

«Deux séjours ont illuminé ma vie de jeune chercheur expérimentateur. J'ai trouvé un cours élémentaire de mécanique quantique par Luttinger, un cours d'électrodynamique quantique par Dyson, dans un style pragmatique qui m'a donné l'illusion salutaire que je pouvais accéder à la compréhension des idées fondamentales dans ces domaines. J'y ai trouvé des séminaires par des maîtres prestigieux comme Fermi, dont la simplicité dans la présentation me donnait le désir de participer au jeu ! Beaucoup de lacunes dues à mon manque de formation ont été en partie comblées par ces séjours à l'École des Houches.»

*Georges Charpak
Prix Nobel de Physique 1992*

dans les journaux scientifiques : ceux-ci utilisaient tous la mécanique quantique, et ce n'est pas parce qu'un français, Louis de Broglie, avait été le premier à suggérer la nature ondulatoire des particules, que l'on enseignait les méthodes d'utilisation pratique de cette mécanique. À cet état de fait s'ajoutait un esprit philosophique qui avait ses qualités, mais qui n'incitait pas les étudiants au dynamisme culturel : pendant que les étudiants avancés s'interrogeaient sur les paramètres cachés de la mécanique quantique, les américains inventaient le transistor...

ENFIN CÉCILE VINT...

C'est ce que comprit Cécile Morette, une jeune physicienne débutante désireuse de faire de la physique théorique et embauchée dès la fin de l'occupation allemande par Frédéric Joliot comme attachée de recherche au CNRS. Elle obtient alors, grâce à l'appui de son patron qu'elle a su convaincre, une mission à Dublin où Heitler, un spécialiste de la théorie quantique des champs, s'était réfugié pendant les années noires. Elle continue ses séjours à l'étranger, à Copenhague dans l'Institut de Niels Bohr, puis à Princeton à l'*Institute for Advanced Studies* où Oppenheimer l'a invitée. Elle se sent le devoir de faire profiter les jeunes physiciens français de son expérience et de sa connaissance du niveau à atteindre pour participer à la recherche en physique théorique. C'est d'autant plus nécessaire que, la physique ayant acquis la réputation d'avoir gagné la seconde guerre mondiale (grâce aux radars, aux premiers calculateurs électroniques, à la bombe atomique...), les gouvernements vont la financer sans hésitation.

Dans une France qui se relève difficilement, les financements resteront rares,

sauf au Commissariat à l'Énergie Atomique, et il faudra attendre le retour de de Gaulle en 1958 pour que la recherche soit mieux traitée.

Les instances universitaires proposent à Cécile Morette un poste de Maître de Conférences – on dirait maintenant Professeur de seconde classe – à Nancy ; mais elle ne va y former que quelques élèves, ce qu'elle sait insuffisant à l'échelle nationale. Désireuse de remercier la France de l'effort qu'elle a fait en l'envoyant apprendre son métier là où l'on sait le pratiquer, elle a alors l'idée d'une formation un peu lourde, certes, mais nécessaire, pour, chaque année, une trentaine de jeunes physiciens motivés «de tous pays, ou plus précisément de pays n'offrant pas de préparation à la recherche. Cette formation inclut quatre grands cours de trente à trente cinq heures à raison de deux cours par jour six jours par semaine pendant huit semaines». Ce sera une École où deux mois d'été, juillet et août, seront utilisés à plein temps : l'horaire comprend des cours principaux et un certain nombre de cours auxiliaires, et laisse du temps pour les discussions et la durée nécessaire à l'assimilation des connaissances. Les cours se tiendront dans un endroit assez isolé, pour que des discussions permanentes entre professeurs et élèves fassent passer ces derniers du statut intellectuel d'étudiants à celui de jeunes chercheurs, de façon que les problèmes qu'ils se posent se rapprochent de ceux qui sont traités par la communauté scientifique mondiale.

LES DIFFICULTÉS ADMINISTRATIVES

Cécile Morette connaissait un site, au dessus du village des Houches, situé à l'entrée de la vallée de Chamonix ; sans voiture, et à l'époque elles étaient rares, on était isolé à souhait. Une installation primitive, utilisant un chalet modifié pour loger les participants, et d'anciennes cabanes de berger transformée en logements ou en salle de cours, suffirait à des gens motivés. Car ils devaient l'être : un éminent physicien de Harvard reconnaîtra qu'il échangerait bien «un peu de charme de l'endroit contre un peu plus de confort».

Il ne restait qu'un détail : si le projet était clair, il paraissait fou dans la tradition administrative de la France, où la notion de campus était inconnue, où les universités fermaient de trois à quatre mois l'été, où aucun système n'était prévu pour accueillir et tirer profit des professeurs étrangers ; bref, aucun moyen financier n'était en vue. Alors commença pour l'initiatrice une bataille administrative ; sans doute grâce à l'esprit de recons-

truction du pays qui régnait à l'époque, et surtout à la pugnacité peu commune de Cécile Morette, le pari impossible fut gagné. Convaincu du bien fondé du projet, Pierre Donzelot, Directeur des Enseignements Supérieurs accorda une subvention ; le plus extraordinaire n'est d'ailleurs pas la subvention, c'est qu'une jeune scientifique ait obtenu d'être reçue ; les «progrès» administratifs survenus depuis empêcheraient de nos jours une pareille aberration.

Les crédits devaient transiter par l'Université de Grenoble, car toute ces péripéties se passaient sur le territoire de l'Académie correspondante. Louis Néel heureusement empêcha cette dernière de refuser cette extravagance «théorico-alpine». Le CNRS contribua également en rétribuant Cécile Morette, qui était devenue alors DeWitt et enseignait aux USA pendant l'année scolaire. Le 15 juillet 1951, s'ouvrit la première session.

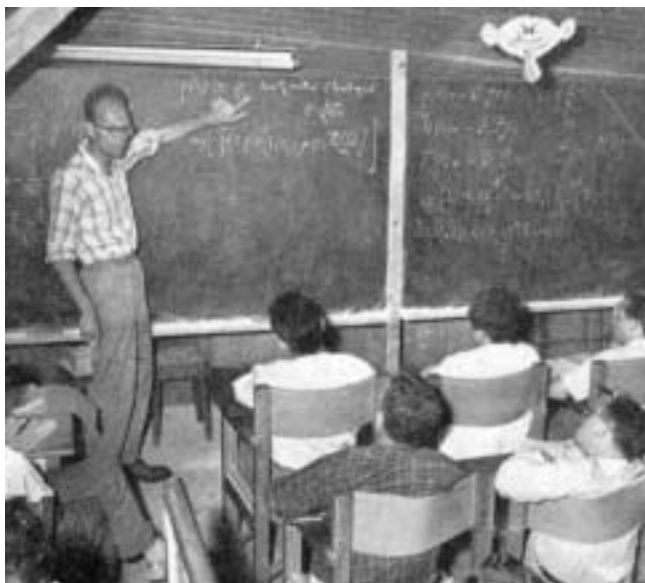
Trente et un élèves, dont seize français allaient suivre les cours de professeurs prestigieux dont W. Pauli, lauréat Nobel 1945, A. Kastler, E. Segré et W. Kohn, futurs titulaires de cette distinction. Les craintes exprimées avant la création par certains administratifs timorés qui pensaient qu'en montagne on se doutait bien de ce que feraient tous ces physiciens, se révélèrent infondées. Les élèves en redemandaient et les professeurs appréciaient cette ambiance de travail et ces possibilités de réflexion : les questions des élèves sont toujours une stimulation pour les enseignants. Puis les sessions se succédèrent, et on trouve dans les anciens élèves de certaines de ces sessions d'autres lauréats Nobel.

La sélection des élèves est vite devenue sévère. Les postulants savaient que le travail serait intense, mais que le jeu en valait la chandelle ; par contrecoup la qualité des élèves attirait les plus brillants professeurs, heureux de trouver du «répondant».

Dans le cours des années cinquante, les programmes d'enseignement de physique avaient fait des progrès, en particulier en France où la formation dite de troisième cycle, avec le Diplôme d'Études Approfondies, avait été créée pour préparer les étudiants à la recherche. L'École de Physique se devait de

«Je suis venu pour la première fois comme élève à l'École d'été des Houches en 1970, et mon séjour a marqué un tournant mon orientation scientifique. C'est là que j'ai commencé à exister en tant que mathématicien.»

*Alain Connes
Médaille Fiels 1983*



À gauche, la salle de cours primitive où enseigne L. Van Hove en 1956. À droite, Claude Cohen-Tannoudji, prix Nobel de Physique 1997.

s'adapter : à partir de 1958 commencèrent des sessions spécialisées, des «quatrième cycles». Une nouvelle habitude s'instaura : des chercheurs pionniers dans un domaine expliquaient à des chercheurs débutants, ou juste docteurs, l'état d'avancement de leur spécialité. Parallèlement, les cours ne furent plus seulement reproduits avec des moyens antédiluviens comme la «ronéo», mais imprimés et vendus en librairie et dans tous les supermarchés scientifiques.

Avec la collection complète de la *Review of Modern Physics*, nous avons là une autre vue très approfondie de l'évolution de la physique pendant près d'un demi-siècle et des tentatives des physiciens de sortir de leurs spécialités étroites : des sessions de biologie, ou de technologies très avancées et très mathématiques entrent dans la série.

L'ÉVOLUTION DE L'ÉCOLE D'ÉTÉ

Au fur et à mesure que l'activité se pérennisait, et que le pays se reconstruisait, que parallèlement la population se réjouissait de sortir d'une vie spartiate pour goûter les délices d'Athènes – Capoue, ce sera pour plus tard –, des progrès matériels améliorèrent l'installation. On améliora l'intérieur des chalets existants, on généralisa l'eau courante, on construisit un bâtiment d'enseignement, encore agrandi depuis, car la communauté scientifique s'est considérablement épaissie en un demi-siècle, puis de nouveaux chalets modernes, on installa des parkings. Plus récemment on introduisit des ordinateurs, on les connecta au monde... non sans quelques résistances : «Il ne faudrait pas que les participants en viennent à s'isoler toute la journée devant leur

console, ce serait aller contre la philosophie de l'École des Houches», remarquait Édouard Brézin.

L'expérience a prouvé que l'intérêt et l'enthousiasme des participants n'a pas baissé ; le monde a évolué, le niveau de confort de ses habitants aussi : les physiciens savent adapter les impédances.

Les programmes d'activité s'adaptent aussi : nous avons déjà mentionné l'entrée des phénomènes biologiques en 1969, les sessions de deux mois sont remplacées par deux sessions d'un mois, suivant-là un mouvement général (les autres écoles d'été sont passées d'un gros mois à deux petites semaines). Des soucis économiques de rentabilisation des installations amènent la création du Centre de Physique. Il s'agit d'organiser, pendant l'hiver – la logistique a fait des progrès –, des sessions de quinze jours d'ateliers sur des sujets avancés aussi interdisciplinaires qu'il est possible ; l'organisation de sessions du Centre est devenue une porte d'entrée pour de nouveaux sujets qui deviennent des thèmes pour l'École, et une occasion d'ouvertures vers la physique appliquée.

Ce fut un succès, le Conseil d'Administration eut souvent à effectuer des sélections parmi des projets tous très intéressants. Quelques fois, ce fut, non pas le caractère inextensible de l'année, mais celui des moyens des «sponsors» qui aida à la sélection ; il n'y a pas que des roses sur terre... mentionnons pour mémoire l'existence de sessions pour plus jeunes physiciens, sessions de troisième cycle, pendant le mois de septembre.

Cette École d'Été est aujourd'hui loin d'être unique, mais ce fut sans doute la première, en Europe au moins. D'autres ont suivi, qui seraient en concu-

rence si la communauté scientifique ne s'était pas tant agrandie. Ce n'est pas une catastrophe, mais, bien au contraire la preuve d'un succès ; celui des grandes marques ne se mesure-t-il pas par les imitations qu'on en trouve dans tous les pièges à touristes, et, *a contrario*, qui a entendu parler d'ateliers clandestins de fabrication de faux roubles ? Lorsque l'Organisation scientifique du Traité de l'Atlantique Nord généralisa son aide aux Écoles d'Été – qui maintenant ont lieu toute l'année – elle donna celle des Houches comme exemple.

Depuis l'administration de l'O.T.A.N a fabriqué des normes que les Houches ne suivent pas : elle fait plus long et plus approfondi. C'est la condition nécessaire, pour rester créateur, que de ne pas faire comme les autres, mais mieux. Si l'information circule maintenant à la vitesse de la lumière, sa digestion reste un processus lent fonctionnant à celle des neurones, et il reste une place pour la sélectionner collectivement pour la transformer en un ensemble compact utilisable : un cours publié après avoir été testé sur des auditeurs de choix n'en est que meilleur. La mission des Houches évolue, elle reste importante, et les chercheurs peuvent rester optimistes, l'approfondissement des théories continuera avec des formes évolutives et l'Administration, comme l'Intendance, finira bien par suivre.

Les 28, 29 et 30 juin, une conférence scientifique se tiendra à l'École de Physique Théorique des Houches, à l'occasion des cinquante ans de cette institution.

Pierre AVERBUCH est ancien directeur de recherche au CNRS.

Le plus vieux mammifère?

Un crâne fossile reculerait de 45 millions d'années la séparation des reptiles et des mammifères.

Les mammifères sont par définition des animaux vertébrés à sang chaud dont la femelle allaite les petits : par exemple, l'ornithorynque, le kangourou et l'être humain représentent chacun une des trois sous-classes des mammifères, respectivement, les monotrèmes, les marsupiaux et les placentaires, classés du plus primitif au plus évolué. Dans l'arbre phylogénétique, ils sont les descendants des reptiles mammaliens qui ont peu à peu acquis les caractères des mammifères. Les paléontologues pensaient que la naissance des mammifères datait de la fin du Jurassique, il y a 150 millions d'années. Toutefois, Zhe-Xi Luo et ses collègues du Musée d'histoire naturelle de Pittsburgh ont étudié le crâne du fossile, *Hadroconium wui*, dont les caractéristiques anatomiques repoussent cette

date de 45 millions d'années, au début du Jurassique.

Les restes de *Hadroconium wui* ont été découverts dans la région du Yunnan, en Chine, en 1985. Contemporain des dinosaures, il ressemblait, de son vivant, à une très petite souris qui pesait deux grammes ; son crâne mesurait 12 millimètres de longueur. Plusieurs caractères, qui montrent en premier lieu qu'il s'agissait d'un adulte, placent cet animal plus près des mammifères actuels que de certains de ses contemporains, tel *Sinoconodon*, plus proches, eux, des reptiles mammaliens. D'abord, la mâchoire montre un espace entre les canines et les premières prémolaires que n'ont pas ses plus proches parents non mammaliens, tels *Morganucodon* ou *Haldanodon*. Par ailleurs, l'usure des molaires atteste que l'animal a eu deux séries de dents successives : des dents de lait et des dents définitives.

Plus remarquable encore est la mâchoire et son articulation à l'os temporal du crâne. La mandibule des reptiles est composée de plusieurs os, un principal et deux petits de chaque côté qui assurent la jonction avec le crâne. Or, celle de *Hadroconium wui* est d'un seul tenant, tout comme celle des mammifères actuels : les petits os ont migré au cours de l'évolution et se sont miniaturisés pour devenir les osselets de l'oreille moyenne qui amplifient le son perçu par le tympan.

Hadroconium wui avait donc une ouïe plus fine que ses cousins non mammaliens.

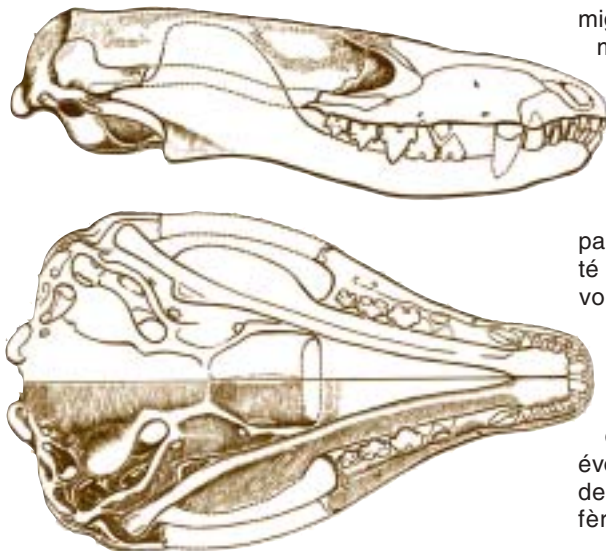
La migration de ces osselets va de pair avec un accroissement de la cavité cérébrale, et, par conséquent, du volume du cerveau relativement important chez *Hadroconium wui*.

Cette caractéristique lui a valu son nom : *Hadroconium*, qui signifie «tête pleine», *wui* étant le nom du découvreur du fossile. Cette co-évolution, clef de voûte du passage des reptiles mammaliens aux mammifères, s'explique par un décalage



dans le développement des osselets et du cerveau. Au cours de l'évolution, la croissance du cerveau aurait stoppé celle des osselets, et les aurait repoussés vers l'oreille.

Enfin, grâce à 90 caractères crâniens ou dentaires, les paléontologues ont construit l'arbre phylogénétique d'*Hadroconium wui* : il est bien l'animal le plus proche des mammifères actuels. Cependant, une question demeure. Identifiera-t-on un jour un ancêtre direct ou un cousin éloigné de cette lignée? Ou bien cette lignée s'est-elle éteinte?



Le crâne de *Hadrocodium wui* (ci-dessus), daté de 195 millions d'années, mesurait 12 millimètres de longueur. Ses caractéristiques anatomiques, telles que l'articulation de la mâchoire ou le volume de la cavité cérébrale, font de cet animal un très proche parent des mammifères actuels. L'arbre phylogénétique (à droite, chaque trait, sous les mâchoires, représente trois millimètres) confirme cette hypothèse : en bleu, on distingue le cartilage typique des non mammaliens ; en vert, la petite cavité cérébrale ; en rouge, la grosse cavité cérébrale des mammifères (la zone mauve est celle des mammifères).

