

Quel attrait pour les sciences au XXI^e siècle ?

Madame la Présidente, mes chers confrères, Mesdames et Messieurs !

Avant d'aborder mon propos sur l'attrait des sciences au XXI^e siècle, je voudrais souligner combien je suis sensible à l'honneur qui m'est fait d'être accueilli dans la vénérable Académie de Stanislas dont l'ambitieux objet est, je cite, « de favoriser la croissance et le rayonnement de toutes les valeurs intellectuelles, morales et spirituelles sur lesquelles repose notre civilisation ».

Je voudrais remercier madame la Présidente et tous les membres de l'Académie pour la chaleur de leur accueil et plus particulièrement mes confrères Robert Mainard et François Guillaume qui ont parrainé ma candidature.

Pour commencer je voudrais évoquer un personnage venu lui aussi de Pologne et aussi célèbre, sinon plus, que Stanislas. Il s'agit de Marie non pas Marie Leszczynska reine de France, mais de Marie Sklodowska plus connue sous son nom de femme mariée à Pierre Curie dont on a fêté en novembre dernier le 150^e anniversaire de la naissance et dont le destin scientifique est remarquable. De nombreux ouvrages lui ont été consacrés, je ne mentionnerai ici que la pièce de théâtre créée en 1989 par Jean-Noël Fenwick qui a eu un grand succès public couronné par quatre Molière, jouée dans un vingtaine de pays et reprise au cinéma quelques années plus tard par Claude Pinoteau : *Les Palmes de Monsieur Schutz* qui met en scène de façon humoristique l'arrivée à Paris de Marie Sklodowska, sa rencontre avec Pierre Curie, la découverte du Radium et ses démêlés avec le directeur de l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de Paris, Paul Schützenberger, qui brigait les Palmes Académiques.

Je me suis trouvé mêlé au destin du décor de cette pièce de théâtre récupéré par l'École où travaillaient Pierre et Marie Curie. Le directeur scientifique, Pierre Lewiner, lointain successeur de Monsieur Schützenberger, me téléphone un jour pour me demander si dans les locaux d'EDF nouvellement construits à Saint-Denis il ne serait pas possible de stocker ces décors, faute de quoi il serait obligé de les détruire. C'était possible, et les décors sont arrivés dans les sous-sols du bâtiment d'EDF à Saint-Denis. Mais ils auraient subi un sort semblable si, après contact avec l'Ambassade de Pologne à Paris, on n'avait pu les envoyer au musée Sklodowska-Curie de Varsovie où je pense qu'ils se trouvent toujours. Pour revenir au film de Claude Pinoteau, je crois que c'est le seul film où on voit jouer deux prix Nobel de physique, Gilles de Gennes et Georges Charpak, dans le rôle de deux cochers livreurs de sacs de pechblende conduisant un camion hippomobile, le même camion que celui qui tua Pierre Curie rue Dauphine en 1906.

La pechblende est un minerai d'uranium dont Marie Curie va extraire le radium à raison de quelques milligrammes de radium par tonne de ce minerai qu'elle a fait venir du gisement de Jachymov, en République Tchèque. Ce sont ces travaux sur le radium et sur le polonium qui lui vaudront un second prix Nobel en 1911 – Prix Nobel de Chimie – après celui obtenu en physique en 1903 conjointement avec son mari Pierre Curie et Henri Becquerel pour leurs travaux sur la radioactivité. Elle est ainsi la première femme à obtenir un prix Nobel, mais il a fallu pour cela que Pierre Curie intervienne auprès du comité Nobel pour que les travaux de Marie soient pris en considération et qu'elle soit associée à Henri

Becquerel et à lui pour ce prix. Elle est aussi la première et une des quatre personnes à avoir reçu deux prix Nobel et une des deux seules, avec le chimiste Linus Pauling, à en avoir reçu deux dans deux catégories différentes. Ces résultats scientifiques remarquables, obtenus avec des moyens rudimentaires, ont nécessité une constance une opiniâtreté et une persévérance tenace ainsi qu'une rigueur scientifique sans faille. Qualités partagées par de nombreux chercheurs et qu'il convient d'inculquer aux jeunes élèves et étudiants si on veut que notre pays reste dans la course dans un monde où la recherche d'aujourd'hui permet les innovations de demain et la prospérité d'après-demain. Pour cela, il faut susciter et entretenir la motivation, le désir d'apprendre et de progresser et il faut savoir donner l'envie de faire pour y arriver les efforts indispensables laissant à Molière et ses Précieuses Ridicules « Les gens de qualité (qui) savent tout sans avoir jamais rien appris » et lui préférer Aristote pour qui « la science consiste à passer d'un étonnement à un autre ».

De nombreux domaines et le savoir faire de ceux qui les enseignent permettent de déclencher et de maintenir motivation et engouement pour les disciplines scientifiques. Je dois probablement mon orientation professionnelle à notre professeur de physique de l'Ecole Normale et à ceux qui l'ont suivi, mon maître Robert Mainard et monsieur Hue, qui nous a initié à la mécanique quantique. Ce professeur de physique, c'était une charmante jeune femme que nous appelions entre nous par son prénom, Monique, et dont j'ai honte d'avoir oublié le nom, qui nous a ouvert les yeux sur la structure de la matière, la composition des atomes et de leurs noyaux, initié aux lois des radioactivités alpha, bêta et gamma, et montré plaisamment que les noyaux peuvent (eux-aussi) être excités... On était encore loin du boson de Higgs prédit peu avant l'année de mon baccalauréat par trois physiciens : l'Écossais Peter Higgs, et les deux Belges François Englert et Robert Brout, mais que ce soit les cours de Monique, les voyages de découverte du CERN – là où a été mis en évidence le fameux boson près de 50 ans après la prédiction de Higgs – ou du CEA de Grenoble, où j'ai débuté comme chercheur, voyages organisés par Robert Mainard pour les élèves de la maîtrise de sciences et techniques qu'il venait de créer, la curiosité était là et a été déterminante pour beaucoup d'étudiants.

Je suis persuadé que les étudiants et, avant eux, les enfants ont cette curiosité. Je suis aussi convaincu de la nécessité de faire naître dès l'école élémentaire un minimum de culture scientifique, base permettant l'acquisition ultérieure de connaissances. Des initiatives comme « La main à la pâte » lancée il y a une vingtaine d'années par le prix Nobel 1992 Georges Charpak, déjà cité, et visant à rénover l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire vont dans le bon sens, mais ne sont suffisamment pas généralisées à ma connaissance. Georges Charpak était convaincu que la science était un moyen de lutte contre l'obscurantisme. À l'heure où on constate une défiance croissante vis à vis de l'expertise scientifique et une confusion entre connaissances et opinions érigées en vérités scientifiques, il importe que les citoyens d'aujourd'hui et de demain aient les moyens de faire la distinction entre des savoirs établis et des opinions sans fondement scientifiques, en un mot faire preuve d'esprit critique. C'est le sens du rapport remis aux Nations unies par l'UNESCO en septembre 2016 et repris par L'Assemblée nationale dans sa résolution du 21 février 2017 sur « Les sciences et le progrès dans la République ».

Cette résolution, rappelant que la science est un vecteur essentiel de l'innovation pointe que nos gouvernements successifs je cite, « n'ont pas su consacrer l'effort budgétaire indispensable dans le domaine de la recherche et du développement contrairement à d'autres pays voisins » et suggère, je cite toujours, « que l'initiation aux sciences à l'école élémentaire soit considérablement renforcée pour davantage sensibiliser les jeunes élèves à la démarche

scientifique ». En effet, si on prend les données 2015 de la Banque Mondiale, la part de la recherche dans le Produit Intérieur Brut stagne en France à 2,3%, à peine la moyenne des pays de l'OCDE, alors qu'il est à 2,8% aux États-Unis, 2,9 % en Allemagne, 3,1% dans les pays scandinaves, 3,3 % au Japon et 4,1% en Corée du Sud. Sans vous abreuver de trop de chiffres, cela représente 460 milliards de dollars aux USA, 380 en Chine, 345 milliards dans l'Union européenne, dont 48 en France.

Je reviens sur la formation des jeunes élèves et les voies de leur motivation pour les sciences. Quand, tout jeune élève de sixième, je me rendais au lycée Henri Poincaré, je passais quotidiennement devant la librairie Berger Levrault, aujourd'hui Librairie à la Sorbonne, à l'angle de la rue Saint Dizier et de la rue Dom Calmet. J'étais émerveillé par un livre en devanture sur les planètes du système solaire intitulé « Ce monde où nous vivons » que je j'ai pu me faire offrir au Noël suivant ; j'ai été encore plus émerveillé lorsque, grâce à un directeur de colonie de vacances pédagogue, j'ai pu observer à l'aide d'une modeste lunette astronomique Jupiter et plusieurs de ses lunes et surtout Saturne et ses célèbres anneaux. Ce n'était pas encore l'observation du trou noir situé au centre de notre galaxie, objet astronomique bizarre étudié par le génial Stephen Hawking qui vient de nous quitter et qui ayant montré que les trous noirs « s'évaporent » avait dit que ces trous noirs n'étaient pas si noirs que ça ! Le domaine astronomique et spatial justifierait à lui seul toute une série de conférences. Laissez-moi mentionner deux exemples récents.

Le premier exemple a eu un grand retentissement médiatique, il s'agit du passage de la comète Churyumov-Gerasimenko, des noms de ses découvreurs ukrainiens – la découverte date de 1969 – et souvent surnommée Tchouri. Comme vous vous en souvenez certainement, la sonde Rosetta, lancée en 2004, a pu se mettre en orbite autour de la comète pendant deux ans à partir de septembre 2014 et le petit atterrisseur Philae s'est posé sur sa surface en novembre de la même année. On devine sans peine la complexité des calculs nécessaires à la réussite de ce rendez-vous spatial à 410 millions de kilomètres de la terre, après un voyage de 10 ans dont 30 mois passés en « hibernation » pour économiser l'énergie et six milliards de kilomètres parcourus. Au cours de ce périple, Rosetta a pu fournir des images de Mars en 2007 et de deux astéroïdes Steins, en 2008, et Lutetia, en 2010, avant de révéler la forme inattendue en diabolo du noyau de la comète. Les ingénieurs de l'Agence Spatiale Européenne ont dû prendre en compte dans leurs calculs les trajectoires relatives de Tchouri et de Rosetta, mais aussi celles des planètes ainsi que de leur influence gravitationnelle. Ils ont dû aussi réussir, après avoir effectué les manœuvres de ralentissement de la sonde pour sa mise en orbite autour de la comète, à modifier progressivement les orbites successives de Rosetta autour de la comète de 100 km au départ à quelques kilomètres pour permettre l'atterrissage de Philae. Cela ne s'est pas fait sans quelques rebondissements, y compris au sens propre puisque, du fait de la très faible gravité de Tchouri, l'atterrisseur a rebondi une fois avant de se poser définitivement. Voilà un défi que les scientifiques ont relevé avec brio, en témoigne le succès de cette mission, préparée avec 20 ans d'anticipation et gérant un voyage interplanétaire de 10 ans. Il y a là de quoi susciter des vocations, à condition de ne se laisser effrayer par les efforts nécessaires pour acquérir le niveau scientifique requis.

Le second exemple dont je voudrais parler est celui de l'astéroïde repéré par un observatoire d'Hawaï en octobre dernier et baptisé Oumuamua, ce qui signifie en hawaïen « venu d'ailleurs ». Cet astéroïde possède deux particularités : sa forme, et son origine. En effet, c'est la première fois que les astronomes détectent un astéroïde dont l'origine n'est pas notre système solaire et dont l'étude devrait être riche d'enseignements. Malheureusement, cet objet s'éloigne de la terre à la vitesse de 26 km/seconde. Des calculs réalisés par un

ingénieur en aérospatial diplômé de Centrale-Supélec, Andrea Hein, montrent qu'il serait possible de le rattraper en 2047 – l'année de mes cent ans – à 180 unités astronomiques, soit environ 200 milliards de kilomètres, en lançant une sonde en 2025. Ce projet nommé Lyra a peu de chances d'aboutir. L'autre particularité de Oumuamua est sa forme oblongue. Les amateurs de science fiction n'ont pas manqué de faire le rapprochement avec le roman « Rendez-vous avec Rama » d'Arthur Clarke, bien connu pour l'adaptation au cinéma par Stanley Kubrick d'un autre de ses romans : « 2001 Odyssée de l'espace ». Dans ce roman, situé en 2130, un objet de forme oblongue se rapproche de la terre qui s'avère être un vaisseau extra-terrestre, ce qui n'est pas le cas de Oumuamua. Le directeur de la revue *Ciel et Espace*, revue de l'Association française d'astronomie, en a fait son éditorial au début de cette année.

Le domaine de l'infiniment petit, même expliqué simplement, a lui aussi de quoi susciter des vocations scientifiques. Le monde des particules a été fascinant pour l'étudiant que j'étais et reste une source inépuisable de curiosités. Les trajectoires des particules dans ce qu'on appelle des chambres à bulles font de superbes photographies que vous pouvez facilement observer sur internet. Je ne définirai pas ici les fermions, leptons, hadrons, baryons, mésons, muons, neutrinos, bosons, gluons, photons ou quarks qui composent la matière dont nous sommes faits et qui nous entoure. On parle parfois de bestiaire des particules. Certaines d'entre elles sont stables, comme le proton des noyaux des atomes, d'autres sont très instables et ont une durée de vie extrêmement courte, par exemple, un milliardième de seconde pour l'hypéron lambda. Certaines de ces particules ne sont observables que regroupées : c'est le cas des quarks qui ne peuvent être isolés individuellement et qui composent notamment, groupés par trois, les protons et les neutrons des noyaux des atomes et, groupés par deux, les mésons. Les propriétés des quarks sont assez complexes et les physiciens, poètes à leurs heures ont baptisé ces propriétés de noms comme le charme, l'étrangeté ou la couleur obéissant aux règles de la chromodynamique quantique. Et comme il existe aussi associée à chaque particule une anti-particule, on parlera pour les antiquarks d'anti-charme, d'anti-étrangeté et d'anti-couleur. Je cite au passage une découverte faite en 2015 au Grand Collisionneur de hadrons du CERN, cet accélérateur de particules de 27 km de diamètre situé à Genève et sous le Jura français. Il s'agit de la découverte de particules qualifiées d'« exotiques » formées de 4 et de 5 quarks, des tétraquarks et des pentaquarks, dont l'existence était prévue par le modèle standard de la physique des particules, mais qui n'avaient jamais été observées. Cette découverte fait suite à celle du boson de Higgs en 2012 ; elle n'a pas eu le même retentissement mais elle a aussi une grande importance pour la compréhension des phénomènes de la physique des particules.

Là encore, la beauté des théories physiques, nécessite des efforts pour les élaborer, pour les vérifier, pour les compléter, voire pour les infirmer. Malheureusement, les efforts et le travail nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques rebutent parfois les étudiants et les élèves, ce qui peut faire le lit d'une défiance vis à vis de l'expertise scientifique, laissant place à la confusion entre connaissances et savoirs établis et opinions sans fondement scientifique, avec à terme un risque de retour à l'obscurantisme. Déjà au début du siècle dernier l'épistémologue autrichien Karl Popper pointait cette différence et montrait que la crédibilité à accorder aux unes ou aux autres n'est évidemment pas la même. À l'époque où les fausses nouvelles et les « faits alternatifs » font florès sur les réseaux sociaux, le manque d'esprit critique devient un danger pour notre société. Un exemple édifiant est celui de la forme sphérique de la terre : Certains affirment encore aujourd'hui que la terre est plate ! Je citerai l'anecdote concernant Joshua Socolow, premier marin à faire le tour du monde en solitaire sur un voilier de 11 mètres – il lui fallut y consacrer trois ans à la

fin du XIX^e siècle – présenté à Monsieur Paul Kruger, président de la République du Transvaal, comme navigateur effectuant le tour du monde, ce dernier répliqua que c'était impossible et qu'il s'agissait d'un tour sur le monde ! Pourtant un enfant voyant arriver un voilier à l'horizon sait bien que les voiles apparaissent avant la coque du fait de la rotondité de la terre.

Comme il est indiqué dans la résolution de l'Assemblée nationale déjà citée, « ...il revient aux chaînes de télévision et de radio du service public de l'audiovisuel de donner une place éminente aux émissions d'information et de transmission des connaissances scientifiques et des progrès technologiques, en veillant notamment à y donner la parole aux membres de la communauté scientifique ». On pourrait peut-être éviter alors que l'information ne soit supplantée par la communication. De telles émissions existent auxquelles participent, entre autres scientifiques comme Hubert Reeves, notre confrère Étienne Klein, dans « La tête au carré » sur France Inter, ou, mieux, « La démarche scientifique » sur France Culture, mais à des heures où les élèves et les étudiants ne sont pas disponibles. Après la diffusion dans les années 70 de la série télévisée de Carl Sagan intitulée « Cosmos » vue par dix millions de personnes, Ddes émissions télévisées existent aussi où le bon côtoie le meilleur et le pire. Il convient également de citer des événements comme les « Nuits des étoiles », les journées thématiques Recherches et Développement organisée par les Universités et les Grandes Écoles ou le « Festival Sciences en Lumière » qui vient de s'achever à Vandoeuvre.

La réussite dans les domaines techniques, mais pas seulement, exige efforts et persévérance et les réussites restent dans les mémoires plus que les échecs. Chacun se souvient de la première traversée de l'Atlantique du *Spirit of Saint Louis*, mais qui se rappelle la tentative malheureuse de René Fonk, Vosgien et as de l'aviation durant la Première Guerre mondiale, qui se souvient de celle des Américains Wooster et Davis qui se tuent en avril 1927, quelques mois avant l'exploit de Charles Lindbergh ou de Nungesser et Coli, disparus avec leur avion l'Oiseau Blanc au large de Saint Pierre et Miquelon un mois plus tard ? Même chose pour la traversée de la Manche par Blériot en 1909 qui reste dans nos mémoires oubliées d' Hubert Lathan qui fit deux tentatives la même année et qui avait réussi en 1905 la première traversée en ballon de Londres à Saint-Denis avec son cousin Jacques Faure.

Les domaines techniques ne sont pas faciles à appréhender : ainsi Bernard Pennac, ingénieur en aéronautique, expliquait à son frère Daniel, écrivain bien connu, qu'on trouvait rarement la cause des vibrations d'un avion et qu'on en était réduit à reconstruire un avion identique à celui détruit par les vibrations, mais qui, lui, ne vibrait pas. Je n'ai pas vérifié ce point, mais il m'a rappelé nos casse-têtes lors des essais de turboalternateurs des centrales nucléaires, machines monstrueuses tournant à 1500 tours par minute et ayant les extrémités des ailettes de turbines allant à des vitesses supersoniques. Ces machines étaient sujettes à ce qu'on appelait des crises vibratoires. Je préfère les compétences théoriques d'un Yves Meyer, récemment couronné du prestigieux prix Abel, compétences qui lui ont permis par exemple de trouver une parade aux oscillations de structure de la station spatiale internationale et dont les travaux ont été à l'origine de la découverte des quasi-cristaux chers à notre confrère Jean-Marie Dubois.

Dans le domaine l'astronomie, on connaît la célèbre découverte d'Urbain Le Verrier en 1846 qui a, selon la phrase prononcée par son collègue Louis Arago devant l'Académie des Sciences : « Monsieur Le Verrier vit le nouvel astre au bout de sa plume ». Ses calculs portant sur les anomalies du mouvement d'Uranus ont en effet permis à Johan Galle

d'observer, à la position prédite, une nouvelle planète baptisée Neptune. Mais on a en général oublié que le britannique John Adams avait produit, séparément, les mêmes calculs un an plus tôt que Le Verrier, mais sans les publier. De même, pour les perturbations de la trajectoire de Mercure, on connaît bien le succès de la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein qui explique parfaitement le déplacement du périhélie de la trajectoire, mais on a en général oublié les travaux visant à situer entre le soleil et Mercure une planète nommée Vulcain par Urbain Le Verrier qui pensait réitérer son exploit de la découverte de Neptune. Une semblable conjecture existe actuellement à propos d'une hypothétique neuvième planète située à 1000 unités astronomiques (la distance soleil terre) du soleil dont la durée de la révolution autour de notre étoile vaudrait entre 10 000 et 20 000 années terrestres, et serait une explication à l'inclinaison du plan des trajectoires des 8 planètes de notre système par rapport à l'équateur solaire.

Cela pour plaider en faveur d'un enseignement de l'histoire des sciences et des techniques, pas seulement l'épistémologie comme partie de la philosophie, mais aussi comme partie des sciences elles-mêmes. En cela les académies pluridisciplinaires comme la nôtre ont un rôle à jouer en encourageant la création de ponts entre les disciplines du savoir. Je conclurai en citant à nouveau la résolution de l'Assemblée nationale du 21 février 2017 qui, considérant que « la recherche scientifique et technologique constitue un élément indispensable à la compétitivité de la France au niveau européen et même mondial », « souhaite – je cite toujours – que les travaux et les recommandations des académies soient davantage suivis, tant dans les domaines de l'enseignement que dans ceux de la décision politique et considère que celles-ci devraient avoir pour mission d'émettre des avis sur les propositions du Gouvernement en matière scientifique et technologique.

Laurent Stricker