorsqu'il s'est agi de récompenser des recherches sur la RMN, au delà de la reconnaissance accordée en 1952 aux pionniers de cette physique, Edward Purcell et Felix Bloch. Abragam n'a jamais caché avoir espéré qu'il en fût autrement et que ses recherches plus fondamentales fussent reconnues par ce prix suprême. Il prit cependant les décisions du Nobel avec philosophie, reconnaissant même la pertinence des choix du comité de Stockholm qui a toujours, de par ses statuts, distingué une découverte précise

importante plutôt que couronné l'ensemble d'une carrière, quelque brillante eut-elle été. Il s'est consolé en remarquant avec humour qu'à l'instar de ce président qui avait donné un jeune premier ministre à la France, il avait donné au Collège de France deux jeunes prix Nobel, puisque c'est lui qui avait proposé au début des années 1970 la création des chaires de Pierre-Gilles de Gennes et de Claude Cohen-Tannoudji, qui devaient faire la carrière que l'on sait.

Au delà de sa carrière scientifique personnelle, Anatole Abragam aura été un des grands artisans du retour de la physique française au plus haut niveau de la recherche mondiale. Avec quelques autres scientifiques de sa génération, il a contribué à rétablir après la guerre les ponts entre la communauté des scientifiques français et les grandes écoles de la physique mondiale, en Angleterre et aux États-Unis notamment, créant les conditions qui ont permis aux nouvelles générations de physiciens, dont la mienne, de travailler de façon compétitive, dans un environnement favorable à la recherche. Il me semble approprié d'associer dans cet éloge le souvenir d'Abragam à celui d'autres physiciens disparus de sa génération, en rappelant quelques souvenirs personnels. Le laboratoire dans lequel j'ai effectué ma thèse et dans lequel je travaille d'ailleurs toujours a été fondé en 1950 par Alfred Kaster et Jean Brossel, qui ont consacré leur carrière à l'étude du magnétisme des atomes en phase gazeuse, par opposition aux atomes dans la matière condensée qu'étudiait Abragam. Il y a cependant bien des points communs à ces deux physiques et cela explique que, dès les années 1950, Kastler, Brossel et Abragam se connaissaient et s'appréciaient beaucoup, sur les plans scientifique et humain.

J'ai déjà dit combien les leçons d'Abragam au CEA avaient été utiles à Kaster et à Brossel, et surtout à leur élève Claude Cohen-Tannoudji qui utilisa ensuite les outils théoriques élaborés par Abragam pour développer sa théorie du pompage optique. L'un de ces outils est *l'équation pilote* qui décrit de façon complète et précise le comportement d'atomes dans un champ électromagnétique en présence d'agitation thermique. Lorsque je commençai mon travail de thèse avec Claude, il m'initia aux beautés de l'équation pilote et me conseilla la lecture de la bible en la matière, les fameux *Principes du magnétisme nucléaire*, en évoquant avec enthousiasme l'atmosphère des cours du CEA qu'il avait suivis dix ans auparavant et qui m'apparaissaient auréolés d'une légende. Claude et moi nous sommes par la suite servis continûment de cette fameuse équation pilote, initialement établie par Felix Bloch, mais explicitée de façon si lumineuse par Abragam, qui sert à expliquer tant de phénomènes en résonance magnétique, en physique atomique et en optique quantique, et qui s'est ainsi trouvée enseignée dans les cours de trois générations de chaires au Collège.

C'est encore indirectement que je fus exposé pour la première fois à l'éloquence d'Anatole Abragam. En 1967, comme président de la Société française de physique, il avait suscité la rédaction d'un livre de mélanges en hommage à Alfred Kastler qui venait de recevoir le prix Nobel pour sa découverte du pompage optique. Jean Brossel, qui avait été – soit-dit en passant – injustement oublié par ce prix, demanda au jeune étudiant en thèse dans son laboratoire que j'étais de corriger les épreuves de ce livre. Je tombai

immédiatement, dans la préface rédigée par Abragam, sur les phrases suivantes, condensé de son style inimitable :

La coutume des volumes jubilaires n'est pas unanimement appréciée par la communauté scientifique : un physicien éminent, dont la collaboration avait été imprudemment sollicitée, a cru pouvoir qualifier ce genre d'ouvrage de collection d'articles de deuxième ordre écrits par des physiciens de premier ordre. Je m'inscrivis en faux contre cette affirmation : payant de ma personne, j'ai tenu la main à ce que les physiciens de deuxième ordre ne soient pas totalement exclus de l'œuvre commune...

Je notai l'autodérision que je devais retrouver plus tard dans mes contacts directs avec Anatole et remarquai en même temps, avec une certaine fierté que, en tant qu'auteur d'une contribution dans ce livre, je devais appartenir à la même catégorie « du deuxième ordre » qu'Abragam, ce qui n'était finalement pas si mal. Mais c'est surtout la tournure « *j'ai tenu la main à ce que...* » qui me troubla et que j'attribuai avec une certaine naïveté et imprudence, connaissant les origines d'Anatole, à une possible transcription d'une expression slave en français. Je rapportai donc les épreuves à Brossel avec cette phrase soulignée d'un trait rouge et agrémentée d'un point d'interrogation dans la marge. Je revois encore le sourire de Brossel et ses yeux pleins de malice, me disant avec son accent du sud-ouest (il avait un accent, lui, contrairement au Russe Abragam) : « *malheureux, ne t'avise jamais de corriger le français d'Anatole...* »

Quatre ans plus tard, Claude Cohen Tannoudji tint la main à ce qu'Abragam fit partie de mon jury de thèse et j'eus ainsi l'occasion d'un premier contact avec lui. Les questions qu'il me posa au cours de la soutenance furent incisives et précises, témoignant à la fois de l'attention extrême qu'il portait à l'étude des travaux d'un jeune chercheur, de l'étendue de sa culture en physique et de son sens de l'humour. Ce n'est que bien plus tard que nos relations se sont approfondies. J'ai eu l'occasion de le rencontrer aux séances de l'Académie des sciences, dans des congrès, ou encore dans des déjeuners ou dîners conviviaux, avec des collègues étrangers de passage à Paris. J'ai alors pu apprécier, comme tous ceux qui l'ont connu, sa très grande culture en littérature russe, anglaise ou française. Il connaissait par cœur, comme beaucoup de Russes de sa génération, le roman-poème *Eugène Onéguine*, il adorait Tolstoï, Tchekhov et Lermontov et ne se lassait pas des pièces de Shakespeare dont il emprunta des répliques pour de nombreux exergues de chapitres de ses livres. Ses connaissances cinématographiques étaient impressionnantes, allant du cinéma muet de sa jeunesse à Woody Allen et aux frères Coen, en passant par les frères Marx. Son sens de l'humour était dévastateur et il ne renonçait que rarement à faire un bon mot, fût-ce sur le dos d'un collègue. Il avait connu tous ceux qui comptent dans la physique mondiale et avait sur chacun une histoire à raconter. Il avait aussi un stock inépuisable d'anecdotes illustrant toutes sortes de situations de la vie de la science, empreintes de l'humour juif qui ne l'avait jamais quitté. L'apparition quasi automatique de toutes sortes de difficultés techniques lorsque des expérimentateurs cherchent à réaliser de façon concrète une expérience inspirée par une belle idée théorique avait été appelée dans le groupe d'Abragam « l'effet Margaret », en référence à l'histoire qu'il se

plaisait à raconter : une marieuse, personnage essentiel du folklore juif de l'Europe centrale, s'est mise en tête – belle idée théorique – de marier un fils de bonne famille à la gentille princesse, sœur de la Reine d'Angleterre, dont les aventures sentimentales étaient, à l'époque, relatées dans tous les journaux. Passant à la pratique et sortant d'un long entretien avec la famille du garçon dont elle a, après de longs efforts, réussi à vaincre les réticences, la marieuse s'exclame en se frottant les mains : « *ouf, la moitié du travail est faite* ».

Une autre histoire d'Anatole Abragam m'est revenue à l'esprit à l'occasion d'une récente annonce scientifique sensationnelle. Un physicien américain connu avait publié un article annonçant l'observation d'un quark à l'état libre. Comme il s'agit d'une particule élémentaire dont la théorie ne prévoit l'existence que sous forme liée, cachée dans le noyau des atomes, cette stupéfiante nouvelle valut une heure de gloire médiatique à ce physicien. L'expérience, très délicate, ne put cependant être reproduite par d'autres chercheurs, et le quark libre, probablement un artefact, disparut vite de la une des journaux, comme des discussions des physiciens. Cette éphémère félicité scientifique inspira à Abragam une métaphore dans laquelle le quark élusif devient un diamant : un homme se présente un vendredi soir, avant la fermeture, dans une grande bijouterie, avec une belle jeune femme qui choisit une bague splendide. Notre homme la règle par chèque sur le champ. Le vendeur l'informe qu'il lui est impossible, vu l'heure, de vérifier auprès de la banque que le chèque est bien approvisionné. « *Qu'à cela ne tienne* », répond notre homme, « *gardez la bague jusqu'à lundi et je viendrai la chercher lorsque vous aurez pu avoir l'accord de la banque* ». Puis il sort au bras de la belle jeune femme épanouie. Lorsqu'il revient le lundi suivant, le vendeur, désolé, lui annonce que la banque a refusé le chèque. « *Je le craignais* », lui répond notre homme en souriant, « *mais quel excellent weekend j'ai passé !* ». L'annonce des neutrinos plus rapides que la lumière n'aurait pas manqué d'inspirer à Anatole une fable du même genre.

Mais le personnage brillant, voire caustique, cachait aussi en privé un homme simple et chaleureux. Abragam était gentil et attentionné avec ses élèves, ses collègues et ses amis. Il avait rencontré sa première épouse, Suzanne, pendant la guerre, et ils furent heureusement mariés pendant près d'un demi-siècle. De santé délicate, elle fut la compagne des voyages et de toutes les manifestations publiques qui accompagnèrent la vie professionnelle de son mari.

Devenu veuf en 1992, Abragam fit une donation à l'Académie des sciences pour établir le prix « Suzanne et Anatole Abragam » destiné, en récompensant annuellement un jeune chercheur, à perpétuer dans la communauté scientifique le souvenir d'un couple uni, resté à son grand regret sans enfant. Il parlait de cette compagne disparue avec une émotion dans laquelle transparaissaient sans détour son amour et son admiration. L'homme privé apparaissait aussi dans son comportement affectueux avec sa seconde femme, Nina, une physicienne russe épousée en 1996, avec laquelle il a connu une longue vieillesse heureuse, « attendant », comme il le dit lui-même, « la fin de l'histoire avec sérénité et sans impatience ». J'évoquerai pour finir les liens spéciaux d'Abragam avec le Collège

de France. De tous les honneurs de sa longue carrière, c'est son titre de professeur au Collège qui faisait le plus sa fierté. Il chérissait l'occasion que notre institution lui avait donnée de rencontrer tant de collègues exceptionnels, notamment dans les sciences humaines et sociales (c'était l'époque des Merleau-Ponty, Barthes, Foucault et Raimond Aron qu'il a beaucoup admirés). Il tenait comme noble notre mission d'enseigner à tous la science en train de se faire et appréciait le caractère unique de notre institution sur la scène académique mondiale. Deux anecdotes à ce sujet, issues de son livre autobiographique, *De la physique avant toute chose*, illustrent la culture et l'esprit d'Anatole Abragam et ce qu'il pensait de la mission si originale du Collège.

La première a trait à notre *motto*, « *Docet omnia* ». Anatole raconte qu'en 1980 le Collège reçut en grande pompe le président de la République qui, en homme de culture, pensant sans doute déjà à l'Académie française qui devait l'accueillir quelques années plus tard, s'aventura dans son discours prononcé devant les professeurs à compléter notre devise en ajoutant l'idée que nous enseignions tout à tous, la transformant en « *Docet omnibus omnia* ». Lorsqu'il fallut publier ce discours, Anatole ne fut pas mécontent de rappeler aux professeurs littéraires qui, dit-il, ne s'en étaient pas aperçus (mais c'est sans doute trop beau pour être vrai) que *l'omnibus* présidentiel était fautif et qu'il fallait dire « *Docet omnes omnia* » suivant la règle immémoriale du double accusatif (d'après l'exemple classique « *Doceo pueros grammaticam* »). Anatole ajoute qu'une discussion très politique s'en suivit pour savoir s'il fallait consulter le cabinet du président avant de faire la correction et que, dans sa sagesse, l'administrateur décida plutôt de corriger sans rien dire. La seconde anecdote rapporte un dialogue entre un collègue américain et un professeur du Collège, ce dernier tentant de lui expliquer ce qu'est notre institution. L'américain, croyant avoir compris, s'exclame alors : « le Collège de France, c'est comme l'Institut des études avancées de Princeton ! ». Cette comparaison qui nous présente comme une copie d'une institution étrangère créée quatre siècles après la nôtre, rappelait à Anatole la remarque d'un spectateur de *Hamlet* disant que l'auteur avait dû beaucoup lire Freud.

Ceux qui ont connu Anatole Abragam gardent le souvenir de sa silhouette élégante, de son sourire, de sa fine moustache distinguée, de son regard qui pouvait tour à tour être bienveillant ou pétillant de malice, et de sa voix claire et bien articulée qui a si souvent résonné dans cette salle. Grand savant, qui a eu une influence considérable sur la physique par ses travaux scientifiques, son enseignement et ses fonctions de direction et d'administration de la recherche, Anatole Abragam fut un honnête homme au sens classique, un homme de grande culture et de convictions. Son influence dans le monde académique et ses réflexions sur la recherche et l'Université en firent également un « sage » de la science au sens du « *statesman of science* » des Américains. Le Collège de France peut s'enorgueillir de l'avoir compté parmi les siens.

Pr Serge Haroche