

In Memoriam Georges Charpak

A la fin des années 70, Georges Charpak fut conseiller scientifique au CEA. Avec son charisme et son enthousiasme, il parvint à convaincre son ami Pierre Lehmann, alors directeur du département de physique des hautes énergies, d'engager le développement d'une application des chambres multi-fils au domaine biomédical. Il s'agissait de mettre au point une petite caméra positron destinée à l'imagerie de petits animaux, en collaboration avec le SHFJ. Dick Hubbard et moi-même avons eu la chance et le plaisir de collaborer avec Georges sur ce projet. Pierre Lehmann était assez réticent vis-à-vis de cette « déviance » par rapport aux programmes de physique et nous avons instructions de rester assez discrets !

Le détecteur comportait 2 plans opposés de chambres multi-fils associés à des empilages de grilles métalliques destinés à convertir les gammas d'annihilation de 511 KeV. Ce principe a été repris plus tard pour le calorimètre électromagnétique (HPC) de l'expérience DELPHI. Les convertisseurs étaient réalisés par l'équipe de Georges au CERN et son fidèle technicien Roger Bouclier et nous étions chargés du reste du développement. A chacun de ses passages à Saclay, Georges proposait de nouvelles idées ou imaginait explications et solutions aux problèmes que nous rencontrions. Ce fut une période très excitante et enrichissante, que nous avons conclu par la première image en 3 dimensions de rats (fournis par le SHFJ et heureusement sacrifiés !) marqués au fluor 18. Malheureusement ce détecteur souffrait, par principe, d'une très mauvaise résolution temporelle et les images obtenues étaient assez médiocres et exigeaient des temps d'acquisition interminables : nous avons passé quelques nuits en tête à tête avec nos pauvres rats !

Nous avons alors imaginé un changement de principe pour résoudre ce problème, chaque fil étant désormais au centre d'une alvéole en métal de Z élevé (un principe similaire à celui du calorimètre électromagnétique d'ALEPH). A cette occasion Georges nous montra toute l'étendue de son imagination. Par mimétisme, nous n'étions pas en reste et nous avons essayé une multitude de matériaux pour ces alvéoles: des feuilles de plomb ou même d'uranium (appauvri), des résines chargées de poudres de plomb, d'uranium, ou de thorium que Georges ramenait de son labo dans ses poches ! Le choix final a porté sur une résine chargée de poudre de bismuth, nettement moins problématique. Malheureusement, si l'efficacité quantique et la résolution temporelle étaient bien au rendez-vous, nous n'avons jamais pu mettre au point le système de lecture de l'axe perpendiculaire aux fils, ce qui est rédhibitoire pour un détecteur 3D ! Par ailleurs les biologistes du SHFJ ne montraient pas un enthousiasme débordant, et Georges lui-même, comme souvent, après avoir joué son rôle « d'ensemenceur » d'idée et comme la manip devenait triviale et fastidieuse se désintéressait un peu du problème. Nous avons finalement abandonné fin 1978.

D'ailleurs, il avait évidemment de nouvelles idées ! Nous nous sommes « laissés entraîner », avec le renfort de Michel Cribier et Dick Hubbard dans les premiers développements des chambres dites « multiétages ». Il s'agit de détecteurs qui associent dans le même volume de gaz une chambre multi-fils précédée d'un espace de préamplification et d'un espace de dérive (tous deux constitués de grilles fines parallèles). Ce principe permet d'atteindre des gains très élevés et éventuellement de sélectionner les traces grâce à une grille électrostatique. Georges espérait introduire ce type de détecteur dans des expériences de recherche d'événements rares à très haut flux. Sur ce plan, le détecteur s'est avéré difficile à maîtriser et n'a pas trouvé preneur. Par contre, il a trouvé plusieurs débouchés que Georges eut l'idée de prospecter.

Le premier concerne bien entendu une application au domaine de la biologie qui aura toujours passionné et fasciné Georges Charpak. Il développait dans son laboratoire du CERN

une chambre multi-étage destinée à l'autoradiographie de coupes biologiques marquées par des émetteurs bêta (^3H , ^{32}P ...) ou à l'analyse de gels de séquençage. Un tel détecteur devait permettre un gain de 2 ordres de grandeurs sur le temps de détection et la dynamique d'image des films radiographiques utilisés jusqu'alors. Ce détecteur deviendra le produit phare de la société Biospace qu'il fonda en 1989 et pour laquelle notre groupe a réalisé un des premiers prototypes. Concernant ce détecteur, il est amusant de constater que la solution que Georges adopta reposait sur la lecture de la lumière des avalanches par une caméra CCD dans l'UV.

Ceci est assez paradoxal, sachant que l'immense succès des MWPC était dû en grande partie au progrès de l'électronique intégrée et rapide. Il faut voir là un aspect de la maladresse quasi légendaire de Georges (selon Roger Bouclier « un détecteur qu'il touche est un détecteur fichu » !) pourtant si habile à manipuler les idées et les concepts ainsi que de sa méfiance envers l'aspect un peu « obscur » et mystérieux de l'électronique moderne (même à l'époque !).

Le second développement concernait cette fois une application à la physique pour l'identification de particules chargées par imagerie d'anneaux Cherenkov (Ring Imaging Cherenkov : RICH). A cette époque (1979 ou 80) Thomas Ypsilantis, le « pape » de cette méthode, passait une année en visiteur étranger dans notre labo. Dans un RICH, le détecteur doit être capable de localiser chacun des quelques photons émis par la particule dans un milieu « radiateur » et ce sur une surface assez grande. Il faut donc un détecteur capable d'un très grand gain, d'une bonne stabilité et d'une certaine efficacité quantique la plus proche du visible. Thomas nous avait apporté l'additif indispensable à cette efficacité : le triéthylamine, « charmant » composé, toxique et à l'odeur de poisson pourri mais qui fournissait quelque 15% d'efficacité dans le proche UV. Nous tentions de développer avec Tom et Georges Comby un détecteur constitué d'une matrice d'aiguilles qui donnera les premières images d'anneaux Cherenkov obtenues avec un détecteur gazeux mais qui se révéla trop capricieux et délicat pour une application dans une expérience. Il faut noter que efficacité quantique et stabilité sont 2 termes antinomiques pour un détecteur gazeux, sachant qu'une avalanche émet un nombre de photons UV considérable et proportionnel au gain du détecteur qui ne demande qu'à partir en régime Geiger ou d'étincelle. Georges Charpak eut alors l'idée géniale que sa chambre multi-étage pouvait résoudre ce paradoxe, en éloignant la première zone d'amplification de l'avalanche finale. Dick Hubbard et moi-même, en collaboration avec Georges et son équipe, avons alors commencé le développement d'un détecteur gazeux photosensible. Ce fut à coup sûr la période la plus excitante, fructueuse et même joyeuse de ma carrière. Notre groupe étoffé par le renfort d'un thésard américain (Georges Coutrakon, maintenant responsable de l'installation de proton thérapie de Loma Linda) et celui de Georges Charpak développaient chacun de leur côté une chambre multiétage photosensible. En effet, cette fois encore, Georges restait attaché à une lecture optique et nous à la lecture électronique. La concurrence était parfois un peu rude, en particulier entre Dick et Fabio Sauli. Pour trancher, après les tests positifs en laboratoire, nous avons effectué un test sur un faisceau de pions au CERN avec un radiateur d'hélium ultra pur de 10 mètres construit en commun. Un jour de faisceau pour Charpak et al, le suivant pour Hubbard et al. Les manœuvres complexes de remplacement des détecteurs nous ont bien coûté une fenêtre de séparation en fluorure de calcium, mais la preuve a été faite que la lecture électronique était plus efficace que la méthode optique, ce que Georges a reconnu sans états d'âme. Entre temps, il avait réussi à convaincre son ami de toujours, Léon Lederman alors directeur de Fermilab, d'intégrer un RICH dans l'expérience E605. Cette expérience était au départ destinée à l'étude des résonances upsilon avec accessoirement l'espoir (déçu, bien entendu) de trouver un Higgs au voisinage du Y' autour de 10GeV ! Un autre groupe souhaitait faire de la physique hadronique avec sensiblement le même appareillage et un faisceau intense de

protons à 400 GeV/c. Il fut décidé d'insérer un très grand RICH après le second aimant d'analyse du spectromètre.

Le RICH de E605 a été construit en collaboration avec un groupe de Stony Brook (Robert Mc Carthy) chargé de la construction du grand radiateur d'hélium ($15 \times 2,5 \times 2,5 \text{ m}^3$) de la station de purification et du grand miroir ($2,5 \times 2,5 \text{ m}^2$) qui renvoie les photons des cônes Cherenkov vers les détecteurs. Le groupe de Georges a pris en charge les 2 grandes fenêtres constituées de mosaïques de cristaux de CaF, très fragiles et très coûteux ! Et le groupe de Saclay a développé les 2 grands détecteurs photosensibles ($40 \times 80 \text{ cm}^2$) et leur électronique. L'étude et la réalisation de ce grand détecteur a fait l'objet de 5 thèses d'étudiants (es) américains, polonaise et italienne. Ce RICH aura été le premier détecteur de ce type en opération sur une expérience et a fonctionné parfaitement avec un pouvoir d'identification très honorable. Malheureusement, pour la physique des dimuons à haute luminosité il était nécessaire d'insérer un mur de plomb après le premier aimant pour diminuer le bruit de fond ce qui rendait le Cherenkov aveugle et inutile dans ces phases de run.

Inutile de dire qu'une fois la réalisation lancée, bien qu'assez fier du résultat, Georges s'est intéressé à d'autres projets, souvent en rapport avec son domaine favori : le biomédical.

A l'époque il collaborait avec Jean Saudinos à Saturne pour développer une machine de radiographie par diffusion de protons. Quelques chambres multi-fils autour de la cible irradiée par le faisceau de protons permettaient la reconstruction en volume des points de diffusion et surtout le contenu en hydrogène des objets ou tissus irradiés. La méthode pouvait sembler s'approcher des performances et spécificités de l'IRM mais était tout de même un peu lourde ! A ce sujet beaucoup se souviennent de l'anecdote fameuse de la tête humaine (conservée dans le formol !) prêtée par l'hôpital de Marseille et ramenée par Georges en bagage à main à Saclay. Peut être y a-t-il une part d'embellissement dans cette histoire que Georges se délectait de raconter.

Au début des années 80 nous avons réalisé pour Georges, à partir de ses idées mais en introduisant quelques variantes de notre fait, le détecteur prototype pour l'autoradiographie mentionné plus haut. Mon groupe (entre temps j'avais sombré dans le « management ») a aussi réalisé une chambre dite à « dérive sphérique » destinée au laboratoire LURE, pour l'étude de la conformation de protéines cristallisées par diffraction X.

En 1980, Georges avait organisé une école « Physique et médecine » à Cargèse, à laquelle j'ai eu la chance de participer. Les contributions passionnantes respectaient une stricte alternance physique et médecine avec des intervenants de grande qualité. Le dialogue pouvait se poursuivre en début d'après-midi sur la plage en contrebas du Centre de conférence... En tant que collaborateur depuis quelques années j'ai eu le plaisir d'être reçu dans sa maison Corse toute proche du centre. Cela m'a donné l'occasion par exemple de le voir improviser danses et chants yiddish avec son ami Pierre Lehmann lors d'une soirée un peu gaie ou encore de goûter avec ses amis bergers un terrible fromage Corse arrosé d'une solide eau de vie !

Nous nous sommes croisés à maintes reprises au cours de conférences ou de meetings toujours avec plaisir. En particulier lors des éditions de la Wire Chamber Conférence de Vienne où nous avons apprécié les soirées gastronomiques ou musicales de cette ville.

Par la suite, nous nous sommes rencontrés moins fréquemment et hélas mes responsabilités de chef de service à partir de 1996 m'ont amené à tenter de canaliser l'imagination et l'enthousiasme encore plus débordants de son collaborateur et ami de longue date, Ioannis Giomataris, que nous avons recruté. Georges m'a un peu battu froid un moment mais nos rapports sont redevenus chaleureux dès lors que le succès de leur dernière invention, Micromégas, a été confirmé par la réussite de l'expérience COMPASS.

Georges avait un grand amour de la vie, des bonnes et belles choses (que ce soit un bon vin, un beau paysage, une bonne musique), des hommes (sauf des intégristes et des charlatans auxquels il trouvait cependant l'excuse du manque d'éducation). Il avait une immense

curiosité pour la science sous tous ses aspects : par exemple j'ai eu l'occasion d'écouter une de ses conversations avec Andrei Linde sur la cosmologie des univers « mousse » un jour au CERN (sans en comprendre un traître mot bien entendu).

Il considérait la recherche scientifique comme une jubilation et même une quête artistique en témoigne quelques une de ses idées originales (euphémisme !) comme celle de reconstituer le chant des potiers de l'antiquité en analysant les traces des vibrations inscrites pour l'éternité dans la terre. Ou encore l'idée de radiographier la planète à l'aide de faisceaux de neutrinos produits par un accélérateur flottant sur les mers.

Par son allure, sa décontraction, sa culture, son humour toujours présent, son enthousiasme Georges avait un tel charisme qu'on ne pouvait que tomber sous le charme. Personnellement, je pense lui devoir une large part du plaisir et de la réussite de la carrière que j'ai eu la chance d'accomplir au CEA et sa disparition m'a profondément ému et attristé. Nous sommes sans doute nombreux dans notre domaine et même au-delà à éprouver le même sentiment et à ressentir la perte d'un grand et honnête homme. Que nos pensées aillent vers ses proches et tous ceux qui l'ont connu et aimé.

Philippe Mangeot