

Pour une culture scientifique et technique minimale*

par Hubert GIÉ (†)
*Inspecteur Général
de l'Éducation Nationale*

Qu'on le regrette ou qu'on s'en félicite, notre société est irréversiblement plongée dans un «bain» scientifique et technique. Or, dans ce domaine, on frise l'analphabétisme... Ce qui, à terme, est lourd de conséquences. Que deviendrait notre démocratie, si le plus grand nombre était aveugle aux problèmes qui la gouvernent ?

Hasard ou signe des temps ? En 1992, le ministère de l'Éducation Nationale vient de se forger un label commun avec celui de la Culture. Félicitons-nous de cette évolution. Apprendre et se cultiver ne sont en effet pas antinomiques, ce que l'on savait d'ailleurs déjà dans nos lycées et collèges même si l'accès à la culture ne relève pas de la seule action pédagogique.

A notre époque où tout tend à devenir «culturel», le mot de «culture» ne manque pas de définitions. Pour notre part, nous retiendrons celle qu'en donne le Larousse en dix volumes : «*Un ensemble de connaissances qui, assimilées par l'esprit, contribuent à son enrichissement*». Elle est simple et rassurante pour notre propos qui est de résumer ici quelques réflexions autour de la culture scientifique et technique.

Il est en ce domaine une règle préliminaire : ne pas se voiler la face. Encore aujourd'hui, chez beaucoup de nos élites politiques, culturelles ou médiatiques, la seule évocation du mot culture évince tout naturellement les sciences et les techniques. Cela se fait tout seul, en toute bonne foi, sans que les intéressés semblent même en avoir conscience.

* **NDLR** : Cet article a été publié en septembre 1992 dans le n° 180 de Science et Vie Hors-Série. Nous remercions la rédaction de la revue Science et Vie de nous avoir autorisés à le reproduire, conformément au vœu de H. Gié qui considérait que quelques années après sa publication, cet article continuait à refléter ses convictions.

On pourrait voir là la persistance d'une habitude culturelle ancienne. Les «humanités» ont longtemps dominé notre enseignement secondaire classique. Il ne s'est guère écoulé que quelques dizaines d'années depuis que les disciplines scientifiques ont commencé à conquérir leurs lettres de noblesse sans atteindre pour autant la dimension culturelle. Quant au domaine proprement technique, il reste encore très lourdement grevé par les habitudes culturelles du passé, malgré une évolution rapide et l'envahissement technologique qui bouleverse aujourd'hui nos sociétés.

Le constat, pour l'heure, s'avère donc plus que navrant. Qu'il s'agisse d'une bonne part de nos élites, ou du citoyen moyen, on frise en matière de culture scientifique et technique l'analphabétisme. Quand, pire encore, on ne s'en flatte pas. Les arts et la littérature, entend-on dire, telle est la culture véritable, mais les sciences...

Or cette faillite est grave. La société future sera de plus en plus façonnée par les sciences et les techniques. Que deviendra notre démocratie si le plus grand nombre s'y trouve aveugle aux problèmes qui gouvernent son avenir ? Le pouvoir réel se verra concentré entre les mains de quelques initiés pratiquant un langage hermétique. On pourrait alors parler d'aliénation des citoyens, au sens marxiste de ce mot. Dispenser aux futurs citoyens ce minimum de culture scientifique et technique qui leur permettra d'assumer leur rôle s'impose donc comme une nécessité urgente.

Ce vœu, à vrai dire, n'est pas nouveau. En leur temps, Jean Perrin ou Paul Langevin défendirent avec ardeur l'idée d'une culture scientifique populaire. Plus près de nous, Jean-Pierre Chevènement la fit sienne : intégrer la dimension scientifique et technologique dans la culture, ainsi conclut-il, en 1982, le colloque national Recherche et technologie. Mais qu'advient-il de ces intentions, une fois énoncées ? L'idée progresse, certes, mais avec une telle lenteur qu'on en vient à s'interroger sur sa nature même : est-elle seulement réalisable ?

La réponse est oui, mais sous certaines conditions : se limiter à des objectifs modestes et réalistes ; être conscient que tout reste à faire ou presque. Car notre société, tout en baignant quotidiennement dans les produits de la science et de la technologie, vouée qu'elle est au culte de l'efficacité et de la rentabilité immédiate, tend à considérer cette formation culturelle comme un luxe.

Notre système éducatif en subit les contre-coups. Il est tiraillé entre le souhait légitime de dispenser une formation efficace et monnayable, les démons internes du pédagogisme et une crise aiguë du recrutement d'enseignants scientifiques (au moins en mathématiques et en sciences physiques). Il s'ensuit que les élèves à vocation littéraire ou économique, dont certains formeront les futurs cadres dirigeants de la nation, sont à peu près dénués de culture scientifique. Quant aux élèves à vocation

scientifique, s'ils accumulent des connaissances et des savoir-faire, ils n'en perçoivent que rarement la dimension culturelle. Pris dans la course aux examens, ils n'ont guère le temps de resituer leurs acquis dans un contexte social et humain. Ce à quoi vient s'ajouter un «pédagogisme» trop souvent ésotérique, lourd, autojustificateur et refermé sur lui-même, qui se nourrit de ses propres illusions et obture les appels d'air.

Ce constat établi, comment pourrions-nous définir la charte d'une culture scientifique et technique minimale ? Nous la bâtirions autour de trois finalités :

- une compréhension de la méthode et de la construction scientifiques,
- une bonne perception des relations réciproques entre l'évolution des sciences et techniques et celle de la société,
- une saine compréhension des relations entre sciences et technologies, en particulier de ce qui les lie et de ce qui les distingue.

QU'EST-CE QUE LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE ?

Il faut que l'apport continu des connaissances scientifiques ne se résume pas à un simple placage en couches superposées. On doit donc faire comprendre le plus tôt possible en quoi consiste l'esprit scientifique, lequel, par nature même, s'oppose aux idées figées et au dogmatisme.

La science est un vaste chantier qui reste toujours en l'état d'avancement, de construction et aussi de reconstruction. Dans les sciences expérimentales, le chercheur provoque la matière pour la faire «parler». Il la place dans des conditions très variées, parfois très compliquées, mais toutes contrôlées. Il s'agit pour lui d'extorquer des réponses supplémentaires qui permettront d'affiner les modèles explicatifs, ou dans un cadre plus large les théories, en les confrontant avec les résultats d'expériences.

Le scientifique se propose ainsi d'établir une sorte de code, qui dans des limites bien définies, doit permettre de prévoir avec sûreté le comportement de la matière. Il importe évidemment de bien préciser le domaine d'extension ainsi que la limite de précision des résultats obtenus. Tant qu'on ne sort pas du domaine de validité défini, ce code fonctionne, le même pour tous les observateurs.

Pour être tout à fait honnête, il faut remarquer que le domaine d'application n'est pas toujours facile à préciser *a priori*. Celui qui effectue une expérience dans des conditions données a une tendance naturelle à généraliser les résultats obtenus dans le champ restreint de son expérimentation. Il convient donc de vérifier par d'autres expériences si de telles extensions sont licites. On constate alors souvent que la matière

sollicitée ne donne pas la réponse attendue, ce qui conduit soit à abandonner le modèle, soit à le perfectionner ou à élargir la théorie.

La compréhension de ce mécanisme dialectique de va-et-vient entre modélisation (ou théorisation) et confrontation expérimentale devrait constituer un axe fort de cette culture scientifique minimale. La rigueur méthodologique et la fiabilité, il faut qu'on le comprenne, n'assurent pas la certitude hors du champ précis d'investigation. On entend souvent dire, par exemple, qu'Einstein a remis en cause les lois de Newton. Certes, mais a-t-il pour autant rendu caduque la mécanique newtonienne ? Non. Elle est devenue une approximation de celle d'Einstein, de champ d'application plus restreint, mais elle suffit pour étudier ce qui se passe sur notre bonne vieille Terre.

Ainsi la science, en élargissant son domaine d'application vers l'infiniment grand ou l'infiniment petit, se construit pas à pas par approximations successives mais en procédant avec des méthodes rigoureuses. A cette rigueur expérimentale doit s'ajouter celle du théoricien. Ce dernier a le devoir d'explicitier d'une part les hypothèses, d'autre part les résultats expérimentaux sur lesquels il s'appuie.

Le plus généralement, les hypothèses découlent plus ou moins directement des lois expérimentales. Mais il n'est pas interdit d'en faire naître de l'intuition, à charge pour le théoricien de bâtir à partir d'elles une construction fiable. Dans une telle démarche, on est loin des certitudes confortables du «scientisme» début de siècle.

En opposition à cette démarche, il faut évoquer ici les certitudes des zéloteurs des fausses sciences comme l'astrologie, la télépathie, etc. qui procèdent uniquement par affirmations dogmatiques. Sous des emballages divers et plus ou moins sophistiqués, avec des parures médiatiques adaptées et le secours technologique, ces fausses sciences font aujourd'hui recette. Face à elles, une attaque frontale, à laquelle se risquent parfois quelques scientifiques, n'a aucune chance de réussir. Quelque précaution qu'il prenne, le scientifique contradictoire se verra toujours reprocher une sorte d'arrogance. Pour lutter contre ces errements et plus généralement contre la montée, très visible, de l'irrationnel, la seule voie possible nous semble résider dans une «mise en culture scientifique» qui, très tôt dans le cursus scolaire et dans l'environnement culturel, et sans prosélytisme aucun, intégrerait le fait scientifique, ce qui le soutient et le guide. Il s'agirait ainsi d'appivoiser petit à petit l'esprit, sans abus ni excès. Faire comprendre le fonctionnement scientifique et ses limites nous apparaît donc comme un devoir culturel primordial si l'on veut éviter le chaos des sociétés futures. Prétendre le contraire consiste à privilégier une société aveugle à son destin.

Cela nous amène au deuxième point de notre charte : les relations réciproques entre l'évolution des sciences et techniques et celle de la société.

SCIENCE ET SOCIÉTÉ

Le citoyen futur appartiendra à un monde hypertechnique, que préfigure d'ailleurs déjà le nôtre. Même si l'on peut prévoir quelques corrections de trajectoire, cette évolution nous semble irréversible. La transformation radicale de nos moyens de locomotion et de communication a un impact considérable sur notre vie quotidienne. Cette emprise technologique ne manque pas de provoquer des bouleversements majeurs dans nos comportements. Elle remodèle notre mentalité ce qui peut conduire à un monde très différent de celui dans lequel nous vivons et que nous ne soupçonnons peut-être même pas. Cette mutation drastique milite pour que nous donnions à chacun la culture scientifique et technique lui permettant de ne pas se réduire à un simple consommateur boulimique et passif.

Il convient que le corps social lui-même, de façon directe ou indirecte, ne soit pas étranger à l'orientation des recherches, ni même au développement des idées. L'importance actuelle des préoccupations écologiques en est une illustration évidente. En fait, cette interaction entre le domaine scientifique et technique et le corps social est une donnée permanente et il est précisément intéressant, comme élément de culture scientifique, d'analyser ces rapports plus ou moins complexes. Il est clair que la plupart des découvertes sont nées dans un contexte donné d'évolution sociale. L'historien peut, là, fournir des éléments de compréhension irremplaçables. Il n'est, par exemple, pas indifférent de savoir pourquoi l'Europe a été à partir du XVI^e siècle le pôle de développement des sciences expérimentales.

Il arrive aussi que, sous couvert philosophique, l'idéologie politique s'imisce dans la réflexion scientifique. Faut-il simplement rappeler la prétention de la philosophie marxiste à qualifier sa démarche de scientifique sous prétexte de dialectique, voire même à intervenir directement dans les sciences comme ce fut le cas dans la question de la pseudo-transmission des caractères acquis. De telles incursions vont à l'encontre de l'esprit scientifique. Certes, elles sont devenues rares. Pourtant, qu'elles aient encore pu se manifester en plein XX^e siècle reste un sujet de réflexion.

La tour d'ivoire du savant est donc un mythe qu'il faut dévoiler. La liberté du scientifique continue naturellement à s'exercer dans ses choix de recherche et aussi, malgré les contingences, dans la manière dont il envisage de conduire celle-ci. Mais l'ère du savant solitaire est révolue. La recherche scientifique est maintenant le fait d'équipes comportant parfois plusieurs centaines de chercheurs. De telles équipes nécessitent des moyens matériels considérables. Ceux-ci impliquent une imbrication très étroite avec les instances économiques et politiques. Dans ce sens, on peut aujourd'hui parler d'une véritable socialisation de la recherche, même si la créativité individuelle reste et restera toujours un ingrédient déterminant de l'activité scientifique.

Une autre question essentielle est celle du rapport du citoyen avec la science. Si l'on évacue ce problème, l'échec éducatif sera flagrant. C'est dans ce sens que nous parlions d'aliénation. Le regretté Michel Hulin s'était beaucoup interrogé sur cette question qu'il jugeait cruciale*. De son analyse, à notre avis très lucide, ressortait un pessimisme pragmatique.

Le constat d'ignorance en matière scientifique, pensait Hulin, est patent pour le plus grand nombre et il n'y a pas d'espoir de pouvoir vraiment progresser dans cette voie. Il est vain de croire, écrit-il, «*qu'on puisse apprendre beaucoup de choses à beaucoup de gens*». L'explosion des connaissances commande d'ailleurs une telle modestie car les spécialistes eux-mêmes sont devenus quasi ignorants des domaines qui ne sont pas les leurs. Il s'agit donc de gérer cette ignorance pour aboutir à ce que Hulin appelle une «*ignorance de qualité*». Hulin préconise en matière d'éducation scientifique de pratiquer, sans le dire, une véritable «*épistémologie sociale*». Il conviendrait ainsi de dispenser une connaissance au second degré d'ordre épistémologique, en rassemblant des éléments susceptibles de faire comprendre la démarche scientifique et ses exigences comme nous l'avons expliqué plus haut. Il importe à ses yeux de dépister, en particulier, les contrefaçons et aussi les changements de registre, là où, par exemple, le scientifique défenseur du nucléaire ou son contradicteur écologiste rompent délibérément avec le rationalisme scientifique pour amorcer un discours idéologique.

Bien qu'il reconnaisse une certaine ignorance, un tel programme reste ambitieux. Par réalisme, Hulin estime que des relais seront nécessaires entre le citoyen et le monde des scientifiques et des décideurs, à charge pour ce même citoyen de base de savoir et de pouvoir mettre en action ces relais sans se laisser dépasser par eux. De tels relais pourraient aider au fonctionnement démocratique de la société future, celle du XXI^e siècle. Nous sommes encore bien éloignés d'un tel idéal. Notre société actuelle voit, au contraire, se creuser les clivages entre le nombre restreint de ceux qui savent (ou croient savoir) et le plus grand nombre. Ce dernier, qui croule sous l'avalanche médiatique «*surinformée*», reste sans aucune prise sur les choix fondamentaux qui vont commander notre avenir.

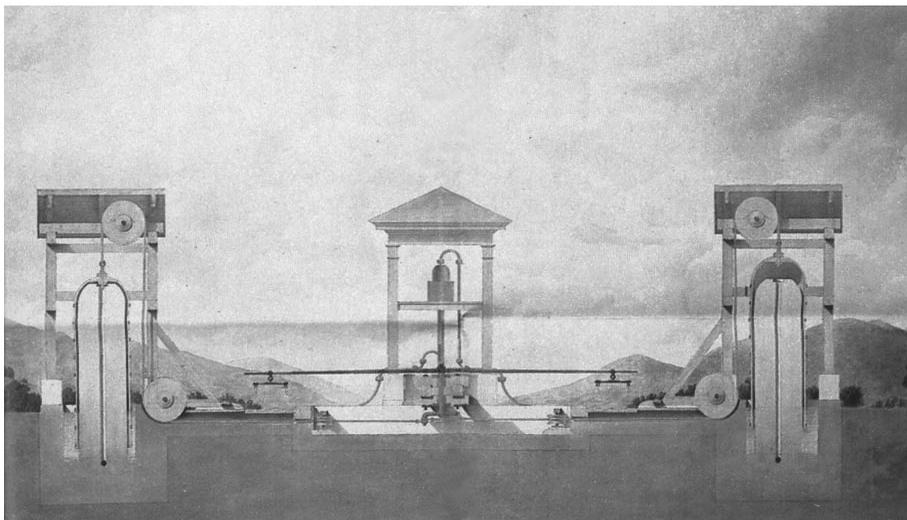
SCIENCE ET TECHNOLOGIE

Sur ce point, les confusions et les contresens restent nombreux et les idées sont loin d'être aussi claires qu'on pourrait l'imaginer, en particulier dans le domaine de l'éducation. Des analyses sommaires conduisent certains à opposer science et technologie

* Voir son ouvrage posthume «*Le Mirage et la Nécessité*» édité par l'École Normale Supérieure et le Palais de la Découverte.

et d'autres au contraire, à les confondre abusivement. Il y a évidemment une interpénétration profonde entre les deux domaines, à tel point que les acteurs eux-mêmes - les scientifiques de laboratoire - considèrent à juste titre qu'il s'agit d'un faux problème. Une telle position est justifiée pour ceux qui ont compris, mais pour les autres une élucidation est nécessaire. Elle doit constituer un maillon indispensable de la formation culturelle en matière de sciences et techniques.

Le regard vers le passé est, là encore, éclairant. Dans l'histoire, l'invention technique a bien souvent précédé la compréhension scientifique proprement dite en mettant au point les dispositifs ingénieux de façon plus ou moins empirique. Ces objets ont ensuite permis aux savants d'effectuer les observations et les expérimentations à l'origine des progrès scientifiques. A l'époque de la Renaissance, l'art des ingénieurs en hydraulique a précédé les travaux proprement scientifiques de Torricelli et de Pascal au siècle suivant. Deux siècles plus tard, la naissance de la thermodynamique (ou science de la chaleur) prit un départ décisif avec la publication en 1824 de l'ouvrage de Carnot : *Réflexions sur la puissance motrice du feu*. La source de ces réflexions est à rechercher dans les problèmes posés par les réalisations techniques multiples concernant les engins à vapeur vers les années 1800. Les progrès technologiques dans ce domaine, bien que spectaculaires, étaient réalisés au coup par coup. Carnot,



EXPLORER

L'invention technique (ici, un projet d'hydraulique du XVIII^e siècle) a souvent précédé, dans le passé, la compréhension scientifique proprement dite. Aujourd'hui, sciences et technologie sont étroitement associées dans la recherche appliquée.

constatant l'absence d'une vue générale pour guider de telles recherches, énonce un principe concernant toutes ces machines à feu, indépendamment de leur technologie, qui indique que le fluide moteur doit nécessairement évoluer entre deux températures différentes, le rendement étant d'autant meilleur que l'écart de ces températures est plus grand. Cet exemple illustre typiquement la question des relations entre science et technologie.

Dans un raccourci probablement trop sommaire, on pourrait dire que la science traite du comportement général et particulier de la matière (naturelle ou artificielle), alors que la technologie a pour objet de façonner cette matière dans un but utilitaire.

Aujourd'hui un domaine associe étroitement ces deux vocations : celui de la recherche dite «appliquée». Son but avoué est certes d'ordre utilitaire, mais elle contribue fortement à faire progresser nos connaissances fondamentales. Le développement fulgurant de l'électronique nous paraît exemplaire de cette symbiose réussie. Les avancées spectaculaires dans ce domaine sont étroitement liées aux progrès significatifs de nos connaissances fondamentales en physique du solide, et particulièrement des propriétés des solides semi-conducteurs. Le développement actuel de la nanoélectronique relève de la même symbiose.

Il nous semble enfin qu'une culture scientifique et technique pour tous devrait également intégrer une réflexion sur le rôle et la place des «inventeurs». Le mot inventeur a quelque peu vieilli. Il évoque autant la trouvaille astucieuse *ex nihilo* que la mise au point élaborée de dispositifs ingénieux. Le rapport avec la science n'est pas toujours non plus très explicite ni évident. On trouve en fait, dans l'invention, un large éventail de possibilités et d'imprévus et c'est cette diversité même qui en fait la richesse en matière de culture scientifique et technique. Certes, actuellement, il devient presque impossible à un inventeur de s'insérer dans la recherche de pointe par manque de moyens et de soutien d'équipe. Mais le symbole demeure. Edison fut le parangon même de ce type de recherche «inventive» mélangeant intimement science pure et science appliquée. Il n'est pas inutile de rappeler les performances de cet inventeur actif, opiniâtre et génial qui déposa plus de mille deux cents brevets dont le télégraphe, les lampes à incandescence, l'accumulateur fer-nickel mais aussi une découverte fondamentale, celle de l'effet thermoélectronique qui, précisément, mit en pratique le travail d'équipe (parfois de façon abusive !).

Il conviendrait aussi de désacraliser le culte actuel de l'objet technologique qui tend parfois à occulter les véritables finalités de la recherche scientifique : comprendre et expliquer. Une culture scientifique et technique a le devoir de prendre en compte ces différents aspects afin d'éviter les confusions, voire les perversions. Ces craintes de perversion ne sont pas de simples fantasmes. Quelques scientifiques éminents, tel

Evry Schatzman, s'en émeuvent à juste titre. L'exemple le plus frappant nous semble venir de divers responsables de notre système éducatif qui, volontairement ou non, entretiennent la confusion qui tend à réduire l'enseignement scientifique au seul bénéfice de la technologie. La récente décision de supprimer les enseignements de physique et de chimie dans les classes de sixième et de cinquième témoigne de cette fâcheuse évolution. Il importe de montrer, à notre sens, l'inanité et le danger de cette simplification qui prend son modèle dans notre société hyperconsommatrice.

Nous avons l'espoir d'avoir fait comprendre à travers ces quelques lignes les enjeux de l'accès du plus grand nombre à une véritable culture scientifique et technique. Il reste à y parvenir. Des efforts louables sont visibles un peu partout mais beaucoup reste à faire. L'action première et urgente concerne notre système éducatif. L'enseignement de masse semble en effet échapper aux objectifs culturels proprement dits. Ceci est vrai en sciences mais aussi dans les autres domaines. Il importe que les responsables du système éducatif de tous niveaux comprennent que l'accès à la science, pour une grande majorité du public scolaire, ne concerne pas les aspects proprement techniques et qu'il ne s'agit pas dans ce domaine de culture extensive. Ne pas connaître, par exemple, la formulation exacte des lois de Newton ne constitue pas une tare en soi. Notre système éducatif doit donc s'efforcer de donner à tous y compris les futurs scientifiques, ingénieurs ou techniciens, un minimum d'éléments de réflexion leur permettant de porter un jugement, même modeste, sur l'acte scientifique et ses implications. Les trois directions que nous avons indiquées nous semblent pouvoir fournir un chemin vers ce but.

Nous savons bien qu'un tel choix, malgré son apparente banalité, constitue déjà une sorte de révolution dans les mentalités, et suppose une formation préalable des enseignants. On sait que cette formation échoit dorénavant aux Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM) regroupant les futurs professeurs des écoles et professeurs du secondaire. Il importe donc qu'à ce niveau, les aspects didactiques qui prennent en compte les spécificités des disciplines dans leurs enseignements incluent cette orientation culturelle.

L'histoire des sciences et des techniques constitue un mode d'accès à cette culture. L'idée du recours historique dans l'éducation scientifique et technique n'est pas nouvelle. Elle connaît des zéloteurs depuis longtemps. Mais il ne s'agit pas de faire redécouvrir la science, ce qui serait une futilité, mais de montrer pourquoi le regard historique peut, à la lumière d'exemples bien choisis, aider à faire comprendre comment procède le progrès scientifique à travers la diversité des sociétés et des individus.

Ce type d'approche, en montrant les difficultés de l'esprit humain à comprendre et expliquer les lois de la nature, aide à corriger l'inévitable dogmatisme de l'acte d'enseigner. Il appartient aux dispensateurs de culture de redonner à la science son vrai visage, qui n'est pas celui d'une doctrine toute faite et annoncée. En restituant les échos des débats parfois passionnés et les controverses qui ont accompagné la naissance des idées, on replace la science dans son contexte humain et social et on montre qu'elle n'est pas une vérité révélée et indiscutable. Cette humilité de l'humanisme scientifique n'est-elle pas un contrepoison contre tous les excès et prétentions idéologiques, particulièrement en matière pédagogique où tend à sévir un dogmatisme souvent conforté par une ignorance sécurisante ? Il s'agit là d'une véritable thérapeutique.

La culture scientifique et technique est un sujet de grande ampleur, étroitement lié à notre société. Ses implications, selon la manière dont il sera traité, auront des conséquences plus ou moins lourdes sur le fonctionnement démocratique de celle-ci. Les responsables politiques et éducatifs feraient bien de s'en aviser. Il faut qu'on modifie radicalement notre manière d'enseigner les sciences au plus grand nombre. Marcel Boll, ce grand vulgarisateur, un peu oublié aujourd'hui, nous avait déjà prévenus : *«Tout effort pour asseoir la certitude sur les ruines de la science revient à souffler sa lampe pour y voir clair»**.

* M. BOLL : *«Attardés et Précurseurs»*, 1921, cité par Michel BIEZUNSKI dans *Einstein à Paris*, Presses universitaires de Vincennes, 1991.