

Amour et désamour pour l'enseignement des mathématiques en France

Jean-Louis Piednoir

Jean-Louis Piednoir est Inspecteur Général honoraire de l'Éducation Nationale. Il a toujours été un membre actif de l'APMEP et, depuis sa création en 1997, de la Société Française de Statistique. Il nous raconte ici l'histoire des programmes de mathématiques depuis environ un siècle.

Des évolutions contradictoires

Vis-à-vis des mathématiques, les réactions des Français ayant bénéficié des enseignements secondaire et supérieur sont contradictoires. Il est à la fois de bon ton de se réjouir de l'excellence de l'École Française de mathématique, de sa réputation internationale et de se glorifier de son échec, lors de ses études secondaires, dans cette discipline. « *Moi, j'ai toujours été nul en maths* » est fréquemment énoncé, mais on n'avouera jamais ses difficultés dans d'autres apprentissages ! L'évolution de l'importance de l'horaire dévolu à l'enseignement des mathématiques et de son contenu illustre aussi cet amour/désamour de la discipline, comme elle reflète les modes intellectuelles et les rapports de force entre différents lobbies. On fera dans le cadre de cet article, un brin polémique, un tour d'horizon de l'histoire de la discipline dans l'enseignement secondaire agrémenté de témoignages personnels pour terminer par une revue des problèmes qui se posent aujourd'hui aux professeurs de la discipline.

Du chacun chez soi à la discipline reine

Au début était le règne sans partage des lettres classiques dans les lycées et d'un enseignement plus pratique dans le primaire supérieur et dans l'enseignement technique où les mathématiques avaient un rôle utilitaire. La réforme de 1902 sera l'occasion d'une entrée en force des sciences et des mathématiques

dans les lycées mais, rapidement, une contre-offensive de l'humanisme classique en réduira les horaires. 1945 voit la réorganisation de l'enseignement secondaire, avec des structures et des programmes qui seront, dans les grandes lignes, encore en vigueur à la fin des années 50.

Jusqu'au début des années 60, une moitié seulement d'une classe d'âge entre en 6^{ème} sur concours puis sur examen. Les autres fréquentent les classes de fin d'études et après 14 ans entrent dans la vie active, en apprentissage ou, pour les plus doués, dans les centres d'apprentissage public, ancêtres de nos lycées professionnels. A l'école primaire, le contenu de l'enseignement mathématique dispensé est centré sur l'arithmétique, l'observation des figures mais pas d'inconnues ni de raisonnement déductif. On résout des problèmes qui auraient pu être réglés par une équation du 1^{er} degré grâce à la méthode dite de fausse supposition.

De la 6^{ème} à la 3^{ème} est dispensé un enseignement de base, algèbre et géométrie, plus développé dans les sections modernes que dans les sections classiques, plus complet en moderne court (les cours complémentaires relevant de l'enseignement primaire). A l'époque, on insiste essentiellement sur la maîtrise du calcul algébrique, sur l'étude des figures géométriques et les démonstrations à grands coups de cas d'égalité des triangles (aujourd'hui, en seconde, on parle de triangles isométriques). L'auteur de ces lignes a été initié à la mathématique par un instituteur

autodidacte, titulaire du seul brevet supérieur (un baccalauréat sans langues vivantes). Il fallait calculer sans faute, aussi a-t-on fait tous les exercices d'algèbre du manuel (Lebossé-Hémery), corrigés à la chaîne, raisonné sur les propriétés des figures, un jeu présenté comme excitant pour l'esprit, malgré la « tricherie » du professeur qui, lui, avait le droit d'expérimenter en superposant des triangles, facilité interdite aux élèves qui devaient démontrer. Malgré des méthodes pédagogiques, disons « troisième république », ce professeur a donné à ses élèves les bases nécessaires à la réussite ultérieure dans la discipline.

Au lycée, figurent très peu de mathématiques dans les sections littéraires, une mathématique visant principalement la formation de l'esprit, donc beaucoup de géométrie déductive ; dans les sections scientifiques, des mathématiques outils (peu de démonstrations mais des formules à appliquer), souvent complexes, mais en lien avec les techniques étudiées dans l'enseignement technique (qui pouvait commencer en classe de 4^{ème}). C'est donc le règne du chacun chez soi : pas de mathématique pour ceux qui, dans leurs études supérieures n'en n'auront pas besoin, des mathématiques conceptuelles pour les futurs scientifiques, des mathématiques appliquées pour les futurs techniciens. Bien sûr, la pratique s'accommodait du niveau des élèves. En première, le programme de géométrie était centré sur la géométrie dans l'espace (spatiale ?!) mais il était entendu qu'à la première partie du baccalauréat, l'épreuve de mathématiques n'y faisait guère référence, contrairement au concours général !

Dans les années 60, la place des mathématiques va se faire plus importante. Le développement scientifique, comme la modernisation des structures de production, y pousse. Le structuralisme est la philosophie dominante, il fait la part belle au conceptuel. L'idée que la mathématique est à la base de

toutes les sciences, donc du progrès, est dominante. La réussite en mathématiques va devenir progressivement un critère de l'excellence scolaire. En même temps, se manifeste une insatisfaction sur les programmes : les grands mathéux auréolés de distinctions internationales critiquent des programmes jugés par trop déconnectés de la mathématique vivante, les expériences tentées en Belgique d'introduire un enseignement plus conceptuel ont les faveurs de la presse. Dans son numéro du 23 juillet 1960, le Figaro littéraire écrit : « *Quiconque a tâté de la méthode des ensembles pour introduire des grands concepts mathématiques s'affirme favorable à moins qu'il ne se lance dans la voie de l'enthousiasme* ». On ne peut être plus clair ! La modernisation des programmes, jugée trop prudente et par étapes, entreprise par l'Inspection générale entre 1957 et 1967, elle-même divisée, ne satisfait pas les plus impatientes (dont l'APMEP de l'époque), malgré les difficultés rencontrées pour recruter massivement les professeurs nécessaires pour faire face à « *l'explosion scolaire* ». Rappelons qu'au tournant de la décennie, on se voyait confier une classe de collège après un baccalauréat « mathématiques élémentaires » et une première année d'études supérieures, sans autre formation ; qu'au CAPES de mathématiques de 1961 à 1963, comme il y avait moins de candidats que de postes, le ministre avait déclaré que tous les candidats seraient reçus, le concours devenant un simple concours de classement, ce qui amena le président du jury, l'Inspecteur Général Thiberge, à demander au ministre l'autorisation d'écarter les candidats ayant obtenu la note 0 ! 40 % des professeurs de la discipline sont des maîtres auxiliaires. Mais le vent était à la modernisation, ce qui enclencha la révolution suivante. Il ne suffisait plus de mettre un peu moins de géométrie et un peu plus d'analyse au lycée, ni d'introduire des probabilités dans la nouvelle filière B du lycée.

La tempête des « mathématiques modernes »

Une réforme radicale des programmes de la maternelle à l'université sera entreprise à la fin des années soixante. L'opinion publique, qui s'intéressait à l'éducation, lui avait créé un climat favorable. Les professeurs d'université les plus prestigieux y poussent, fustigeant l'archaïsme des programmes, l'inutilité des exercices sur la géométrie du triangle. Jean Dieudonné lance son célèbre « À bas Euclide ! ». Le ministre cède à la pression et en janvier 1967, annonce la création d'une commission chargée de réformer l'enseignement des mathématiques. La présidence en est confiée à André Lichnerowicz, appelé familièrement « Lichné », professeur au collège de France ; sa composition est à peu de chose près confiée au président, ardent partisan d'une modification radicale des programmes. La presse applaudit, comme le journal « Le Monde » dans son numéro du 7 janvier 1967. C'est l'époque des mathématiques fondées sur la notion de structure et le plongeon dans le tout conceptuel pour tous. L'abstraction règne en maître. Les ouvrages publiés sous le pseudonyme de Nicolas Bourbaki sont la référence. Les mathématiques appliquées sont méprisées ; Claude Godement dira à une rencontre organisée par l'APMEP : « *ceux qui font des mathématiques appliquées sont incapables de faire des mathématiques pures et, de plus, ils sont vendus aux marchands de canons* » ; un normalien, en entretien avec le directeur des études de mathématiques, lui fait part de son souhait de faire des recherches en statistique. Ce dernier ferme alors son cahier et lui signifie qu'ils n'ont plus rien à se dire.

La commission rend un premier rapport en mars 1967. On y parle de « *mutation intellectuelle* », du « *rôle privilégié pour l'intelligence de ce que nous nommons le réel* ». Elle élabore ensuite les programmes

de sixième et de seconde. Les événements de mai 1968 accélèrent la prise de décisions malgré la valse des ministres et **les nouveaux programmes entrent en application à la rentrée 1969.** En sixième et en cinquième, on introduit le langage des ensembles, les nombres négatifs, on supprime les fractions et on tronque la géométrie. Plus de travaux pratiques, l'abstrait a chassé le concret. En quatrième, on fait de la géométrie affine, donc sans cercle ni rectangle. En troisième, on introduit axiomatiquement les notions métriques d'angle et de distance. En seconde, les notions d'espace vectoriel et de produit scalaire priment sur l'étude des figures. En première et terminale, la notion de structure est prédominante, on introduit les notions de groupe, d'anneau, de corps, et la mécanique est abandonnée au professeur de physique. On va si loin que la définition de la droite connaîtra les honneurs du Canard Enchaîné : « *On appelle droite un ensemble D d'éléments dits points muni d'une bijection g de D dans \mathbb{R} et de toutes celles qui s'en déduisent de la manière suivante :*

a étant un nombre réel arbitraire, on a :

$$\text{soit } f(M) = g(M) + a$$

ou $f(M) = -g(M) + a$ ». Ouf !

Les mises en garde de pédagogues, de ceux qui se soucient des applications, ne sont pas entendues. Les physiciens, dont le prix Nobel Louis Néel, certains mathématiciens, s'opposent aux nouveaux programmes. Des dissidents de l'APMEP créent une nouvelle association insistant sur les mathématiques utiles, en particulier pour la physique. L'Inspecteur Général Magnier répond aux tenants de la réforme : « *Les programmes proposés ne tiennent compte ni des enfants, ni du personnel incapable d'enseigner ces programmes* ». Leurs défenseurs rétorquent : « *Essayons d'évoquer ce type d'élèves intelligents qui ne comprennent rien aux mathématiques [...] je suis convaincu que ce qui l'a arrêté c'est que les mathéma-*

NDLR

Le lecteur peut lire (ou relire) l'article de Gilbert Walusinski : L'instructive histoire d'un échec - Les mathématiques modernes (1955 - 1972) Texte complet sur le site de l'apmep www.apmep.asso.fr/spip.php?article1590

tiques qu'on lui a enseignées, n'étaient pas assez abstraites ». Ils sont soutenus par un mouvement international qui dépasse le cas français.

Sur le terrain c'est la catastrophe. Seule une minorité d'élèves assimile les concepts enseignés par des professeurs qui ont du mal à les maîtriser malgré la création des IREM et les stages mis en place. Dès 1971, la presse commence à brûler ce qu'elle avait soutenu. En 1972, l'académie des sciences intervient, des intellectuels prestigieux dénoncent l'opération « *mathématiques modernes* ». L'APMEP intervient pour obtenir des allègements de programmes, soutenue par certains universitaires comme Gustave Choquet. L'inspection générale est réticente à un nouveau changement, y compris André Magnier, pensant qu'une adaptation naturelle se fera. Une première révision est faite par trois personnes, dont le président de l'APMEP. André Lichnerowicz démissionne en 1973 et les mathématiciens qui avaient soutenu le mouvement se déclarent effarés des conséquences. En 1977, entrent en vigueur de nouveaux programmes qui corrigent les abus axiomatiques et les excès d'abstraction mais ils restent résolument modernes.

Toutefois, le rôle important des mathématiques dans la formation des jeunes, en particulier dans la filière scientifique, n'est pas mis en cause. Dans les collèges, l'avis du professeur de mathématiques devient très important pour obtenir le passage en seconde d'un élève. La filière C, qui démarre en seconde, devient la plus prestigieuse : l'horaire hebdomadaire de mathématiques est de 5 heures en seconde, de 7 heures en première et de 8 heures en terminale. Elle permet toutes les orientations ; elle est la clef d'une scolarité réussie. Peu ou prou, les autres filières suivent sous peine de dévalorisation importante. Le reproche d'élitisme fait à l'enseignement mathématique date de cette époque ; il perdure mal-

gré les profonds changements intervenus depuis.

Le retour en arrière ne s'arrêtera pas là ; au fil des réformes et des changements de programmes, ce sont les notions de structure, d'axiomatisation, l'étude de la logique élémentaire et le vocabulaire de la théorie des ensembles qui disparaîtront au début des années 1980. Subsisteront le primat des transformations sur l'étude des figures en géométrie et l'abandon de la mécanique, de la cosmographie et de la représentation de l'espace par la géométrie descriptive. À noter que l'élitisme commence à inquiéter certains observateurs, le nombre de licences de mathématiques délivrées par les universités stagne autour d'un millier ; il est vrai que ceux qui ont commencé en DEUG scientifique des études mathématiques continuent souvent en licence d'informatique, mais quand même, le système a des difficultés à assurer son propre renouvellement et il faut faire face à l'encadrement des jeunes qui poursuivent leurs études dans les lycées et les lycées professionnels.

En même temps, apparaît une pression sociale pour retarder les choix d'orientation à faire. Successivement sont créées la seconde de détermination par fusion des secondes d'enseignement général et la première S par fusion des premières C et D. Inévitablement, les horaires de mathématiques sont revus à la baisse par comparaison avec ceux de l'ancienne filière C. Ce phénomène préfigure la suite.

Le déclin

A partir des années 90, on observe à la fois une baisse des horaires et une réforme incessante des programmes dans les séries générales qui va donner le tournis aux professeurs de la discipline, les séries technologiques restant relativement sur l'équilibre atteint en 1989. Dans les collèges, l'horaire hebdomadaire était théoriquement de trois heures, mais en pratique une des heures à

*NDLR : les horaires de collège ont été, pendant un temps, définis par une fourchette (entre 3 et 4 heures hebdomadaires).

Aujourd'hui, l'horaire est fixe : 4 heures en 6^{ème} et 3^{ème}, 3 heures 30 en 5^{ème} et 4^{ème}.

Le jeu des dotations horaires globales permet toutefois à certains établissements de maintenir 4 heures à tous les niveaux.

disposition de l'établissement était affectée aux mathématiques. Les nombreuses réformes impulsées par le ministère font que, de plus en plus, les trois heures deviennent la règle*. Mais c'est surtout dans les lycées que le déclin de l'enseignement des mathématiques sera important.

Une importante réforme des études au lycée est mise à l'étude en 1990. 1995 sera l'année du nouveau baccalauréat, elle sera appelée «*Rénovation pédagogique des lycées* ». La filière A1, qui associe lettres et mathématiques, est supprimée. Dans la filière B, devenue ES, l'horaire de mathématiques passe de cinq à trois heures, sauf pour ceux qui choisissent une option «*maths* ». En 1^{ère} S (créée en 1983 par fusion des premières C et D) comme en 1^{ère} S-SI, héritière de la 1^{ère} E, filière scientifique et technologique, on passe de six à cinq heures hebdomadaires. Au niveau de la classe terminale scientifique, le changement est encore plus important. Les filières C, D, E sont fondues en une seule, la filière S. Avant 1994, 53 % des lycéens scientifiques avaient neuf heures de mathématiques par semaine et 47 %, six heures. Maintenant, 29 % d'entre eux en ont 7,5 et 71 % en ont 5,5. On mesure l'importance de la baisse. Un observateur a pu écrire, sans être démenti, qu'un bachelier scientifique avait, lors de ses études, une année de formation mathématique en moins.

La baisse des horaires accompagne d'autres phénomènes. En collège, la voix du professeur de mathématiques n'est plus prépondérante, celle du professeur de langue vivante est de plus en plus écoutée. Au lycée, les changements fréquents de programmes font douter de la pertinence d'une discipline qui, au fond, ne sait pas ce qu'il faut enseigner.

Pourquoi un tel déclin, spécifiquement français ? Comme toujours dans des phénomènes complexes, plusieurs causes peuvent être identifiées. La nomenclature française, issue de l'école des sciences politiques et de

l'ENA, a toujours vu d'un mauvais œil une sélection sur critère scientifique qui, quelque part, menaçait sa légitimité. L'accusation d'élitisme de l'enseignement des mathématiques perdure, malgré la politique de développement des filières scientifiques, de rééquilibrage des séries C et D, d'expansion de la série E, initialisée par Claude Pair alors directeur des lycées, à partir de 1982, et poursuivie par ses successeurs. Politique qui avait obtenu un certain succès, le rapport entre les effectifs des séries C et D était passé de 1 à 3 à 1 à 2 et les filières scientifiques, toutes séries confondues, avaient produit une proportion de bacheliers scientifiques de 19,5 % d'une classe d'âge, proportion inégalée depuis. Sous diverses pressions, le ministère de l'Éducation nationale abandonna cette politique.

En 1988, Jacques Lesourne, polytechnicien, chargé d'un rapport par le ministre René Monory, écrit : «*Les mathématiques ne jouent qu'un rôle de sélection et ne constituent en rien le noyau d'une culture nouvelle* ». En 1995, Claude Allègre, qui sera ministre en 1997, enfonce le clou : «*L'élitisme républicain a gravé la prééminence des mathématiques, c'est-à-dire le refus du réel, au cœur même du système éducatif, donc de tout notre système de sélection* ». Il a fallu sa déclaration en 2001 sur l'inutilité de l'enseignement des mathématiques car, «*pour les applications, il existe des logiciels effectuant automatiquement les calculs et les tracés de courbes nécessaires* », pour voir les mathématiciens français les plus prestigieux protester. Il avait, de plus, rajouté que seule la présence de candidats au CAPES de la discipline faisait que le recrutement de professeurs de mathématiques était maintenu. On voit là la faiblesse de l'influence des mathématiciens français, même les plus grands, et le recul des idées développées dans les années 60. En même temps, d'autres groupes de pres-

sion s'agitaient. Les biologistes regrettaient que la terminale C à dominante mathématique attire les bons élèves au détriment de la terminale D, où leur discipline avait une place dominante ; or, leur groupe de pression, auréolé de succès scientifiques spectaculaires, est bien organisé. Ils ont été soutenus par des physiciens, des chimistes également insatisfaits de la hiérarchie implicite des disciplines : voir les déclarations de Pierre Gille de Gennes, prix Nobel de physique, sur l'inutilité d'une bonne formation en mathématiques pour bien comprendre la physique (alors que dans sa pratique de directeur de la prestigieuse école de physique et chimie, il refusait les étudiants trop faibles en mathématiques !). Ils ont obtenu satisfaction : l'horaire de sciences de la vie et de la terre (SVT) est passé de 2,5 heures à 4 en 1^{ère} S et de 2 heures en TC à 3,5 en TS spécialité math ou physique ; de plus, les travaux personnels encadrés sont majoritairement en SVT, ce qui renforce son horaire. Enfin, le développement scientifique se faisant souvent à l'intersection de plusieurs disciplines, s'est imposé le principe de l'unité de la science pour l'organisation de l'enseignement secondaire alors qu'il est totalement ignoré dès la première année de l'enseignement supérieur.

L'idée dominante est le primat de l'expérience sur le raisonnement. Il est vrai que le développement des outils informatiques permettant l'essor de la simulation introduit la notion, y compris dans l'enseignement des mathématiques, mais rien ne justifie la nécessaire initiation au raisonnement déductif indispensable à la connaissance des algorithmes implantés dans les logiciels. Il faut donner du sens aux apprentissages, cela a entraîné un retour en force des applications dans l'enseignement des lycées : introduction de la statistique, de la théorie des graphes. Il était temps de faire leur place aux mathématiques présentes dans les objets de la vie courante, les études sociologiques

commentées par les médias, les sondages par exemple. Au mot structure de la période des « mathématiques modernes » s'est substitué le mot modélisation, tout un programme !

Pourtant, le déclin de l'enseignement des mathématiques n'est pas inexorable. Il a bénéficié en France d'une conjoncture favorable que l'on ne retrouve pas dans d'autres pays. D'autres ministres, comme le prouvent leurs projets, auraient pris, au moins pour la filière scientifique des lycées, d'autres décisions. Si on se focalise sur **la réforme des lycées, force est de constater qu'elle a échoué sur tous les objectifs poursuivis.** La fin de la section A1 a contribué au déclin de la filière littéraire alors que l'on affichait sa revalorisation. La filière S n'a pas tenu ses promesses : ses effectifs se sont tassés, sa variante SI (sciences de l'ingénieur) n'a pas retrouvé le prestige de la filière E d'avant 1994, les bacheliers S hésitent de plus en plus à faire des études supérieures longues, redoutant un niveau mathématique insuffisant, surtout parmi ceux issus d'un milieu social modeste. Le résultat est clair : accélération de la crise des vocations scientifiques, « dé-démocratisation » des mêmes études. L'élitisme reproché à l'ex-filière C persiste et se renforce sur un mode clandestin et donc socialement encore plus connoté : la spécialité « maths » est choisie par 25 % des élèves, au lieu de 50 % pour l'ex-filière C, et au baccalauréat ils obtiennent, dans toutes les disciplines, des notes en moyenne de un à quatre points supérieures à leurs camarades ayant choisi la spécialité « sciences de la vie et de la terre ». En classe préparatoire (CPGE), les bacheliers S ayant choisi la spécialité mathématique forment 53 % des élèves issus de la filière S. L'hypocrisie règne en maître ! Comme le fait remarquer le sociologue Bernard Convert : « *on ne change pas par décret une hiérarchie des disciplines* ». En plus, la république dépense

davantage. Dans l'enseignement supérieur, la plupart des enseignants, et pas seulement ceux de mathématiques, se plaignent du niveau de leurs étudiants dans la discipline. Bref, cette rénovation pédagogique des lycées a eu des résultats à l'inverse de ceux qui étaient souhaités, on a oublié que l'éducation nationale est comme le restaurant, le menu à prix fixe coûte moins cher que le menu à la carte. On dépense plus pour former moins bien, un chef-d'œuvre !

Beaucoup de pays s'inspirant du système français se sont gardés, avec raison, de promouvoir une telle réforme. Là et ailleurs, force est de constater que les établissements français implantés à l'étranger, organisent pour leurs élèves désirant intégrer les universités scientifiques de leur pays des compléments en mathématiques.

Quel avenir ?

Les promoteurs de la réforme des lycées ont commis, vis-à-vis des mathématiques, une triple erreur. **Une erreur pédagogique** : les mathématiques sont une discipline verticale ; pour goûter à une théorie à un certain niveau, il faut avoir assimilé ce qui est enseigné aux niveaux inférieurs et acquis les automatismes qui libèrent l'esprit des procédures répétitives. Le rattrapage est plus difficile que dans d'autres disciplines, même s'il reste possible comme le montrent les classes passerelles liées aux réorientations. **Une erreur de type épistémologique** : le champ d'application des mathématiques s'est considérablement étendu, y compris dans les sciences humaines, et pour les utilisateurs de modèles mathématiques, il ne suffit pas d'utiliser des logiciels adéquats ; encore faut-il, pour éviter les erreurs d'interprétation, connaître dans les grandes lignes leur fonctionnement. **Une erreur sociologique** : la baisse du niveau mathématique des lycéens fait revoir à la baisse les ambitions, en terme d'orientation, des jeunes issus des milieux les plus modestes, ceux

des milieux privilégiés n'ont rien changé à leurs vœux.

L'enseignement des mathématiques a un triple objectif : participer à la formation intellectuelle (initiation à la logique, acquisition de la rigueur), fournir des outils pour les autres sciences, maîtriser les techniques de la discipline. Tous les programmes sont un cocktail fait de ces trois ingrédients, sa composition varie selon les filières et aussi les modes intellectuelles. L'apprentissage des mathématiques est certes exigeant, mais il n'est pas lié à un élitisme de mauvais aloi comme cela a été démontré.

Il est encore de bon ton de fustiger **la sélection par les mathématiques**, pourtant l'observation de la réalité sociale permet de relativiser drastiquement cette affirmation. Il ne faut pas se focaliser sur les bacheliers S présents dans les classes préparatoires littéraires, on en dénombre 1400 ! A notre connaissance, si ceux qui sont sélectionnés par le baccalauréat S accèdent souvent à des carrières intéressantes, leur pouvoir n'est pas si important. Ils partagent le pouvoir économique avec bien d'autres, ils ne disposent pas du pouvoir politique qui revient essentiellement aux anciens élèves de l'ENA et de Sciences politiques, ils n'ont pas non plus le pouvoir médiatique, les personnalités des médias sont recrutées sur d'autres bases.

On s'aperçoit en France que le déclin de l'enseignement des mathématiques ne favorise pas le développement du pays. Une réaction se fait jour : la filière « lettres et math » est recréée, des professeurs d'écoles d'ingénieurs prestigieuses tirent la sonnette d'alarme, mais on hésite à abandonner le paradigme de l'unité des sciences et à revoir l'architecture de la filière scientifique. Pour combien de temps ?