

L'enseignement des sciences et la culture

Gilbert Walusinski

PÉDAGOGIE

Un enseignement des sciences peut-il être culturel ? Nous savons qu'un enseignement trop enfermé dans les richesses d'une discipline risque de ne toucher qu'une minorité d'esprits. Relevé par des méthodes actives un enseignement scientifique rénové actualisé, débouche naturellement sur une culture vivante.

Un professeur à qui des autorités administratives reprochaient les libertés qu'il prenait avec le programme officiel, se justifiait ainsi : " ... je n'ai pas voulu me contenter d'un cours uniquement pratique, car il y a, pour le maître, une obligation supérieure à celle de préparer strictement les matières d'un examen : c'est de porter à un degré plus élevé l'éducation générale de ses élèves; et de donner des motifs d'exaltation à leurs personnalités naissantes." (Roger Martin du Gard, Jean Barois). En face de mes élèves de lycée, je me suis souvent interrogé ; en me tenant trop étroitement à la préparation du baccalauréat, n'ai-je pas souvent manqué l'occasion de prolonger la simple éducation mathématique que je pouvais donner en une vraie formation culturelle ?

Les planètes ont leur rythme de révolution autour du Soleil, les destinées humaines également. Je découvre avec surprise, faute d'y avoir jamais pensé, une période d'environ vingt ans dans le cours de ma carrière d'enseignant : la première, 1935-55, fut celle des années d'apprentissage du métier avec les perturbations d'époque ; la seconde, 1955-76, fut surtout occupée par le mouvement dit (faussement) des mathématiques

modernes et de ses répercussions pédagogiques ; la troisième, 1976-97, est celle qui a vu la naissance et la prospérité du CLEA.

Cela me fait découvrir une parenté cachée entre les déclenchements et les motivations de ces deux mouvements : la réforme de l'enseignement scolaire des mathématiques, la promotion d'un enseignement élémentaire de l'astronomie. Certes ces deux mouvements furent et sont indépendants l'un de l'autre ; ils sont d'ailleurs décalés dans le temps. Je souhaite que le rapprochement que j'en fais n'incitera personne à porter le jugement qu'il porte sur l'un à l'autre. D'autant que le mouvement des mathématiques modernes (MM en abrégé) est aujourd'hui si décrié (à mon avis injustement) qu'il semble souvent n'avoir plus de tenants, alors que le CLEA reste bien vivant. Mais c'est dans leurs origines et dans leurs motivations que je vois leur parenté qui me paraît significative. Rappelez-vous ce que disait Alain " l'état naissant, où j'ai beaucoup à deviner et à suivre " Grande ressemblance des deux mouvements à l'état naissant, ressemblance moins frappante dans l'évolution ultérieure en raison de la spécificité des deux disciplines, mais je reste persuadé

qu'une grande parenté subsiste. J'espère savoir, en fin de cet article, en dégager les raisons.

Au départ, la constatation que la discipline scientifique considérée - mathématiques ou astronomie - est bien vivante et l'idée que l'enseignement qui en est donné n'est pas à la hauteur des progrès de la discipline. Constat et réflexion qui sont le fait d'un ensemble d'enseignants exerçant à divers niveaux des enseignements scolaires ou supérieur. Insistons sur cette double conviction : que les progrès de la discipline au niveau supérieur doivent profiter à l'enseignement plus élémentaire et que les progrès de cette formation scolaire sont indispensables pour donner toute sa valeur, toute sa portée aux progrès de la discipline. De plus, dans un cas comme dans l'autre, il y a eu des équipes - là de mathématiciens, ici d'astronomes - disons de spécialistes de l'enseignement supérieur qui ont su donner vie aux deux mouvements de réforme. Il faut personnaliser ce récit parce que les responsabilités sont personnelles.

L'enseignement des mathématiques

En 1955, autour de GUSTAVE CHOQUET, dans le cadre de l'Institut Poincaré de la Faculté des Sciences de Paris, l'idée prend corps d'une série de conférences destinées aux professeurs de mathématiques des lycées et collèges. L'organisation est conjointement celle de la Société Mathématique de France (SMF) et de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP). Les conférenciers, tous bénévoles, font amphithéâtres comblés (alors qu'au cours de l'organisation, il y

avait des sceptiques) : Henri Cartan, Paul Dubreil, Gustave Choquet, André Lichnérovicz, Pierre Lelong, Léonce Lesieur, André Revuz, pour ne citer que les conférenciers de la première année. Le soutien de l'APMEP se traduit aussi par la publication des conférences dans son Bulletin dont les sommaires s'en trouvent enrichis grâce à l'aide discrète mais efficace de notre regrettée collègue Lucienne Félix. La deuxième année, les conférences portèrent sur la topologie avec les mêmes conférenciers auxquels se joignirent Jacques Dixmier, Jean-Pierre Serre et Laurent Schwartz. La réunion des textes des deux séries de conférences dans une monographie de L'Enseignement Mathématique, la revue de Genève, élargit aux publics européens la diffusion de l'idée de rénovation pendant que les militants de l'APMEP organisaient des colloques de discussion et d'échanges sur les manières dont pouvaient évoluer les pratiques enseignantes. Cela se traduisait par la mention "*de la maternelle à l'université*" sur le Bulletin de l'association qui avait jusque là surtout regroupé des professeurs de lycée ; il apparaissait alors clairement que si l'enseignement mathématique devait être rénové, il ne suffisait pas qu'il le soit dans les classes préparatoires à l'École Polytechnique, mais à tous les échelons et en attachant même la plus grande importance à l'enseignement élémentaire. La réalisation se heurtait, non seulement à la résistance des tenants de la tradition ("on a toujours su enseigner le calcul sans utiliser les notions ensemblistes"), mais encore plus à la non formation des maîtres. La revendication principale devint pendant plusieurs années l'organisation officielle de la formation continue des enseignants, l'organisation

bénévole de type "chantiers de pédagogie mathématique" ne pouvant toucher qu'une minorité de convaincus (on y fit pourtant du bon travail, j'en reste persuadé). Après de longues résistances officielles, la revendication aboutit en 1968 avec la création des premiers Instituts de Recherche sur l'Enseignement Mathématique (IREM) dont la mission était double : développer toutes les formes de formation continue des enseignants en liaison avec les recherches pédagogiques.

Ce mouvement a été fort décrié par un public mal informé et largement intoxiqué par des polémiques comme savent en mener certains esprits conservateurs surpris dans leur engourdissement. Même si les réalisations, au niveau des programmes d'enseignement, n'ont jamais été à la hauteur de ce que souhaitaient les initiateurs, il est assez remarquable que l'idée de la nécessité d'une formation continue des enseignants semble désormais acquise, l'existence des Missions Académiques de Formation du Personnel de l'Education Nationale (MAFPEN) l'atteste.

Il est aussi remarquable que le mouvement tel qu'il s'est développé en France bénéficia aussi d'exemples étrangers, des échanges fructueux s'étant ainsi noués avec les équipes de Willy Servais en Belgique, de Caleb Gattegno en Grande Bretagne, de Emma Castelnuovo en Italie, de Sofia Krigowska en Pologne, de Hans Freudenthal aux Pays-Bas...

Un mouvement avait donc été amorcé, lancé ; il ne parvint certes pas à atteindre tous ses buts ambitieux, en particulier il manqua gravement ses buts vis à

vis de l'école élémentaire, mais on ne peut plus nulle part enseigner les mathématiques comme si le mouvement MM n'avait pas eu lieu.

L'enseignement de l'astronomie

En 1976, c'est autour de l'équipe du laboratoire d'astronomie de l'université d'Orsay animée par Lucienne GOUGUENHEIM que fut organisée la journée sur l'enseignement de l'astronomie aux niveaux scolaires, dans le cadre du Congrès de l'Union Astronomique Internationale (UAI) qui se tenait, cette année-là, à Grenoble. Là encore, l'initiative venait de professeurs de l'enseignement supérieur frappés de l'inculture astronomique du citoyen ordinaire et qui souhaitaient donc y remédier grâce à une importante promotion de l'enseignement élémentaire de l'astronomie à tous les niveaux.

Une forme d'enseignement d'initiation avait existé sous l'intitulé de "cosmographie" dans les classes terminales du lycée. Je serais le dernier des ingrats si je méprisais ce que cet enseignement pouvait apporter. Sans doute ai-je eu la chance d'avoir à ce niveau un professeur qui savait, à partir des matériaux de n'importe quel programme imposé, faire "lever la pâte" et c'est motivé par cet enseignement que je pris un premier contact avec l'Observatoire de Meudon... en 1932. Mais confier cette initiation aux professeurs de mathématiques impliquait une préférence aux questions de repérage et de mesure du temps par rapport aux questions d'astrophysique qui prenaient, en astronomie, une importance primordiale. De plus, cet enseignement ne touchait que

les élèves de Terminale des lycées, ignorait donc les élèves du technique et, défaut majeur, laissait en friches la curiosité naturelle des plus jeunes enfants. On oubliait le rôle premier, fondamental, de l'observation en astronomie. L'évolution des programmes de mathématiques devait entraîner la suppression pure et simple du chapitre cosmographie avec remplacement d'un enseignement généralement sclérosé par l'absence totale de toute initiation à l'astronomie, d'où l'inculture constatée.

La journée de Grenoble ne pouvait manquer de faire le procès de cette situation déplorable mais non désespérée. L'équipe d'Orsay avait réussi en effet à rassembler aussi bien des astronomes professionnels inquiets de l'état des lieux, des astronomes venant de Belgique, de Suisse, du Canada, de Pologne et de nombreux enseignants des collèges ou des lycées qui avaient l'expérience des clubs d'astronomie. Après le procès, vint naturellement la présentation des réalisations effectives ; comment à partir d'observations simples, d'exercices variés, dont la fabrication de petites maquettes, des professeurs de diverses disciplines savaient répondre à la demande de jeunes enthousiastes. Oui, de telles réalisations sont possibles quand des enseignants motivés en prennent l'initiative. Mais comment obtenir la multiplication des clubs ? Tout en reconnaissant la portée des réalisations dues au bénévolat, la généralisation doit dépasser ce stade d'organisation. L'obstacle suivant est alors la non formation des enseignants à ces nouvelles tâches. Les conclusions du colloque se résumaient donc en deux phrases :

1) importance de l'initiation astronomique dans la formation

scientifique et culturelle de la jeunesse.

2) nécessité de commencer par compléter la formation des enseignants.

Les enseignants et astronomes réunis le 2 septembre 1976 à Grenoble ne se contentèrent pas de voter cette résolution finale (à destination des autorités de l'Education Nationale dont on sait qu'elles ont coutume de longuement réfléchir avant de ne pas passer aux actes). Ils donnèrent donc mission à l'équipe d'Orsay de prouver le mouvement en organisant, dès l'été 1977, une première école d'été d'astronomie. Ce fut l'école de Lanslebourg, du 17 au 24 juillet 1977 dont les 70 participants gardent le réjouissant souvenir (pas seulement les réveillés en musique mais les cours, les travaux pratiques, les observations nocturnes). L'équipe d'Orsay, avec Lucienne, Lucette, Michèle, Jacky et Francette assurèrent l'organisation de façon parfaite avec le renfort, pour les conférences théoriques de André Brahic, Suzy Collin, Ludwik Celnikier et Jean-Paul Zahn. Le succès de l'école d'été dépassa toutes les espérances et le mérite en revient principalement à l'équipe organisatrice qui sut créer dès l'ouverture un climat convivial de travail et de recherche originale. Les conférences donnèrent l'information de base, les travaux pratiques permirent à tous les participants et de s'instruire et de faire profiter les collègues de leur toute fraîche expérience.

Lanslebourg lança vraiment le mouvement. Il fallut éditer le compte rendu de l'école d'été ; tous les participants réclamèrent le renouvellement de l'expérience et après Lanslebourg, ce furent les écoles de Digne, de Tarbes, de Grasse, de Formiguères, de Gap

avec le relais des écoles organisées par l'équipe d'Agnès Acker dans les Vosges, ou par l'équipe de Marie-France Duval dans le Vaucluse. Mouvement lancé, donc à entretenir ce que devait faire le bulletin de liaison des CAHIERS CLAIRAUT et l'association déclarée du CLEA. Le changement de nom des écoles d'été en "universités d'été" ne signifiait pas que les participants se montaient le col mais que l'organisation purement bénévole du début avait acquis du poids vis à vis de l'Education Nationale et entré dans le cadre enfin reconnu de la formation continue des enseignants prolongée au cours de l'année scolaire par les stages MAFPEN.

Et la culture ?

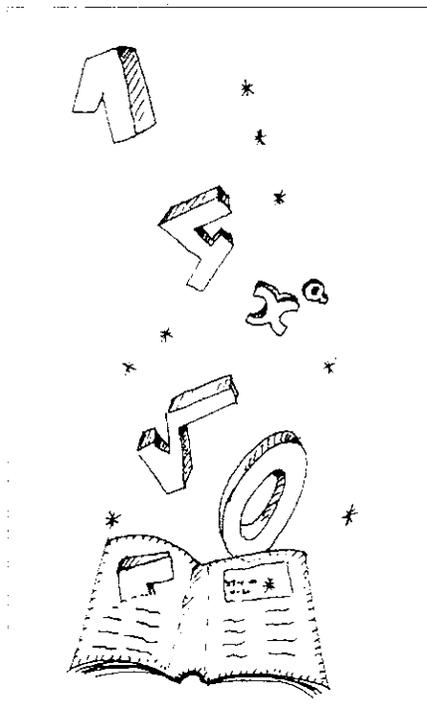
- Soit, je comprends que tout cela vous a beaucoup intéressé, a beaucoup compté dans votre existence professionnelle. Mais vous annonciez en titre, L'enseignement des sciences et la culture et vous nous racontez l'histoire de deux mouvements de rénovation qui sont très différents l'un de l'autre. On ne voit pas le rapport avec la culture.

- C'est que je me suis mal exprimé. Je prétends que ces deux mouvements, dans la mesure où ils ont conduit (ou conduisent) à un enseignement rénové de leur discipline offraient (ou offrent) des conditions propices à l'élargissement de l'enseignement disciplinaire en enseignement culturel. Ce que je voudrais maintenant tenter d'expliquer.

Un enseignement culturel

Il faut commencer par préciser ce que j'entends par enseignement culturel.

Dans un sens, tout enseignement l'est. Celui de l'apprenti menuisier qui se familiarise avec le bon usage de la varlope et du rabot est riche de connaissances acquises directement sur les variétés de bois et leur façonnage. L'apprentissage du dessin à la Maternelle donne aux mioches un nouveau moyen d'expression qui surprend par l'ampleur de ses réalisations et par sa portée, en particulier pour l'apprentissage de l'écriture. Deux exemples, entre mille, sur des enseignements disciplinaires qui sont évidemment culturels.



Il y a aussi des enseignements disciplinaires qui ne le sont pas, c'est fréquemment le cas des enseignements répétitifs. La caricature en fut longtemps donnée par ce que les professeurs de mathématiques appelèrent la "trinomite", une maladie qui sévissait au temps de mon premier bachot et qui consistait à poser par tous les bouts des problèmes sur les trinômes du second degré. On pouvait avoir une très bonne note

en ignorant jusqu'à leurs noms d'Alembert et Galois, ne parlons pas de leurs écrits. On objectera que même si un tel enseignement était rébarbatif (et le fait est qu'il ne me découragea pas d'aimer les mathématiques), il avait l'avantage de maîtriser sa technique. Mais c'était sans ouverture sur les grands problèmes de l'algèbre et de l'analyse, sans lien avec les autres sciences. La fonction homographique était enseignée sans lien avec la loi des gaz parfaits.

Justement parce que MM et le CLEA aboutirent à de nouveaux programmes, ils placèrent (ils placent) les enseignants dans la situation inconfortable et fructueuse d'avoir à penser à neuf leur enseignement. Et pas de rénovation des contenus sans rénovation didactique. On ne rejette rien des acquis antérieurs (on continuera à savoir résoudre les équations du second degré). La vieille cosmographie nous donnait les moyens de bien expliquer et même de calculer les éclipses (mais on donnait de si bonnes explications qu'il paraissait presque superflu d'observer le phénomène). En commençant par l'observation plutôt que par l'explication, on prend l'étude dans le sens de l'histoire, dans le sens de l'acquisition des explications, ce qui donne à l'observation du phénomène toute sa portée culturelle.

Un enseignement disciplinaire accroît sa valeur culturelle en mettant l'élève dans les conditions de la genèse et du développement des notions. C'est donc ouvrir la classe aux apports de l'actualité, aussi bien celle d'hier que celle d'aujourd'hui. Importance par conséquent des applications pratiques de la science théorique étudiée ainsi que des données historiques sur son

développement. Ce qu'Alain vantait sous le nom "d'état naissant". En fait plutôt qu'état (situation établie) je préférerais devenir. Bien connaître les lois de Kepler, certes ; il faut savoir s'en servir dans maintes occasions ; mais revenir longuement sur les recherches, les calculs, les maladroites de Kepler au cours de sa recherche donne à ses lois leur place qui est magnifique dans l'histoire de la culture humaine.

Grâce à la recherche pédagogique

Il y a donc un lien étroit entre recherche pédagogique et souci culturel de l'enseignement. J'en vois la confirmation historique dans les exemples suivants.

Celui des classes nouvelles conçues dans les années cinquante par Gustave Monod, alors Directeur du Second degré au MEN. Ce fut une des rares réalisations fidèles aux suggestions du plan Langevin-Wallon. Une classe nouvelle était animée par une équipe réduite d'enseignants menée par un professeur principal. Des stages préparatoires avaient motivé des enseignants volontaires et des stages périodiques entretenirent un mouvement général favorable aux méthodes actives. Sous la direction de François Goblot, la revue *Les Cahiers Pédagogiques* favorisa échanges et recherches entre enseignants dans un climat coopératif très voisin de celui que tentent de réaliser les *Cahiers Clairaut*. François Goblot et Jean Delannoy son successeur sont aujourd'hui disparus mais ils ne sont pas oubliés de tous ceux à qui ils donnèrent le goût de la recherche pédagogique.

A la même époque, dans le cadre des contacts internationaux du mouvement MM, je fis la

connaissance de Caleb Gattegno. Ce mathématicien qui travaillait au niveau universitaire avait acquis la conviction que dans tout enseignement, les premiers pas sont les plus importants. A ce titre, l'invention du matériel des "nombres en couleurs" par l'instituteur belge Georges Cuisenaire, l'enthousiasma. Ce matériel, à première vue, rudimentaire, était constitué par des parallélépipèdes de bois découpé de tailles précises en longueur allant de 1 à 10 cm et coloriés de façon intelligente. Cuisenaire n'était pas mathématicien, la pratique seule de l'enseignement avec ses élèves l'avait guidé. Gattegno, lui, était mathématicien ; il sut donner à cette invention - aujourd'hui tombée dans l'oubli, ce qui est un pur scandale - toute sa portée : faire de l'apprentissage du calcul élémentaire un véritable acte culturel au lieu des serinements et répétitions qui sont trop souvent infligés aux petits enfants.

Le mouvement Freinet est sans doute le meilleur exemple de ce que peuvent apporter les mouvements pédagogiques. On sait qu'au départ, l'idée de Célestin Freinet de l'imprimerie à l'école lui fut en quelque sorte imposée par la fatigue du métier pour le rescapé qu'il était des gaz asphyxiants de la première grande tuerie. La pratique de la classe unique conduisit aussi à l'individualisation des approches. L'oeuvre de Freinet a dépassé le cadre du mouvement qu'il anima ; l'Institut coopératif de l'École Moderne, ainsi que sa revue *Le nouvel Educateur* et les fameux fascicules BT en témoignent.

La recherche historique

Recherche ou innovation pédagogique vont de pair avec

recherche historique. Aucun enseignant n'a la prétention d'avoir inventé tout ce qu'il enseigne. L'histoire des découvertes et des inventions, c'est le passé actualisé dans la classe, avec la portée formatrice des exemples bien choisis. Comme élève, j'ai eu un professeur de mathématiques qui ne manquait pas, le 17 février, de rappeler qu'en l'année 1600, à cette date, Giordano Bruno périssait brûlé vif sur le Campo Fiori de Rome pour n'avoir pas voulu renier ce qu'il pensait de l'univers infini.

Introduire la dimension historique dans l'enseignement d'une discipline scientifique n'est pas incompatible avec la rigueur justement cherchée. Au contraire, c'est un des moyens de faire comprendre les voies diverses de l'acquisition du savoir. Depuis toujours, dans les études de lettres, de la philosophie ou des langues anciennes ou modernes, les caractères historiques de leurs développements sont mis en lumière. Rares sont les bacheliers qui ignorent les démêlés de Molière avec les bigots de son temps ou les aventures de Chateaubriand dans le grand nord canadien alors que les mêmes lycéens ne savent pas toujours placer chronologiquement dans le bon ordre Laplace et Lagrange par rapport à Voltaire et Condorcet. Il y a, en histoire des sciences, chez beaucoup d'élèves, d'aussi graves lacunes qu'en astronomie...

J'ai voulu plaider pour un enseignement culturel. Cela m'a entraîné à vanter une nouvelle fois les méthodes actives. N'était-ce pas inévitable ?

