Zeitschrift: Annuaire de l'instruction publique en Suisse
Band: 18 (1927)

Artikel: Le point de vue historique dans l'enseignement des sciences
Autor: Baudin, L.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-111452

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le point de vue historique dans l'enseignement des sciences.

Le maître de sciences qui, par aventure, se hasarde à méditer sur le sens et la portée de son enseignement, retire de la confrontation de l'école et de la science des impressions très mélangées. D'une part, se dresse devant lui le plus beau monument de l'intelligence humaine, le plus harmonieux et le plus durable. Pour trouver ses bases, il faut descendre dans les décombres profondes des civilisations révolues. Mais quatre siècles à peine ont suffi pour élever ses colonnes innombrables, à des hauteurs qu'aucun de ses plus distingués architectes ne peut désormais apprécier dans leur ensemble. A y regarder de plus près, le spectacle change. Si les grandes lignes de l'édifice sont désormais immuables, la disposition intérieure est l'objet d'un perpétuel remaniement. A quelques années d'intervalle, des lieux familiers ne se reconnaissent plus. Ailleurs, des pans entiers de l'édifice sont tombés. Ils n'appartenaient pas au plan général et manquaient de fondements suffisants. Les matériaux gisent intacts et attendent les artisans qui les mettront de nouveau en œuvre.

D'autre part, en face du monument, l'école se propose de le connaître, d'en mesurer les proportions, d'apprécier ses richesses, d'initier à sa construction. Son ambition est vaste. Elle ne tend pas à moins qu'à une possession : connaître et construire, savoir et pouvoir.

Seulement, voilà que les déceptions commencent. Les fondations plongent dans un passé mort et profond ; le sommet des colonnes se profile sur le ciel à des hauteurs inaccessibles ; à l'intérieur, les impasses et les escaliers difficiles se multiplient. Si l'on n'y prend garde, on se perd sans retour. On accumule

les repères, mais comme on risque le plus souvent de ne pas repasser par les mêmes voies, ils ne nous seront d'aucune utilité.

Il résulte de ce premier contact malheureux de la science et de l'école l'obligation permanente de reviser à chaque instant et le sens que nous donnons à la première et le but que nous assignons à la seconde. Nous aboutissons en quelque mesure à un système d'équation qu'il s'agit ensuite de résoudre. Les solutions varieront suivant l'idée que nous nous faisons de la science et suivant le but que nous poursuivons. Ce qui importe, c'est que nous aboutissions à une solution claire, sans ambiguïté.

Or, ce qui frappe dans la science, c'est d'abord son merveilleux élan, son éclosion récente et sa prodigieuse fécondité ; c'est le changement profond et rapide qu'elle produit dans la pensée, dans les mœurs ; c'est l'avenir inconnu qu'elle nous prépare, auquel des romanciers imaginatifs essayent de donner un corps. Ce qui frappe ensuite, c'est sa solidité. On peut compter sur elle. On peut affirmer le retour d'un phénomène dans des circonstances déterminées. On s'aperçoit alors qu'elle n'arrive à ce résultat qu'en faisant appel à toutes les ressources de l'homme : toutes celles de l'intelligence et des sens. Dépouillée de l'amoncellement des faits, de son effroyable complexité, de ses innombrables applications, la science nous apparaît par ces deux caractères essentiels : sa méthode et son élan vital.

Si ces constatations sont vraiment solides, elles déterminent les principes directeurs de l'enseignement scientifique. Elles supposent donc une initiation pratique à la méthode, par des exercices d'observation et d'expérimentation sur des sujets donnés. Elles situent ensuite les problèmes dans leur cadre historique, afin que l'école soit témoin de leur éclosion, de leur épanouissement. Dans l'impossibilité d'embrasser la multitude des faits, ce programme nous séduit par sa souplesse et sa richesse. Il peut s'adapter à toutes les circonstances d'un enseignement réduit ou étendu. Il ne fait pas appel qu'à l'intelligence : il prend une valeur plus largement humaine en montrant l'homme et l'humanité tout entière aux prises avec les forces naturelles.

Quel est l'état actuel de l'enseignement des sciences ? Remarquons d'emblée qu'il a beaucoup varié. Nous avons vu que la science a profondément modifié la pensée, les mœurs et l'industrie humaines depuis trois siècles. Or, l'enseignement scientifique date de la fin du XVIIIe siècle. Il a été pris dans le tourbillon

des découvertes, des principes et des applications, emporté tour à tour par les problèmes métaphysiques, le merveilleux scientifique, la méthode ou les mécaniques ingénieuses. A ce jeu, il ne pouvait manquer de s'essouffler et de se donner à lui-même et au grand public le spectacle du puits sans fond que l'on s'efforce de combler.

Quand on considère le savant du XVIIe et du XVIIIe siècles, on est frappé par sa simplicité et son unité. La science est assez peu étendue encore pour qu'il n'ait pas besoin d'appartenir aux milieux universitaires. Au contraire, par son inculture même, il échappe beaucoup mieux à l'empreinte fatale du moyen âge finissant, à ses méthodes d'une rare perfection, mais impropres à l'exploration du monde physique. Il a peu à apprendre encore ; son apprentissage est rapide ; il garde le contact avec les idées générales. Il est physicien dans l'ancienne acception du terme, c'est-à-dire qu'il scrute tous les problèmes que la nature peut offrir à l'attention des hommes. Mais il est aussi philosophe ; c'est le titre qu'il porte, celui que Galilée exige avant d'accepter l'invitation du grand duc de Toscane. C'est que la spécialisation ne l'a pas encore isolé dans un compartiment infime de la recherche, qu'au contraire il peut s'intéresser à tous les problèmes de la science, suivre leur enchaînement, apporter sa contribution à toutes les parties de l'édifice.

Puis le XIXe siècle est venu avec son incroyable fécondité, son amoncellement de découvertes, ses armées de savants. L'enthousiasme est universel. Renan écrit son « Avenir de la Science ». La philosophie est profondément imprégnée de l'esprit nouveau. L'école suit le mouvement. On augmente les heures consacrées à l'enseignement scientifique. Les programmes s'enflent démesurément dans leur poursuite ardente du progrès. A chaque édition nouvelle, les manuels renferment des chapitres nouveaux. Pour gagner du temps, on clarifie et simplifie à l'excès. La science ne mord plus qu'à grand'peine dans l'intelligence. Elle encombre la mémoire. Elle perd la plus grande partie de son caractère humain et affectif.

La deuxième partie du siècle marque peu à peu le déclin de l'espérance exagérée que l'on avait en la science. Ne devait-elle pas apporter la guérison des maladies, la richesse générale avec la fin du paupérisme, la paix sociale et la paix internationale ? La guerre mondiale, dont nous sortons à peine, fixe le

point le plus bas de la cruelle désillusion. L'enseignement des sciences suit à bien des égards la même courbe. Il ne rend pas ce qu'on en attendait. Il est loin d'être un instrument universel de culture. On lui reproche son encyclopédisme, son appel trop unilatéral à la mémoire. Faisons aussi la part toujours plus grande des langues modernes à cause des relations internationales plus fréquentes. N'oublions pas la réaction politique et le repli vers les institutions et les formes d'éducation du passé. Tout cela explique le recul de l'influence scientifique dans nos programmes scolaires, recul que les dernières ordonnances de la Commission fédérale de maturité viennent de consacrer.

* * *

Ce qui manque à l'enseignement scientifique actuel, c'est l'*unité*. Il est tiraillé entre trop de tendances divergentes. Or, nous l'avons dit : son unité résulte de deux facteurs convergents, la *méthode* et l'*évolution* de la science. Tout le reste doit se subordonner à ces deux éléments. Mais que voyons-nous ? Les Facultés de sciences se sont spécialisées. Entre les diverses chaires et services, les cloisons sont étanches. La nouvelle licence avec certificats accentue encore la spécialisation[1]. On n'exige pas même des candidats à l'enseignement qu'ils suivent des cours spéciaux de philosophie naturelle ou d'histoire des sciences. Ils perdent le contact avec les idées générales ou ne l'acquièrent pas. Il en résulte, au point de vue strict de la science, une inculture profondément regrettable. Si le jeune professeur doit être un spécialiste, ce ne peut être avant tout qu'un spécialiste de la science par les connaissances générales. Il doit voir de haut et de loin.

Alors que l'Université est une école de production, que les séminaires et les laboratoires y occupent la première place, les Gymnases ont un caractère tout autre. Ils ne produisent pas de la science, ils en consomment. C'est cela qui explique la tendance encyclopédique qui y fleurit et y sévit. Il faut bien apprendre une fois cet ensemble divers et complexe qui constitue le bagage intellectuel des « honnêtes gens ».

[1] En France, on reproche à la licence avec certificats de restreindre l'horizon scientifique des candidats, de les spécialiser avant qu'ils aient une idée générale de la science tout entière. On propose de combler leurs lacunes en les astreignant d'abord au P. C. N. et de ne les admettre qu'ensuite aux différents certificats.

Or, c'est dans le choix des matières que gît la difficulté, dans leur utilisation et leur organisation générale en vue de cette unité dont nous parlions tout à l'heure. Ce qui importe, c'est qu'à l'issue du gymnase, l'élève ne laisse pas derrière lui un amoncellement effroyable de matériaux, dont il ne connaît que confusion et labeur inutile, dont il se détourne avec dégoût ; mais qu'au contraire, comment qu'il fasse et quelle que soit la tâche qu'il entreprenne, il ait devant lui un monument qui s'impose par sa grandeur et sa beauté. Les matériaux disparaissent dans l'ensemble, sans doute ; mais cela ne fait rien, s'il y a en lui de l'ordre et de la clarté.

Supposons d'emblée, et pour n'y pas revenir, que nous avons résolu, chacun pour notre compte d'une manière raisonnable, le problème difficile de la limitation de nos cours. Le maître de physique ne croit pas nécessaire d'enseigner des questions incompréhensibles qu'il ne fera qu'effleurer, comme la télégraphie et la téléphonie sans fils, les rayons Rœntgen. Celui de chimie ne voit pas un intérêt urgent à parler des métaux rares et des combinaisons sans valeur présente. Les cours de sciences naturelles ne se perdent plus dans le labyrinthe des classifications et des formes d'organisation. Laissons aux magazines le soin de renseigner nos élèves sur tant de sujets intéressants. Ils y trouveront justement ce qu'ils désirent : le merveilleux, le pittoresque, les indications techniques. Supposons donc que toutes les branches gourmandes ont été coupées, que nos programmes ne renferment plus que des éléments que l'on peut étudier à fond, qui rentrent dans un ensemble, qui donnent lieu suivant les cas à des problèmes d'application, à des travaux pratiques de laboratoire, à des compositions. Est-ce tout ce que nous pouvons faire de mieux ? N'y a-t-il rien à améliorer ?

Notons d'abord que, pour des besoins didactiques, l'enseignement scientifique s'est divisé en un certain nombre de branches entre lesquelles les pénétrations sont peu nombreuses ou qu'on ne multiplie pas assez. Nous sommes là en face d'une évolution nécessaire qui présente de grands avantages, mais aussi de grands défauts. Les élèves ont ainsi le sentiment de sciences différentes entre lesquelles ils ne discernent pas assez l'unité des méthodes et la dépendance réciproque.

Mais il y a plus. Dans chaque discipline se font sentir des lacunes plus graves. L'ensemble disparaît souvent dans l'amon-

cellement des détails. On ne voit pas distinctement d'où l'on vient et où l'on va. Le cours entier n'est qu'un ensemble de chapitres sans lien et sans idées maîtresses, qui laisse l'intelligence inactive devant une mémoire impuissante.

« L'étude de détail masque souvent les ensembles. La photographie que l'on examine au microscope ne nous laisse voir que des points alternativement clairs et sombres ; la personne et le paysage nous échappent absolument. L'étude histologique d'un tissu ne nous permet pas d'apprécier l'importance de l'organe et sa place dans l'organisme. L'étude approfondie d'une question de physique ne situe pas la question dans le temps et dans l'espace. »

De même, soit pour un problème déterminé, soit pour l'ensemble de la science, leur développement scolaire actuel n'est qu'en surface, alors que leur connaissance intégrale est en volume. Ce n'est pas une science à deux dimensions qu'il faut, mais à trois. A l'étendue, il faut ajouter le temps. A une science statique, il faut substituer une science dynamique. Ce sera un bon moyen de supprimer les cloisons entre les cours et de corriger les inconvénients des études de détails. On assistera à la genèse des problèmes et des inventions ; on suivra leur développement, leur dépendance. La puissance de l'idée en sera décuplée.

A cela on nous objectera sans doute que la science scolaire actuelle est la résultante du passé de la science. On lui a fait subir un travail d'épuration. On a retranché les non-valeurs, les essais infructueux, les échecs, les discussions stériles. Elle se présente à nous sous une forme irréprochable en sa logique. Il n'y a plus rien à y changer parce que tout y est à sa place, parce que aucune expérience nouvelle ne viendra en infirmer les résultats. Quelle abominable confusion résulterait au contraire de développements historiques innombrables qui viendraient s'ajouter à des cours déjà trop chargés : dessins d'appareils démodés, biographies de savants oubliés, rappels d'expériences imparfaites, disputes de priorité, anecdotes, grandeur d'âme et réjouissantes distractions de chercheurs préoccupés ! Pour le coup, le tableau serait complet.

Certes, s'il s'agissait de cela, nous n'aurions plus qu'à nous taire. Mais il y a autre chose. Nous pouvons bien dire que la science scolaire est un résumé du passé de la science. On a

conservé sous une forme abstraite et claire pour l'esprit ce qu'elle renferme de meilleur. On ne peut que s'incliner devant sa perfection. Elle n'a qu'un défaut, c'est justement sa perfection même. On a assez reproché à la science du moyen âge d'être scolastique, c'est-à-dire d'être achevée et parfaite. Tout ce qu'on pouvait savoir figurait dans les œuvres d'Aristote et de ses commentateurs. Et comment qu'on s'y prenne, on ne pouvait trouver des vérités nouvelles qu'en établissant des rapports nouveaux entre des vérités acquises. La science était verbale. Ne l'est-elle plus actuellement ?

La science scolaire d'aujourd'hui diffère de la scolastique en ce sens qu'elle fait une place aussi large que possible à l'observation et à l'expérience. On en a toujours fait du reste, et les élèves gardent ainsi un certain contact avec la matière elle-même. Mais souvent on n'en fait guère ; et quand on en fait, on diminue le plus possible le contact matériel, on élimine les causes d'erreur. A n'en pas douter, la science scolaire est très loin de la nature. Elle la craint et l'évite à cause de son inertie et son caractère encombrant.

Scolastique et école ne se rappellent pas seulement l'une à l'autre par l'étymologie. Il y a entre elles des liens qui durent à travers les siècles, en dépit d'efforts gigantesques, d'essais de réforme sans nombre pour n'aboutir jamais. La science scolaire n'est pas la science. Alors que le chercheur se tient constamment en contact avec les choses mêmes pour en extraire un caractère véritable, l'école estime d'ordinaire qu'elle a bien rempli son rôle lorsqu'elle a exprimé clairement et sous une forme systématique quelques-uns des principes des choses. Or, il n'y a pas autre chose à la base de la scolastique, et le moyen âge ne fit pas autrement. Il partait de principes souvent solides et découverts à l'aide de méthodes de travail semblables aux nôtres, et que les naturalistes de génie de la Grèce antique lui avaient légués. Il construisait sur ces bases un édifice minutieusement et rationnellement charpenté. Il vérifiait de temps à autre la solidité de ses systèmes en comparant ses déductions aux enseignements des anciens. L'école ne fait pas autrement aujourd'hui à cette exception près, que l'expérience nous a appris à nous méfier de ces constructions élégantes.

« Pour conserver et propager une acquisition de l'esprit, dit Boutroux, on s'applique naturellement à l'enseigner ; que l'on

enseigne au moyen de concepts ; et que le concept, cette merveilleuse invention de l'esprit humain, par où les produits de la pensée humaine deviennent saisissables, possède un dangereux prestige. Clarté nous apparaît comme vérité ; c'est le piège que nous tend l'intelligence même. Comment le maître n'aurait-il pas une prédilection marquée pour ce qui est l'instrument même de l'enseignement ? C'est en vertu des lois générales de l'esprit humain que l'école, qui doit préparer à la vie, risque constamment de se substituer à la vie. Ce n'est pas seulement au point de vue pratique qu'est défectueux un enseignement d'où la préoccupation du réel est absente ; c'est un grave défaut, pour l'intelligence elle-même, d'être impuissante à relier entre elles l'idée et la réalité, la science et la vie. »

Nos manuels de sciences et nos leçons peuvent être un excellent résumé de la science. Mais là encore, si la logique n'a rien à rétorquer, la pédagogie est en défaut. Nous avons tous pratiqué une fois ou l'autre à nos dépens la pratique des résumés. A un chapitre un peu long d'histoire naturelle, nous substituons un excellent texte qui, par sa brièveté, doit faciliter le travail de nos élèves. On n'y trouverait pas un mot qui soit de trop. Chacun d'eux est le support d'une ou plusieurs idées qu'il suffirait de développer pour retrouver le chapitre original. Dans l'esprit du maître, dans son intelligence, il en est bien ainsi. Parce que sa mémoire est ornée, il peut passer d'une opération à l'autre, du texte au résumé ou inversement avec la plus grande facilité.

Mais il n'en est pas de même pour l'élève. Nous nous étonnons et nous irritons de son attitude, de son incompréhension. Ou bien il récite le résumé sans y changer un mot, et son débit monotone et obstiné nous en dit long sur l'abstention de son intelligence. Ou bien il ne sait pas par cœur, et alors il ne sait rien du tout. Nous nous indignons et nous chagrinons, quand, dans le fond, nous avons simplement péché contre la psychologie.

A des degrés divers, on en peut dire autant de nos cours de sciences tout entiers. Certes, il faut bien que ces cours soient des résumés et on leur veut assez de bien déjà quand ils sont écrits en une langue souple et claire, que tous leurs éléments s'enchaînent logiquement. Il ne peut être question de les allonger

davantage sous prétexte qu'ils en seraient plus vivants. Et le seraient-ils, que des questions de temps et de coût s'y opposent.

Mais on ne peut se défendre d'un sentiment de malaise parfois en pensant aux multiples altérations que la science a subies pour devenir l'objet de la science scolaire. La découverte primitive qui fut faite d'enthousiasme, avec Dieu en soi, pour parler le langage des anciens, qui a valu au savant les heures les plus belles de sa vie, celles où son cœur a battu plus vite, celles où il a par reconnaissance offert des sacrifices aux dieux ou loué son Créateur de la grâce personnelle qui lui était faite, cette découverte s'expose dans le manuel en un langage dépourvu de toute passion, de tout ce qui en fit sa vie.

Les œuvres des savants sont débordantes de fierté contenue. Il n'y manque jamais l'exposé du drame, comme je l'appellerai, c'est-à-dire cette prise de contact entre le savant et la matière inerte, ambiguë. Aux questions maladroites elle jette le désarroi dans l'esprit par ses réponses inattendues. Mais elle cède enfin, souple, droite, claire, fidèle désormais, quand la ténacité du chercheur a eu raison de sa résistance, ou plutôt quand son intelligence s'est faite à la mesure de l'intelligence des choses. C'est parce qu'il y a lutte qu'il y a ensuite victoire. Nos élèves sont assez jeunes encore pour que le spectacle d'une lutte les invite, les excite à y prendre part. Mais en supprimant l'une on supprime l'autre. Et la plus belle conquête de l'homme sur la nature entre morne et désespérée dans des cerveaux et des cœurs que dévore l'ennui.

Nos manuels sont tout de même coupables dans une certaine mesure. Ils sont trop souvent écrits par des faiseurs de livres plutôt que par des amis de la science. Souvent ces faiseurs n'ont pas fait une recherche personnelle ou n'ont pas lu un seul mémoire original, ou ne se sont jamais préoccupés d'histoire des sciences. Ils reprennent des traités qu'ils remanient dans la forme, en les abrégeant, et ne voyant pas toujours qu'ils altèrent le fond en modifiant la forme.

Vous connaissez le jeu de société qui consiste à se placer en cercle dans un salon. On glisse un mot à l'oreille d'un personnage en le priant de le transmettre à voix basse à son voisin. A la fin de la chaîne, le mot arrive curieusement déformé.

Un jour, au service militaire, une section qui prenait la garde reçut le mot de passe. Le lieutenant glissa au guide de droite

le mot plein d'honneur et de prestige de « Sempach ». Le guide de gauche reçut, on ne saura jamais par quel facétieux compère, le mot dérisoire de « chapeau de paille ». Le lieutenant était de grande taille ; je le vois pourtant encore atterré. Eh bien ! nos livres scolaires ont aussi subi la dangereuse épreuve du mot de passe. A travers la longue cascade des compilations, la science jeune et fraîche nous arrive souvent bien altérée. En veut-on des exemples ?

Nous avons sous les yeux un livre de physique dans lequel l'auteur a simplifié certaines formules et les rend inutilisables. Celle de la gravitation se présente sous la forme suivante $f = \frac{mm'}{d^2}$. Or, chacun sait que le calcul, si simple en soit, ne conduira pas à l'expression convenable de la force d'attraction.

La loi de Joule figure dans le même manuel sous la forme $Q = I^2 R$. L'auteur a voulu montrer seulement que la quantité de chaleur dégagée par un conducteur électrique est proportionnelle au carré de l'intensité et à la résistance. Mais qui aura la prétention, en faisant les calculs proposés, de trouver un produit final assimilable à des calories ? On a supprimé dans le premier et dans le second cas des coefficients expérimentaux de la première importance. Mais en simplifiant soi-disant, on a rendu la science incompréhensible aux seuls élèves méritants, ceux qui vont au delà des apparences.

Mêmes bévues en chimie où les formules de réactions trônent souvent sans que des calculs et des expériences préalables en aient véritablement fixé le sens. Les chercheurs qui ont créé le langage actuel de cette science, n'ont pourtant pas commencé par les formules. On me dit qu'on n'a pas de balances convenables, que les expériences sont trop délicates, que les élèves ne comprennent pas les raisonnements préliminaires, les formes mêmes de pensée qui ont conduit les savants aux fameuses formules. C'est tout simplement un aveu d'impuissance. La science scolaire fait à tout instant des tours d'escamotage. Alors qu'elle travaille sur un matériel extrêmement étranger à la mentalité du jeune âge, que les problèmes scientifiques sont d'une discussion très délicate, on donne l'illusion mortelle que tout est simple.

Ce n'est pas moins mauvais en biologie. Demandez à des élèves

de collèges, qui ont suivi un cours d'anatomie et de physiologie humaines, de vous nommer les trois osselets de l'oreille moyenne. Ils commenceront par affirmer qu'il n'y en a pas trois, mais quatre, ce qui est simplement admirable. Demandez-leur ensuite à quoi riment les phénomènes respiratoires ? Vous verrez la misère des réponses. Or, nous sommes en plein centre du problème biologique. Aucun n'a une telle importance. Sa solution apparaîtra probablement à nos descendants comme le coup de génie du XVIIIe siècle. Il suffirait à nos faiseurs de livres d'ouvrir les œuvres de Lavoisier et l'atmosphère serait purifiée.

Les auteurs devraient retourner aux mémoires originaux, se pénétrer de l'atmosphère dans laquelle les expériences ont été faites, atmosphère de luttes, d'efforts, de compétitions, de réactions contre l'emprise d'une tradition vénérable et hostile tout à la fois et vous verriez comme le ton de leurs manuels changerait. On y entendrait des cris et des vociférations, on y lirait les larmes et la peine des hommes, on s'exalterait à leurs fanfares et à leurs chants.

Il en est des manuels comme des gens. Les centaines de personnes que nous rencontrons chaque jour disposent environ de la même énergie. Et pourtant les unes sont actives, les autres paresseuses, les unes gaies, les autres tristes. Sous un même nombre de pages, un manuel peut être ennuyeux ou agréable, destructeur ou créateur d'énergie. Nos manuels ont donc leur part de responsabilités dans les déficits de l'enseignement scientifique. A eux de donner un exemple discret, à eux et à nos sociétés de susciter les rééditions de mémoires originaux, de multiplier les contacts entre la science historique et la science scolaire.

Dans ce domaine, l'expérience et l'observation sont actuellement les meilleurs correctifs d'un enseignement trop doctrinaire. Je me hâte de le reconnaître : la leçon acquiert une singulière gravité, un poids remarquable, quand elle fait une place suffisante à l'expérience. L'exposé est ralenti, parce que la nature parle moins vite par le langage de l'expérience que par celui de l'esprit. Mais le contact entre la matière et l'esprit s'établit et dans une notable mesure, la science scolaire fait place à la science historique. Seulement l'expérience de cours n'est pas l'expérience du savant. Elle va trop vite et trop à coup sûr. C'est

si vrai qu'une expérience ratée, si profitable au savant, fait le désespoir du maître et la risée des élèves.

Que l'expérience reste ce qu'elle est, puisque l'école n'est pas un laboratoire de recherche, mais que le maître supplée à ce qu'elle a de trop artificiel en introduisant toutes les fois qu'il le peut un élément historique. Que son langage et l'évolution de sa pensée prennent un tour historique, afin que la leçon se replace dans son cadre, que le drame s'anime au souffle inspirateur des savants.

Si purement rationnelle que soit la science scolaire, nous nous hâtons de reconnaître encore qu'elle n'est pas vaine. Après la géométrie et à un moindre degré qu'elle, la science concourt à l'assouplissement de l'intelligence par les deux formes du raisonnement inductif et déductif. Donc, même en l'absence d'expériences et de développements historiques, la science scolaire n'a pas une tâche inutile. C'est du reste sur cette forme d'éducation intellectuelle que comptent ceux qui se contentent d'exposer leur cours. Mais quel manque à gagner tout de même : enseignement scolastique, science vidée de son contenu humain.

* * *

Une éducation qui n'éveille pas le respect du passé est condamnée par la base. On aura beau instruire, il y a beaucoup à redouter qu'une telle science ne porte pas de fruits.

Quand on parcourt le pays de Lavaux entre Lausanne et Villeneuve, le regard n'est pas sollicité seulement par la vue admirable du lac et des montagnes qui l'entourent ; il est attiré inlassablement par les marques nombreuses de l'activité des hommes. Sur les pentes abruptes, ils ont planté la vigne, porté la terre, construit une multitude de murs parallèles, de canaux en pierre pour l'écoulement des eaux, d'escaliers pour gagner les gradins successifs. C'est là une œuvre totale si gigantesque, qu'il a fallu le travail des siècles pour la réaliser. Chaque génération entretient et répare, ajoute sa modeste part à celle des générations antérieures. Il le faut bien. Mais elle profite surtout du labeur accumulé. Elle est héritière avant tout et il faut qu'elle se le dise. Il faut que le vigneron le dise à son fils, qu'il lui montre les murs et les souches vigoureuses, l'œuvre de l'aïeul, afin qu'à l'orgueil béat et à l'égoïsme satisfait se joignent le don fécond de la reconnaissance.

C'est aussi à un éveil de la reconnaissance que nous convions l'enseignement scientifique. Celui qui ignore tout du passé de la science, la méprise en quelque mesure et la dépouille d'une part de sa valeur éducative. Il lui enlève ce qu'elle a, par le cœur, de plus spécifiquement humain.

Quelqu'un disait un jour qu'il est faux de prétendre que le savant se dévoue à la science et à l'humanité, qu'il ne fait que satisfaire à sa propre nature, en cédant au démon de la recherche, qu'il n'est pas guidé par la passion des choses utiles à l'humanité, qu'il est au contraire dévoré par son propre égoïsme. Sans doute les plus nobles actions des hommes s'expliquent aussi bien par l'égoïsme que par l'altruisme. Tout peut se ramener à l'instinct, et la plus noble des passions humaines, l'amour maternel, par exemple, peut se résoudre dans l'instinct nidificateur des poissons.

Et pourtant, sans y regarder de bien près, notre respect se mesure à deux conséquences de l'activité des savants, leurs souffrances et leurs bienfaits.

Ils ont vécu leur vie sans doute, mais en quelque mesure, ils ont toujours souffert. L'éloignement et les risques des voyages d'exploration, les nécessités des laboratoires, ne les ont pas privés de leur famille sans qu'ils n'en aient ressenti du regret. Je pense à Pasteur, que ses recherches sur la maladie du ver à soie, empêcha d'assister aux funérailles de plusieurs des siens.

Ils ont dépensé noblement leur fortune alors que tant d'autres la dilapident sans bénéfice pour personne. Vous vous rappelez l'histoire de Palissy et celle de Swammerdam.

Entourés par des populations hostiles, torturés dans leur intelligence par la tradition et l'esprit de système, poursuivis, harcelés par les scrupules moraux et religieux, ils n'ont pas craint l'isolement et le vertige des sommets. Ils ont grandi leur taille à la mesure des préjugés, des intérêts innombrables, des puissances avouées et inavouées, des coteries universitaires, comme si la nature impassible n'était pas déjà un adversaire suffisant.

Ils n'ont pas été seulement détruits par l'anémie pernicieuse du radium, assommés par l'éclatement des chaudières, dévorés par les fièvres coloniales, on les a brûlés, on a dispersé leurs œuvres. Ils ont souffert dans leur corps et dans leur âme.

Parce que leurs souffrances sont pleines de noblesse, parce qu'ils nous ont donné de belles leçons de dévouement, de désinté-

ressement, d'indépendance, de courage, nous leur devons respect et reconnaissance. Il n'y a pas que des vertus militaires. On a dit qu'il y avait aussi des vertus civiques et familiales, bien dignes de prendre place dans un enseignement moral. Nous dirons qu'il y a des vertus scientifiques que l'école se doit de ne pas ignorer. Enfin ils ont été des bienfaiteurs de l'humanité.

Après que les passions se sont calmées, que le temps a fait son œuvre d'apaisement, quand les entraves dénouées ont permis aux savants de la jeune génération d'achever l'œuvre des martyrs, l'heure des moissons et de la renommée vient. Il n'en est pas toujours ainsi, d'ailleurs, et nombreux sont les chercheurs que l'assentiment général a consolés avant leur fin. Du reste, le nom reste longtemps des savants qui ont fait œuvre durable. Pour les bienfaits dont nous jouissons, parce que grâce à eux la vie est plus riche, plus noble, plus saine, nous leur devons aussi de la reconnaissance.

Certes, bien des découvertes sont anonymes et il est d'autre part bien des statues qui s'élevent sur des dévouements méconnus. Comment donner à chacun ce qui lui revient ?

Certes, le développement actuel de l'industrie n'évoque pas en nous rien que des sentiments de reconnaissance. Il faut choisir. Il ne s'agit pas pour nous de remplacer les saints du calendrier par d'autres faiseurs de miracles. Ce serait grotesque et inutile.

Il s'agit de tout autre chose : de créer une attitude de l'enseignement en face de ceux qui ont édifié la science. Nous pouvons même ignorer leurs noms. Nous ne nous épuiserons pas en panégyriques stupides. Rien ne trahirait plus notre intention. C'est une affaire de mesure et de doigté. Nous aurons assez fait dans ce sens quand nos élèves se seront rendus compte que la science n'est pas l'œuvre d'un jour, qu'elle a exigé beaucoup de luttes et de grands efforts, que nous sommes les héritiers de ce long passé, qu'elle nous a affranchis de bien des manières, enrichis, qu'elle a résolu bien des questions angoissantes, que grâce à elle nous mériterons de plus en plus la noble appellation d'êtres faits à l'image de Dieu.

Nous avons indiqué le danger d'une science scolaire trop parfaite, qui donne l'impression d'un tout achevé et immuable. Nous avons montré que la science ne devait pas seulement se

développer en surface, mais en volume, que l'élément historique, le temps, était un moyen de la vivifier en profondeur. Certes, ce n'est pas tout à fait ainsi qu'on entend d'ordinaire l'enseignement en profondeur, et je ne suis pas dupe des mots. Mais si nous sommes très vite arrêtés dans notre désir de creuser davantage les problèmes sur le plan actuel, à cause des difficultés mathématiques, expérimentales ou de compréhension, l'élément historique nous est d'autant plus accessible que nous nous rapprochons plus de l'origine des questions.

Psychologiquement, nous sommes dans le vrai. Grâce à cette troisième dimension, le temps, nous substituons à une science statique, une science dynamique. La science vit. Elle est comme une force que l'on peut représenter en intensité et en direction. Profitant de l'impulsion acquise, de son élan vital, on peut être sûr non seulement qu'elle a été, mais qu'elle sera.

Or, voyez l'importance énorme de cette constatation pour l'enseignement. Il en résulte ce que j'appellerai simplement la foi en la science. Cette foi implique candidement la foi au progrès. La situation de l'homme s'est améliorée au cours des derniers siècles, et elle s'améliorera encore dans les temps à venir.

Puis il faut assurer aussi le recrutement des jeunes élites scientifiques. Elles sauront que les découvertes ne se font pas en discourant agréablement. Mais elles auront appris que la science n'est pas achevée, qu'un effort persévérant conduit toujours à quelque chose. Respectueux du passé, pénétrés de son intelligence, ils se sentiront bien armés pour sonder l'avenir.

* * *

Développer historiquement les sujets de sciences ne signifie pas introduire des dates, des noms, des biographies, des questions de priorité dans l'exposé. C'est présenter la question d'une manière concrète, telle qu'elle est apparue aux premiers chercheurs, avant que les soucis de généralisation, de mathématisation et surtout d'école, n'en eussent altéré la fraîcheur. Mon intention est de montrer combien le choix est nombreux des questions que l'on peut simplifier et éclairer à la lumière de l'histoire, soit dans les manuels, soit au cours des leçons. Plusieurs de nous réussissent admirablement sans s'être le moins du monde préoccupés d'histoire des sciences. Ils ont le génie

de l'enseignement ; ils sont concrets sans effort ; ils refont le travail des siècles par une opération naturelle à leur esprit. Il y en a d'autres qui cherchent inlassablement le moyen de se rajeunir, de vivifier leur enseignement à une source nouvelle. Dans l'histoire des sciences, ils trouveront une mine inépuisable de tours heureux, d'expériences simples, de pensées directement intelligibles à l'esprit. Prenons quelques exemples dans les divers domaines de la science pour bien marquer notre intention. Notre souci est grand de trahir notre effort, car il est bien difficile, en quelques pages, de révéler une attitude qui ne peut s'affirmer convenablement qu'au cours de l'enseignement. Mais enfin, essayons ! Nos collègues n'auront pas de peine à faire mieux que nous.

Dans ma jeunesse, j'ai utilisé deux livres d'algèbre et de géométrie qui renfermaient de nombreuses notes en petites lettres au bas des pages. On y lisait par exemple : « Thalès, philosophe et mathématicien grec d'Ionie (VIe siècle av. J.-C.), emprunta probablement aux géomètres égyptiens le théorème qui porte son nom. Ces derniers mesuraient la hauteur des pyramides par la longueur de l'ombre qu'elles projetaient sur le sol, au moment où la longueur d'un homme était égale à celle de sa propre ombre. Cette découverte lui causa une telle joie qu'il offrit cent pigeons en sacrifice aux dieux. » Ailleurs on peut lire cette note : « On considère Diophante, mathématicien grec, de l'école d'Alexandrie, de la fin du IVe siècle après J.-C., comme le fondateur de l'algèbre. On lui attribue l'emploi des signes + et —. Il constate que la multiplication d'un nombre négatif par un autre nombre négatif donne un produit positif. Il a résolu 130 problèmes du 1er et du 2e degré sans nous indiquer sa méthode de résolution. » Je pourrais multiplier ces citations, car il y a beaucoup de ces notes. Celle qui concerne Archimède et le nombre π est particulièrement étendue.

Il m'est resté le souvenir que nous lisions ces notes avec le plus grand plaisir, que nous désirions en savoir davantage, que nous devinions confusément le grand mystère accroupi sous le voile du temps. Or le maître ne faisait jamais allusion à ces notes ou à quelque chose de semblable. Visiblement, il n'était pas préparé. C'est une erreur. Grâce à ces quelques notes bien composées du reste, unissant au renseignement précis le sens du

pittoresque et de l'anecdote, nous avons pris un premier contact avec le passé. Le désir n'a fait que grandir ensuite d'en savoir davantage. On pourrait donc plus généralement conseiller ces notes historiques en petits caractères. Elles figureraient avec profit aussi bien dans les manuels de sciences que dans ceux de mathématiques. Leur brièveté, mais non leur sécheresse, la corde nouvelle qu'elles font vibrer, non pas un casier nouveau de l'érudition, mais un sentiment, celui de la durée, de l'œuvre du temps, voilà la cause de leur succès. Beaucoup d'élèves ne sont pas curieux par eux-mêmes, ou bien ils ne vibrent que sympathiquement lorsqu'on les a entraînés. C'est pourquoi l'effet de ces notes est considérablement amplifié lorsque le maître les situe à leur juste place.

Ces notes historiques, en marge des cours, n'ont du reste qu'un caractère purement accessoire. Ce n'est certes pas là l'élément essentiel du problème. Il réside bien plutôt dans cette tendance à introduire historiquement les questions pour leur redonner un sens concret. Mieux que cela, on s'aperçoit bientôt en étudiant l'histoire des sciences, que certaines d'entre elles ne ressortissent plus actuellement à l'enseignement supérieur que parce qu'elles ont perdu leur simplicité primitive. Elles se sont cristallisées et glacées ; l'étudiant n'aperçoit plus très bien leur signification concrète sous le vêtement mathématique dont elles se parent, alors qu'une introduction historique apporterait la clarté nécessaire.

Ainsi les dérivées ont un caractère mystérieux quand on les présente « comme la limite du rapport de l'accroissement de la fonction à celui de la variable quand l'accroissement de celle-ci tend vers zéro ». C'est un concept auquel il faut arriver sans doute. Mais ce concept n'aura une signification véritable que lorsqu'il sera précédé de nombreux exercices relatifs à la mécanique et à la géométrie, dans l'étude du mouvement varié, par exemple. Or, c'est justement ainsi que les anciens ont procédé et par des moyens qui relèvent de la géométrie élémentaire.

Le calcul différenciel a été conçu en vue de résoudre les problèmes de quadratures, c'est-à-dire du calcul des surfaces limitées par des lignes courbes géométriques. On ne nous l'a pas dit, nous n'avons pas compris d'emblée sa signification et sa portée. Galilée, qui ne jouissait pas encore de ce merveilleux instrument, remplaçait la mesure géométrique directe par une

mesure de poids. Il découpait la surface à mesurer dans une surface de papier connue, et le rapport des poids de la surface découpée à la surface totale de la feuille était approximativement égal au rapport des mêmes surfaces. Lorsque les bases concrètes sont bien établies, il serait utile de traiter ensuite quelques questions de calcul intégral en même temps que celles de calcul différenciel. Certains élèves font leurs exercices de trigonométrie sans intelligence. Ils utilisent leurs tables de logarithmes mécaniquement, alors qu'il serait bon d'abord de faire de nombreux problèmes avec les lignes trigonométriques naturelles.

Un maître plein de formules heureuses, montrait à ses élèves « l'humanité à la conquête du nombre π ». Il les invitait à en faire eux-mêmes la conquête après avoir situé convenablement la question. Le nombre π n'est plus seulement le rapport de la circonférence au diamètre quand il a été trouvé ainsi. Il plonge au delà de l'intelligence jusque dans la sensibilité. Il n'a pas seulement une réalité géométrique, il prend une valeur humaine. Il n'est pas seulement un fait, il devient un drame, une action.

Le jeune homme qui aborde l'astronomie par la mathématique et les méthodes actuelles d'observation est cruellement déçu. Il ne voit plus rien des ensembles, de « l'harmonie des sphères » ou « des divins balanciers ». L'imagination n'a plus que faire dans les formules ou la description des appareils. Mais on l'étonne bien lorsqu'on lui enseigne que certains instruments compliqués ne sont en somme qu'un perfectionnement d'engins beaucoup plus simples, que la lunette méridienne a pour ancêtre le gnomon, un bâton planté verticalement en terre; que nos horloges perfectionnées ne firent que remplacer la clepsydre ou horloge à eau. Par le moyen de pesées, Galilée, là encore, appréciait le temps avec une certaine exactitude. Eratosthène trouva une grandeur très approchée de la terre en mesurant la distance de Syène à Alexandrie. Il avait remarqué que lorsque le soleil était au zénith dans la première localité, il faisait un angle de 7,2° avec la verticale, dans la seconde. Un simple calcul lui permettait alors de trouver le tour de la terre. Est-il meilleure initiation à la grandeur de notre planète ?

L'enseignement de la mécanique a été souvent confié à des mathématiciens. Ce que cette science peut y gagner en logique,

elle le perd en initiation concrète, et c'est évidemment une erreur que de commencer par là. On a pu dire, il est vrai, que le monde réel et le monde mathématique ne sont différents qu'à cause de l'infirmité de notre esprit, que, pour une pensée plus puissante, ils ne seraient qu'une même chose. Mais nous n'en sommes malheureusement pas là. Historiquement, la mécanique expérimentale a précédé la mécanique mathématique et c'est dans le même ordre que l'enseignement doit sérier les difficultés.

Mais nous ne nous arrêterons pas à mi-côte. La mécanique est tout imprégnée d'histoire et le développement de la pensée se suit de l'antiquité jusqu'à nos jours. On observe que les principes fondamentaux de la statique et de la dynamique ne se sont pas présentés d'un bloc à l'esprit du chercheur, mais qu'au contraire ils résultent bien plutôt de cas spéciaux, toujours concrets, et que la généralisation n'est venue que beaucoup plus tard.

J'ai sous la main le livre classique d'Ernst Mach : « La mécanique, exposé historique et critique de son développement. » Après tant d'autres lecteurs, je suis frappé de la clarté qui jaillit de cette œuvre admirable. On y trouve le fait primitif, concret, toujours simple, et « la connaissance instinctive », comme il l'appelle, involontaire, que les hommes en ont eue. Cette première connaissance établit un rapport immédiat entre le phénomène et la satisfaction de nos besoins. La connaissance consciente, scientifique n'est venue que plus tard. Elle résulte, non plus de besoins matériels, mais de nécessités intellectuelles, de besoins de certitude et d'harmonie.

Dans une vue d'ensemble du développement de la statique, Mach écrit : « Toutes les méthodes et toutes les conceptions s'y trouvent sous leur forme la plus simple et pour ainsi dire dans l'enfance. Ces commencements portent visiblement le cachet de leur origine dans les expériences de l'ouvrier manuel. La science doit sa naissance à la nécessité de mettre ces expériences sous une forme communicable, de les étendre au delà des limites du métier et de la pratique professionnelle. » (p. 76).

Les théoriciens de l'enseignement ont maintes fois insisté sur le parallélisme remarquable qu'on observe entre le développement du savoir humain et celui de l'intelligence de l'enfant. Même passage graduel du concret à l'abstrait, du particulier au général. N'y a-t-il pas lieu, dans un domaine aussi achevé

que celui de la mécanique, de suivre la même voie ? Dans la préface de ce même ouvrage qu'Emile Piccard présente au public français, je relève ce qui suit : « A parler franc, on peut se demander si une exposition bien cohérente est possible dans un premier enseignement de la mécanique. Il semble qu'en cette matière les expositions didactiques et bien ordonnées, comme les aime trop quelquefois l'enseignement français, sont excellentes seulement pour ceux qui savent déjà quelque peu de quoi il s'agit. Plus j'y réfléchis, plus je me persuade que l'enseignement élémentaire de la dynamique gagnerait beaucoup à rester moins étranger au point de vue historique. Au lieu de se trouver devant une science hiératique et figée, quel intérêt il y aurait pour le débutant à suivre les idées de Galilée, de Huyghens et de Newton. C'est une erreur de croire qu'il faudrait beaucoup de temps pour un tel enseignement, dont le professeur pourrait tirer en outre des leçons d'une haute portée philosophique. »

L'histoire des sciences vérifie constamment cette règle que la voie qui conduit à la vérité est souvent celle de l'erreur. Le plus souvent sans doute, l'enseignement supprime le chemin tortueux et ténébreux de l'erreur pour ne conserver que la vérité qui en est l'aboutissement. Mais c'est un fait qu'une vérité est plus claire quand on l'établit de proche en proche, par approximations successives. Il n'y a vérité que par opposition à l'erreur. Notre certitude ne se comprend que par les incertitudes des anciens. En voici un exemple :

Des quatre éléments d'Aristote, la terre, l'eau, l'air et le feu, deux sont lourds, deux sont légers. Les deux premiers tombent, les autres s'élèvent. Les quatre tendent chacun vers son lieu naturel. Ces mouvements sont rectilignes, tandis que les mouvements célestes sont circulaires. Tous sont naturels, par opposition aux mouvements forcés qui subissent une contrainte extérieure. La pesanteur étant une qualité intrinsèque du mobile, le corps tombe avec une vitesse proportionnelle à son poids et inversement proportionnelle à la résistance du milieu. Il en résulte que dans le vide, la vitesse de chute serait infinie.

En leur temps, on le voit, ces conclusions étaient conformes à l'observation et à la raison. Ce n'est que plus tard, quand la chute sera observée dans le vide, qu'on en obtiendra une notion nouvelle. De semblables considérations résulte, non pas que les anciens avaient une science ridicule, barbare, mais au contraire

qu'ils avaient la seule science possible à leur époque, qu'ils ne pouvaient pas en avoir une autre, tant que la découverte de principes nouveaux ne la remettaient pas en question tout entière. Notre science ne se définit pas autrement du reste.

La physique a conservé son caractère expérimental dans l'enseignement moyen. C'est même la science qui a entre toutes la plus grande valeur éducative. Elle le doit au grand nombre d'expériences relativement simples que l'on fait, qualitatives et quantitatives, de telle manière que chaque phénomène arrive à l'intelligence par les sens. Elle le doit ensuite aux nombreux exercices numériques qui imposent à l'esprit un travail achevé de clarification. Il ne faut pas seulement avoir vu, il faut comprendre. Aucune autre science ne permet de pousser aussi loin ce contrôle.

Quelle est la place de l'élément historique dans cette branche ? Remarquons qu'on l'y rencontre à chaque instant. Les principes ont conservé le nom de leurs créateurs : on parle du principe d'Archimède, du principe de Pascal, du principe d'Oersted, de la loi d'Ohm. Les instruments ont gardé le nom de leurs inventeurs : piles Leclanché, four de Moissan. Remarquons en outre que certains chapitres se traitent encore dans l'ordre du développement historique : ainsi l'électricité. On commence souvent par l'électricité statique avec ses expériences fondamentales, pour ne passer qu'ensuite au courant électrique. Mais à chaque pas, on retrouve l'expérience fondamentale.

Nous n'avons donc qu'un vœu à formuler, c'est qu'on ne rationalise pas trop la physique, qu'elle garde le contact avec les expériences fondamentales, que les appareils conservent la simplicité des instruments originaux et que les maîtres s'inspirent des œuvres des savants. Mais la perfection n'est pas de ce monde, et les maîtres ne garderont ou ne rétabliront le contact avec la physique historique que par un effort soutenu. En marge du cours, ils auront un grand intérêt à ne pas laisser passer des noms comme ceux de Galilée, de Pascal, de Watt ou de Newton, sans en dire quelque chose. Je ne parle pas d'une biographie complète, mais je pense à quelques larges traits qui situent le savant dans son siècle et son milieu. La culture scientifique est à ce prix, et on l'oublie beaucoup trop. Il ne faut pas laisser croire que certaines inventions se sont faites d'un coup. Pensez

à la machine à vapeur ? Entre le traité sur le vide de Pascal et la machine de Watt, il s'est écoulé plus d'un siècle, et ce serait une belle occasion de montrer l'évolution profonde de la pensée scientifique que jalonne cette belle découverte. Il y a en outre certaines inventions qui datent prodigieusement dans l'histoire. On ne découvrit qu'au XVIIIe siècle le moyen pratique de mesurer les températures. Songeons un peu aux conséquences de ce fait.

Alors que la physique était pratiquement inexistante il y a trois siècles, la chimie remonte à l'antiquité. Les philosophes anciens discutaient éperdument sur la constitution de la matière, au même titre que nous parlons aujourd'hui d'électrons. Nos cours élémentaires ne remontent pas si haut. Heureusement ! La chimie moderne nous réserve déjà un domaine assez étendu. Seulement, une systématisation très rapide s'est faite et la jeune science a acquis une unité remarquable autour de son système périodique. La tendance est trop souvent de disperser les efforts dans un sens extensif, de traiter tous les éléments et trop de combinaisons, au lieu de s'attacher aux phénomènes généraux de la chimie.

Ainsi les problèmes qu'ont résolus les grands chimistes du XVIIIe siècle devraient être traités à fond et historiquement. C'est le moment où les quatre éléments des anciens font place à nos éléments modernes et où trouvent enfin leur signification : l'air, l'eau et la combustion. Il faudrait non seulement refaire ces expériences mémorables, mais encore en indiquer le sens.

Le moment est du reste émouvant quand on l'examine aux lumières de notre temps. Mille travaux font pressentir l'existence de l'oxygène et il reste insaisissable. On devine sa présence comme celle d'un inconnu dans l'obscurité. Il fait penser à la route libératrice que des voyageurs égarés coupent à réitérées reprises et qu'ils ne reconnaissent pas. « Qui sait, disait Bœrhaave en un langage prophétique, s'il n'existe pas dans l'air un principe propre à entretenir la vie, si ce principe caché n'est pas susceptible de s'épuiser et si ce n'est pas à cet épuisement qu'est due la mort des animaux. »

Puis le drame millénaire se dénoue avec une rapidité déconcertante. Trois savants de génie occupent le centre de

la scène. Ils livrent entre eux une lutte animée. Leurs oppositions réciproques ne font que multiplier leurs énergies. En moins de trente ans, les quatre éléments vénérables ont cédé définitivement le pas à la chimie nouvelle.

Mais, cruel retour des choses, quand sonne la victoire, les trois acteurs succombent à une fin tragique. Scheele, l'humble pharmacien, meurt quatre jours après son mariage ; Priestley, le fougueux théologien que ses idées ont rendu impossible dans sa patrie, va mourir dans les plaines désertes de l'Amérique ; Lavoisier, l'homme riche et heureux, monte sur l'échafaud qu'a dressé la Révolution. Aucun moment de la science ne présente une si grande intensité de vie et d'intérêt.

Les sciences naturelles restent concrètes absolument quand on les considère sous l'angle de l'enseignement moyen. Mon rôle n'est pas aujourd'hui d'insister sur les nécessités de l'observation. Seulement, la science biologique a beaucoup évolué au cours des derniers siècles et les élèves auront grand intérêt à ce qu'on les y rende attentifs. En physiologie tout spécialement, des développements historiques n'ont pas seulement un intérêt de culture générale, ils posent au contraire les problèmes et appellent leurs solutions.

Quand nos élèves définissent la respiration comme l'ensemble des échanges gazeux, ils restent sur le seuil de la question et ne vont pas plus loin que les anciens. Mais si on les rend conscients des explications qu'on en a données, ils sont préparés à comprendre les phénomènes d'énergie animale. L'histoire de la circulation du sang répond à des préoccupations semblables. On se rend compte combien les questions de métaphysique peuvent faire obstacle au progrès scientifique. A un autre point de vue, on est sensible à l'interdépendance des sciences ; l'histologie ne devient une réalité qu'après la découverte du microscope.

En botanique et en zoologie, les questions de systématique prennent un intérêt nouveau quand on les introduit par l'angle historique. Je pense aussi à cette curieuse génération spontanée, aux questions d'évolution, qui passionnent nos élèves et qu'une brève mise au point historique simplifie mieux que tous les savants exposés.

Dans les considérations forcément rapides qui précèdent, je n'ai que très imparfaitement traduit ma pensée. Je m'en

rends bien compte ; mais je ne peux pas en quelques lignes épuiser une matière si complexe. Le temps dont je dispose, mon insuffisante préparation, ne m'ont permis que quelques suggestions. A vous de les réaliser sur le plan pratique si vous les en jugez dignes. Je le répète : la science marche et l'école ne peut prétendre à la suivre. Elle ne peut lui emprunter que ce qu'il y a en elle de permanent : sa méthode et son merveilleux élan.

* * *

Le point de vue historique est une attitude en face de la science scolaire. Cette attitude subsiste et varie suivant l'âge des élèves. Elle s'adapte, profite des circonstances, reste discrète toujours. Mais elle est insuffisante dans sa forme et ses moyens. C'est pourquoi je vais envisager l'introduction d'un cours d'histoire des sciences au gymnase, afin de donner une forme achevée à l'œuvre éducatrice de la science. La création d'un tel cours se justifie par un certain nombre de considérations que je vais brièvement exposer :

Nous avons vu que l'enseignement des sciences devait tendre vers l'unité. Or, nous observons un spectacle tout autre. Chacun de nos cours conserve son autonomie. Il en résulte une profonde diversité qui est due, soit à la matière propre dont ils s'occupent, soit aux tendances très variables des maîtres. Souvent, le cours le mieux préparé est celui qui abonde le plus en détails techniques, en expériences, en souvenirs plus vécus. Il est clair que de telles leçons ne sauraient être méprisables. Mais ce qu'elles gagnent en intérêt immédiat, il est possible qu'elles le perdent en puissance. Sous la réalisation trop riche, trop diverse, elles masquent la conception, trahissent l'intention ; l'objet fait oublier l'idée. L'esprit s'amuse et s'émerveille. Mais ce qui importe, c'est la sourde gestation de l'idée, l'immense effort qui, depuis le plus lointain passé, se déroule à travers les siècles et nous offre aujourd'hui ses plus belles créations.

D'autres maîtres se sont spécialisés. Leur pensée gravite autour des sujets de leur prédilection, et leur enseignement en reçoit une direction trop particulière. Or, si la spécialisation s'impose au chercheur, elle est néfaste à l'école. Elle est un aboutissement et non un point de départ. Elle est un renoncement à la puissance, un aveu d'impuissance, une limitation

occasionnelle et temporaire, pense-t-on, et qui s'avère définitive par d'autres limitations plus graves encore. Mais avant de limiter la puissance intellectuelle, il faut la créer et l'exalter à la mesure de l'intelligence et de la science humaines. La spécialisation est l'inverse de la puissance intellectuelle. Ce n'est donc pas par là qu'on peut commencer.

Diversité des cours, diversité des hommes, spécialisation plus ou moins avouée, tout cela ruine l'unité de l'enseignement scientifique. Or, quand les maîtres veulent bien s'y prêter, ce peuvent être moindres défauts. Ce qu'il y a de plus grave, c'est que la pratique même de l'enseignement, pour des nécessités impérieuses, découpe le programme en branches qui s'isolent de celles qui leur sont voisines, qui veulent s'ignorer, qui ont leurs maîtres, leurs méthodes, leurs langages particuliers. Et en s'ignorant, ces maîtres et ces branches portent un coup redoutable à l'enseignement scientifique. Je ne dis pas que ces maîtres s'ignorent en tant que personnes ; je ne dis pas même qu'ils se méprisent. Je ne dis pas qu'ils doivent fonder une société nouvelle et se faire broder un drapeau par leurs épouses. Ils ont mieux à faire que tout cela.

Au lieu de ne parler que le langage des physiciens, des chimistes ou des naturalistes, il faut réapprendre le langage de la science. Ce langage que les savants du XVIIe et du XVIIIe siècle parlaient si bien, qui unissait les faits aux idées, la science à la philosophie et qui leur valait le nom de philosophes. Oh ! je sais bien tout le mépris qu'un scientifique peut attacher au nom de philosophe. Il peut avoir singulièrement raison parfois, si philosophe veut dire métaphysicien. Mais qu'on veuille bien s'entendre. Le savant philosophe du XVIIIe siècle méritait ce titre, parce que les faits ne valaient pour lui que par l'idée et parce qu'en aucun moment, celle-ci n'était obscurcie par ceux-là.

Que les manœuvres de la science, auxquels on ne demande guère que des besognes, ne puissent s'élever au-dessus de leur fatigue journalière : chimistes usés dans leurs laboratoires par des préparations et des vérifications minutieuses, toujours les mêmes ; médecins et pharmaciens accaparés par la clientèle et les affaires ; ingénieurs harassés de calculs ; cela est bien compréhensible. Mais le maître de sciences n'est pas un manœuvre. Il a des loisirs. Il n'a pas le droit de se spécialiser si strictement

qu'il ne puisse conserver le contact avec la science, dans l'espace et dans le temps. Ce faisant, il diminuera ou du moins n'augmentera pas la dangereuse séparation qui existe entre les branches et qui enlève à l'enseignement scientifique une grosse part de son unité. Seulement, on a beau faire, le fossé subsiste et nous ne voyons guère d'autre moyen pour le combler que de faire appel à un cours général d'histoire des sciences.

Un cours d'histoire des sciences au gymnase doit mettre en évidence les faits suivants : il doit montrer d'abord que la science est remarquable par son unité ; que cette unité, elle la doit à sa méthode expérimentale. Certes, il y a eu plusieurs méthodes scientifiques au cours des âges, nous dirons destinées à expliquer les phénomènes de la nature. Il y a eu la méthode préscientifique ou prélogique, il y a eu la méthode purement déductive. Une seule a vraiment réussi ; c'est la méthode expérimentale qui unit à la méditation intellectuelle le contrôle de l'expérience.

Il doit montrer ensuite que l'histoire des sciences n'est pas l'histoire de la méthode. Car, entre les mains des chercheurs, même les plus primitifs, cette méthode s'applique déjà dans sa perfection.

Elle est tantôt l'histoire des rapports entre le milieu et la science, rapports qui retardent ou qui facilitent son essor ; tantôt le bref développement scientifique d'une période, afin d'établir des repères ; tantôt l'analyse psychologique d'une découverte, où l'on voit l'homme lui-même aux prises avec la réalité multiple de la nature et de la science de son temps. On montrera alors les interactions de l'intuition, de la logique et de l'expérience, aucune découverte n'étant possible sans l'appui de ces formes de l'esprit. L'une toute d'élan, dans laquelle le savant incarne son sujet de sa propre chair, le pense fortement, lui donne sa propre âme en quelque sorte à pétrir, afin qu'elle revienne, de cette incarnation, modifiée et apaisée. C'est là l'intuition. Mais le savant se demande ensuite si le phénomène est bien tel qu'il l'a pensé, s'il l'a bien pensé entièrement. L'expérience confirme ou corrige. L'histoire des sciences nous montre les cas où la logique et l'expérience sont en accord, ceux où l'intuition a précédé.

Il enseigne que les diverses branches de la science sont très dépendantes les unes des autres, réagissent ou s'influencent

mutuellement. Aucun progrès n'est possible dans un domaine déterminé tant que n'a pas été réalisée une découverte nécessaire dans une science parallèle. Aiguille aimantée et navigation, microscope et histologie, spectroscope et astronomie physique, télescope et extension du ciel, etc.

Inversement, c'est à l'insuffisance de l'outillage et à l'étroitesse des principes que l'on peut attribuer les périodes de piétinement, de stagnation, alors que la période constructive semble terminée, que les chercheurs font place aux compilateurs et aux critiques, où l'esprit s'énerve à chercher des rapports nouveaux en l'absence de toute expérience vraiment nouvelle. Chaque domaine de la science a ainsi ses temps d'arrêt. Songez aux limites étroites du cycle de Carnot et à l'impossibilité d'utiliser les températures modérées ; songez aux difficultés de mesures des distances astronomiques ou microscopiques et aux limites que les instruments actuels ne pourront pas dépasser ; songez aux piétinements de la génétique et à l'essoufflement qui succède à un beau départ ; songez à l'impossibilité de conclure où se trouva Newton, pendant dix-sept ans, à cause des écarts entre l'intuition et l'expérience dans la mesure du rayon terrestre.

Dans l'état actuel de la pratique pédagogique, gravitation astronomique d'une part, chute des corps et pendule d'autre part, marée d'une autre encore, s'étudient dans des branches différentes, bien que dépendant du même principe. C'est là une nécessité didactique. Mais le cours d'histoire des sciences mettra en évidence l'unité que le XVIIe siècle a réalisée en forgeant un langage nouveau, une formule nouvelle, plus générale, réunissant en une même pensée des phénomènes naturels parfois très éloignés les uns des autres et parfois opposés.

Les progrès de la science, les principes nouveaux révolutionnent des cadres historiquement classés. La télégraphie et la téléphonie sans fils risquent de supplanter entièrement les communications par fils. La circulation à moteur dépendait jusqu'à maintenant de la thermo dynamique ; de plus en plus, elle dépend de l'électricité. La constitution de la matière relevait de la chimie ; elle est révolutionnée par des méthodes physiques. La navigation fut longtemps un problème d'astronomie ; radiogoniométrie, conduction à distance, sont en passe d'en faire une application de l'électricité. Tout cela, un cours d'histoire des sciences le

montre aisément, parce que c'est sa matière, que son propre est d'insister justement sur les notions d'évolution et de progrès.

Et puis, à côté de tout cela, il y aurait les hommes, qui font la science et pour qui elle est faite. Il y a ce caractère humain que sous son apparente impassibilité la science ne saurait voiler. Il y a ceux qui en sont les victimes, ceux qui en sont les héros, ceux auxquels elle a accordé ses grâces les meilleures, ceux qu'elle a comblés. Nous nous défendons de tomber dans le jeu lassant du panégyrique et de l'apothéose. Mais il reste des vies palpitantes de passion et d'action sous la parole discrète. Et la jeunesse qui n'est que passion et action, s'exalte.

On a dit que les biographies des hommes célèbres ne sont pas éducatrices, qu'elles poussent rarement à l'action, qu'elles ne font pas des vocations. Je ne saurais prouver le contraire. Dans tous les cas, cette allégation est en contradiction avec l'opinion des savants qui se consolent, s'encouragent ou s'exaltent à la lecture des œuvres de leurs prédécesseurs. Peu de biographies, mais quelques traits saillants bien choisis et tombant à propos, un simple choc de l'intelligence ou de la sensibilité ; je crois à la vertu de ces moyens.

Il n'y a pas que les savants, il y a la réaction du milieu, du grand public. Il est vrai que ce dernier se comporte comme un grand enfant, car il est plus amoureux de merveilleux que de logique. Incapable d'étreindre la réalité, il préfère vivre en plein rêve, passant indistinctement d'une conférence sur l'électrification des chemins de fer à une conférence sur l'occultisme, sans changer le clavier de son entendement ou de sa sensibilité.

Mais songeons tout de même à l'immense espoir qui a exalté les foules lors de la découverte de l'oxygène, quand on pensait que les limites de la vie allaient être brisées. Rappelons-nous l'engouement pour les fossiles au XVIIIe siècle, quand on s'avisa que la vie avait une histoire enfermée dans les flancs de la terre. Pensons à l'immense répercussion que la théorie microbienne a dans la conduite pratique de la santé et de l'alimentation. Oublierait-on l'émotion à peine calmée encore que l'hypothèse héliocentrique a éveillée dans les consciences, en plaçant face à face ces deux notions contradictoires d'une humanité grandie par sa science et plus misérable que jamais dans sa solitude ; d'une humanité qui vole désormais, réalisant

le rêve séculaire, qui lit le langage invisible des ondes de l'espace, et qui pourtant se sent toujours plus proche et plus solidaire des créatures innombrables qui peuplent la terre. C'est là le don de la science, admirable et redoutable tout à la fois, auquel son histoire donne un relief saisissant.

* * *

Depuis un certain nombre d'années, le Gymnase cantonal de Lausanne offre aux élèves de dernière année un cours facultatif de deux heures hebdomadaires pendant le semestre d'hiver, soit environ cinquante leçons d'histoire des sciences.

Dans une brève introduction de quatre heures, on définit la méthode envisagée historiquement et fait quelques allusions à la science des hommes primitifs. Le cours proprement dit se divise en périodes plus ou moins équivalentes quant au temps qu'on consacre à chacune : l'antiquité gréco-romaine, le moyen âge, la Renaissance, le XVIIe, le XVIIIe et le XIXe siècles. Chaque période est introduite par un bref exposé des idées du temps, de l'esprit public et de ses tendances. Au moyen âge, on parle par exemple du principe d'autorité, de la science et de la foi, des opinions et croyances, de la méthode scolastique ; au XVIIe siècle, de la connaissance scientifique telle qu'elle apparaît au travers de François Bacon et Descartes, de l'abandon progressif de la méthode déductive, de la fondation des académies de sciences dans les principaux pays européens, de l'utilisation de la langue vulgaire et de la diffusion populaire des idées.

Puis, dans chaque période, on met enfin en relief les progrès les plus marquants des divers domaines de la science. Pendant la période gréco-romaine, on voit la préoccupation constante de la constitution de la matière, l'œuvre des atomistes, des naturalistes, des mathématiciens et des astronomes ; quelques noms : Thalès, Démocrite, Pythagore, Aristote, Hipparque, Euclide, Archimède, Galien. Au moyen âge, l'alchimie et les naturalistes nous retiennent le plus longuement. A la Renaissance, l'influence des inventions et des découvertes géographiques est rappelée, ainsi que les noms de Léonard de Vinci, de Bernard Palissy et des anatomistes italiens. Le XVIIe siècle brille par les mathématiques, l'astronomie et la mécanique. Copernic, Tycho-Brahe, Kepler, Galilée et Newton y forment un bloc,

tandis que Descartes, Pascal, Huyghens, Harwey y figurent dans des domaines divers. Le magnifique XVIIIe siècle a déjà plus de peine à énumérer toutes ses richesses. A côté de son œuvre immense en astronomie, en mécanique, en physique et en histoire naturelle, c'est lui qui nous donnera la chimie nouvelle. Enfin, de l'œuvre complexe et de même direction que nous offre le XIXe siècle, se dégage un fait nouveau : la fondation de la physiologie moderne et le renouvellement de la biologie. Plus on avance et plus grandit le nombre des sciences qui trouvent dans l'expression mathématique leur forme la plus parfaite.

Ce cours plaît aux élèves. Il leur donne quelques réponses aux questions passionnantes qu'on se pose à cet âge. Il situe les problèmes, rend compte de leur évolution, établit un lien étroit entre les connaissances historiques, qu'elles soient politiques, littéraires ou philosophiques.

Pour le moment, il est facultatif. S'il dure, il risque de rester longtemps comme tel. Mais cette question n'a guère d'importance. Ce qui importe, c'est l'évolution rapide de la science, la multiplicité des domaines qu'elle impose à l'enseignement et l'obligation pour l'école de saisir ce qu'il y a d'universel et de durable en elle. Dans un avenir qui n'est peut-être pas très éloigné, la méthode scientifique et l'histoire de la science seront les deux pierres angulaires de la science scolaire.

Il importe peu aussi que l'histoire des sciences soit enseignée par le professeur d'histoire, par celui de philosophie ou par un scientifique. Pourvu que ce maître soit compétent. Il n'importe surtout pas que la réforme soit entreprise par un appareil de grand style, comme la réforme Barth ou la Commission fédérale de maturité. Je ne suis pas méchant et je ne fais pas même d'ironie. Une heure de plus ici, une heure de moins là, ne change rien au problème. La seule réforme durable est celle que nous faisons constamment subir à nous-mêmes par un perpétuel effort de méditation et d'adaptation.

L. Baudin.