Tribune libre

Echec scolaire et nouvelle orientation de l'éducation

Jacques Bastier
Lycée Montaigne - BORDEAUX

Les lignes qui suivent ont pour origine un texte de l'été 1988 traduisant mes observations, mes soucis et mes réflexions sur l'évolution de l'enseignement des mathématiques. D'abord adapté pour alimenter la contribution de l'A.P.M.E.P. à la nouvelle Mission Ministérielle, le voici actualisé pour une publication dans notre Bulletin, après les débats dans les médias du début de 1989.

Nous partirons du fait devenu banal et qui intéresse en priorité notre discipline : le pays ne parvient pas à **former suffisamment de scientifiques de haut niveau** pour répondre à des besoins toujours croissants. Les entreprises qui peuvent les payer le plus cher les arrachent aux autres, et cette concurrence ne sauvegarde pas forcément l'intérêt général.

Ce problème est devenu ainsi une priorité pour les responsables politiques. Les professeurs de mathématiques voudraient bien croire, plus que les autres peut-être, à une solution prochaine, malgré

- les échecs au moins relatifs des précédentes réformes ou réformettes,
- les circonstances de moins en moins propices : situation plus dégradée, état d'esprit général peu enclin à l'évolution indispensable, difficulté pour trouver les moyens suffisants pour réagir;
- premières réactions confirmant la réalité de ces obstacles.

Ma peine de formuler un avis peut se justifier par les raisons suivantes :

- J'ai très souvent été dans le passé le porte-parole de jugements plutôt confirmés par l'avenir (voir les rapports du groupe IREM que j'ai dirigé pendant les années 70),
- j'ai connu la plupart des bouleversements de ce dernier demi-siècle ; j'y ai réfléchi et participé avec mes collègues, parfois de bon cœur, parfois à contre-cœur,
- mes proches collègues de lycées, non loin de la retraite, partagent largement mes convictions, avec d'autres plus jeunes aussi parfois.

Notre vision actuelle du problème est sans doute partielle mais repose sur notre vie de chaque jour. Et le temps semble passé où nos Inspecteurs fréquentaient des classes elles-mêmes relativement sans problème, où des Universitaires, membres des Commissions Ministérielles d'alors, pouvaient venir assurer un certain nombre d'heures dans un lycée pour se faire une idée plus précise de l'accueil que les lycéens pouvaient réserver à une notion nouvelle qu'on souhaitait introduire dans les programmes. Aujourd'hui, il faut généralement attendre environ 10 ans et que les enfants touchés par une réforme parviennent dans les Universités ou les Classes Préparatoires pour que la Nation connaisse les conséquences de cette réforme.

Les Français ne semblent pas avoir eu bien conscience que ce dernier demi-siècle a connu deux étapes dans l'extension des étude à tous. Dans la première, presque tous ceux qui en étaient capables ont pu poursuivre le plus loin possible leur formation générale dans un cadre qui avait peu changé. Le niveau moyen de culture de la population s'est alors accru. Mais dans une deuxième étape, on a commis de graves erreurs, partiellement responsables d'une dégradation simultanée de la qualité et de la quantité des formés. Corriger d'abord ces erreurs serait peut-être aujourd'hui la voie la plus réaliste, la plus efficace et la moins coûteuse pour limiter l'échec scolaire et mieux subvenir aux besoins du pays. Tel est l'aspect du problème qui va retenir surtout notre attention et nous conduire sans doute à écrire ou à rappeler quelques vérités que beaucoup préfèrent ignorer, c'est bien naturel.

Les données incontournables du problème: Il y en a quatre, impossibles à changer, du moins à court terme, attachées respectivement : aux élèves, aux professeurs, aux programmes, au temps moyen dont dispose chacun.

LES ÉLEVES :

Ils possèdent deux particularités biologiques qu'on a trop tendance à oublier.

Première particularité : leurs aptitudes intellectuelles (dont certaines essentielles aux mathématiques) varient d'un sujet à l'autre comme, ce qui est admis plus facilement, leurs aptitudes physiques (vitesse à la course, lancer du poids, grimper à la corde,...). Il s'en suit que **chacun admet des performances intellectuelles limites comme des performances physiques limites, variables selon les domaines. L'enseignement général, par un entraînement intellectuel ou physique, peut et doit aider chaque sujet à s'approcher de ses propres limites. Mais il est illusoire et ruineux d'envisager de le mener au-delà !**

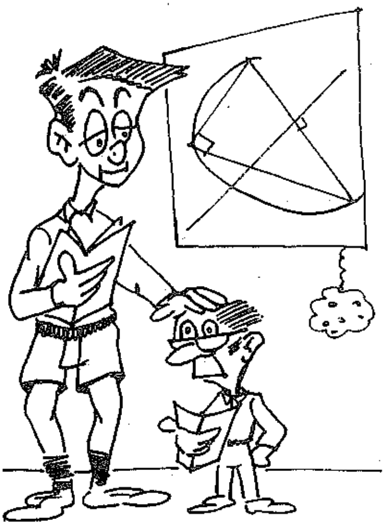
Précisons un peu à quel type de limite de performances intellectuelles nous pensons ici. Avec des méthodes appropriées et un temps suffisant, on peut sûrement obtenir de la plupart des cerveaux qu'ils accumulent de grandes quantités de connaissances et les retiennent longtemps, au moins chez des sujets assez jeunes ou qui en font un usage assez suivi. Il en est de même pour les savoir-faire, en les décomposant, au besoin, en éléments suffisamment simples. Mais ma modeste expérience de l'informatique tend à me persuader de la totale vanité d'un enseignement qui, au mieux, traiterait les cerveaux des élèves comme des cerveaux électroniques et dont en retour on ne pourrait espérer obtenir que le genre de services assurés déjà par les ordinateurs avec infiniment plus de fiabilité et de vélocité. Sans doute, de tels procédés restent envisageables dans les domaines des formations professionnelles où l'homme a une certaine chance de pouvoir concurrencer un moment encore les machines ou pour certains constituants d'une formation primaire de base. Ainsi, malgré les calculettes, il peut être raisonnable d'apprendre encore aux enfants à effectuer à la main les quatre opérations. L'expérience montre le danger couru en voulant étendre à tous n'importe quel savoir commun de base, même en primarisant plus ou moins l'enseignement secondaire lorsqu'on prolonge la scolarité obligatoire. Car on observe déjà ce premier fait dramatique de l'enseignement de masse dans sa forme actuelle : les classes comportent une majorité, qui tend à s'accroître encore, d'élèves pour lesquels **l'enseignement s'est réduit, par la force des choses à ce qu'on**

appelle en informatique, une saisie de données ou une programmation, dans la mesure où n'intervient plus alors ni prise de conscience, ni réflexion de la part des élèves. Et traiter ainsi un élève comme un automate n'est plus formateur, mais déshumanisant. Beaucoup de professeurs de toutes les disciplines sont en train de prendre conscience de ce fait et tentent de réagir mais ceci largement en vain, à cause, entre autre, de ce qui va suivre.

Deuxième particularité : De nombreuses observations ou expériences montrent que le développement du cerveau se fait par étapes et selon une chronologie bien déterminée dans les espèces évoluées. Voici par exemple ce que je viens d'apprendre. En laboratoire, on suture une paupière (en position fermée) à des chats d'une même espèce, pendant 15 jours placés à divers moments de leurs premiers mois de vie et on teste ultérieurement s'ils ont acquis ou non leur vision binoculaire normale. On constate alors que cette faculté ne se développe pas si un obstacle a empêché son développement au moment précis (à quelques jours près) où la nature impose que cela se fasse. Tout nous incite à penser qu'il en est de même pour certaines facultés de notre cerveau, essentielles aux mathématiques et aux futurs scientifiques. Ainsi, et faute de mieux d'après mon expérience personnelle d'élève puis de professeur, subjective mais portant sur un demi-siècle, je situerai environ l'âge des premiers pas, dans l'abstraction et la formalisation en 6ème (résolution algébrique de problèmes très simples) dans la compréhension d'énoncés généraux avec preuve ou utilisation par déduction simple en 4ème, dans l'utilisation simultanée de divers niveaux logiques ou de divers types de raisonnement en seconde. Le second fait dramatique est là : les quelques pour cent d'élèves qui pourraient probablement développer ces aptitudes selon cette chronologie, ne le font plus ou mal car ils se trouvent en minorité dans leur classe au moment critique. Cette situation compromet donc la formation du groupe d'élèves les plus aptes à fournir rapidement les scientifiques dont on manque. S'il existe une proportion non négligeable d'élèves, qui pourraient faire aussi bien, mais plus tardivement, il y aurait là une justification soit des redoublements soit de programmes (de mathématiques en particulier) non attachés, comme actuellement au numéro des classes. Des travaux de didactique ont établi parfois, à quel âge telle notion paraît accessible à la majorité des sujets dans un contexte donné, mais cela ne résout pas le problème tel qu'il se pose aujourd'hui. D'abord parce que ces études portaient davantage sur des notions ponctuelles que sur des facultés générales plus intéressantes mais moins faciles à tester. De plus, baser l'enseignement sur la chronologie adaptée au plus grand nombre, conduit à sacrifier plus ou moins les plus intelligents dont dépendent plus que jamais le développement et le rayonnement du pays.Enfin, n'oublions pas le dicton: *"un tien vaut mieux que deux tu l'auras"*.

Une dernière observation avant de conclure sur ce point. J'ai maintes fois été surpris par certains élèves que la majorité de mes collègues trouvaient bons et qui semblaient radicalement incapables en 4ème et en 2de de franchir certaine étapes de la pensée abstraite ou logique que leurs camarades de classes franchissaient ou avaient franchies, deux ou quatre ans plus tôt. Et aujourd'hui, nous aommes aussi plusieurs à observer de semblables échecs en seconde avec des méthodes qui réussissaient bien dans les anciennes classe de 6ème ou de 4ème. Nous ne pouvons donc plus douter qu'il y ait des âges et des types de classes en dehors desquels certaines acquisitions sont impossibles pour un sujet donné. Et ces conditions favorables ne sont plus que rarement remplies aujourd'hui. Le professeur est alors dans sa classe comme le guide d'un groupe de randonneurs. Il doit impérativement prendre un rythme adapté à la majorité. Tout au plus, peut-il faire porter les plus lents s'ils sont assez peu nombreux. Dans ces conditions, il n'entraîne pas les meilleurs à aller plus loin ou plus vite. Aucun remède à l'échec scolaire ne sera efficace s'il ne tient pas compte de ces données du problème.

LES PROFESSEURS



Rappelons d'abord qu'il n'est ni nécessaire ni suffisant, fort heureusement, de disposer d'un maître de génie pour former un génie. Un élève peut dépasser son maître. Rappelons aussi que vers le milieu de ce siècle, les instituteurs et les professeurs étaient recrutés dans une élite intellectuelle qui ne dépassait pas 5% d'une classe d'âge. Avec le prolongement généralisé des études, admettons, ce qui semble largement évalué, qu'on peut trouver de nos jours une élite de qualité "comparable (?)" dans environ 10% de chaque classe d'âge ; c'est sans doute dans ce seul sens qu'on peut dire que le niveau des français a monté. Mais on ne peut déjà plus espérer recruter encore les instituteurs dans cette élite et il en sera très bientôt de même pour les professeurs de collège et de lycée, au moins pour certaines disciplines comme la nôtre. L'ennui est qu'il ne faut pas espérer trouver dans les 90% restants des sujets maîtrisant parfaitement le raisonnement, dont l'apprentissage reste apparemment encore un de nos objectifs essentiels. La situation pourrait bien être la même pour l'acquisition de la maîtrise de notre langue, même réduite à la partie la plus usuelle, mission prioritaire de l'enseignement obligatoire.

Notre but est ici d'étayer ces affirmations et de voir comment des conceptions et des pratiques différentes de la formation des enseignants et de l'enseignement lui-même, peuvent pallier une situation aussi inquiétante.

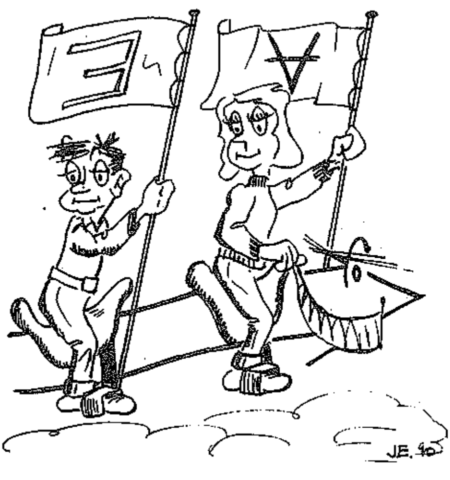
Revenons un instant sur l'état actuel de l'enseignement secondaire : dès le Collège, les professeurs ne semblent plus assurer actuellement que deux tâches :
1- tenter, le plus souvent en vain, de faire acquérir à la majorité, les connaissances de base que les meilleurs possédaient à la sortie de l'Ecole primaire en 1940, soit une tâche d'instituteur (!),
2- obtenir, à force de répétitions, qu'un certain nombre d'élèves acquièrent un savoir-faire d'automate dans quelques situations précises, soit une tâche d'ordinateur (!). Car cela fait penser à la formation des pilotes de ligne à l'aide d'un simulateur de vol, qui, observons-le, ne choque nullement l'esprit. En conséquence, pour que les enseignants de la relève ne contribuent pas à aggraver l'échec scolaire, il suffit qu'ils n'assurent pas plus mal que nous, les deux tâches préalablement citées.

Enseignants et maîtrise du raisonnement (qui n'est pas celle d'une théorie ou d'un formalisme logique). Ne me paraît pas avoir cette maîtrise celui qui déclare presque avant d'avoir lu un énoncé : *je ne sais pas faire ce problème car il n'est pas dans la liste de ceux qu'on m'a enseigné à résoudre.* Pas davantage cet autre qui propose sérieusement une démonstration fausse, d'un résultat lui-même grossièrement invraisemblable. Ajoutons une observation faite récemment dans un jury de concours de recrutement des futurs instituteurs sur le comportement d'un nombre non négligeable de candidats (souvent bac + 2 ou bac + 3 selon la formule à la mode). Question : *si une prairie peut nourrir 3 vaches pendant 8 jours, alors la même prairie pourrait nourrir 6 vaches pendant ??? jours*. Leur réponse : *16*. Incroyable mais vrai ! Il n'est pas impossible que de tels candidats soient aujourd'hui instituteurs, vu l'offre et la demande. Notons en passant qu'une telle question ne devrait pas être posée sans dire qu'on considère la pousse de l'herbe comme négligeable ! Les défaillances sont partout ! Ce cas montre encore, au passage, à quoi aboutit l'enseignement secondaire de masse dans sa conception actuelle. Bien sûr ces candidats n'ont guère réfléchi. Mais n'est-ce pas le système éducatif qui leur a fait prendre l'habitude d'assimiler précipitament une situation à une autre, sans examiner s'il était raisonnable de le faire, et à perdre la réaction primaire du bon sens, qui devrait les pousser à examiner d'abord directement et naïvement la situation avant de recourir, si nécessaire, à une théorie, en principe bien connue d'eux, ou dans le cas contraire à s'abstenir de répondre ? Pour ceux qui pensent que je noircis la réalité, j'ajouterai encore ceci. Je n'ai compté, en plus de trente ans de lycée que deux anciens élèves devenus professeurs de mathématiques et je doute qu'il y en ait eu d'autres. Lycéens d'avant 1970, ces deux-là savaient raisonner. Aujourd'hui, l'un professe en Terminale C et l'autre dans une classe Préparatoire. Après 1970, on m'a confié de plus en plus rarement des stagiaires de CAPES, encore sûrs en raisonnement dès qu'on les sortait des problèmes tout à fait classiques.

Quelle solution adopter avec des professeurs de ce type, les seuls qu'on puisse encore espérer recruter, même en allongeant la durée des études et en augmentant sensiblement les traitements ?

Vers une solution. Les nouveaux professeurs devront se limiter à des sujets précis qu'ils auront eux-mêmes appris, avec la façon de les enseigner dans le cadre de leur formation. Que cela choque ou non, il faudra admettre que ces maîtres assurent, au moins pour l'essentiel, le travail de machines à enseigner (comme le simulateur de vol), en attendant que les machines soient prêtes à les remplacer, au moins partiellement, dans cette tâche. Il faudra renoncer à considérer que l'essentiel de la formation d'un enseignant consiste à lui donner une connaissance aussi profonde et aussi large que possible des disciplines en cause. On peut justifier par plusieurs raisons la nécessité du niveau bac + *n* pour ces futurs maîtres mais en gardant conscience que cela ne leur confèrera nullement la qualité moyenne des instituteurs d'avant-guerre dont les études étaient beaucoup plus courtes. La formation des enseignants des disciplines en déficit de recrutement devra être davantage centrée sur le strict contenu à enseigner, avec pour corollaire un recyclage systématique et général à chaque modification des programmes, ce dont beaucoup de maîtres pouvaient plus ou moins se passer jusque là.

Dernière observation montrant la pression des faits dans leur récente évolution. Durant les années 70, j'ai utilisé avec succès avec des élèves, que j'ai pu suivre de la 4ème à la Terminale C, les deux quantificateurs et le symbole de l'implication, qui me paraissaient aussi fondamentaux que le signe "=" pour faciliter l'expression et la manipulation des raisonnements, même dès le collège. Cependant, à cette époque, certains membres du Supérieur déconseillaient déjà



l'emploi des quantificateurs aux étudiants, devant l'avalanche des incorrections enregistrées. Peu après, notre IPR déconseillait pour des raisons analogues, interdisait même, l'emploi de l'implication aux PEGC dans les collèges. Or, ces dernières années, je dois rejoindre de telles positions aux niveaux TC ou 1ère S. Et je viens d'apprendre que des collègues des Classes Préparatoires font de même après des pratiques remontant à plus de 15 ans. Un symbole, comme un mot, n'a plus qu'à être banni d'une langue lorsqu'il ne véhicule plus un sens précis, ou que presque plus personne ne sait l'utiliser à bon escient. Mais cette situation traduit un fait inquiétant : les notions d'implication et de quantification fondamentales pour comprendre (presque) tout énoncé ou raisonnement (mathématique) sont mal comprises, même dans les classes de futurs scientifiques. Il paraît difficile en effet de penser que les défaillances perçues dans l'expression ou la forme ne traduisent pas des confusions de sens, ou au minimum une absence de rigueur ou de souci de rigueur, également déplorables. Je rapprocherai ceci de l'étonnement d'un collègue littéraire devant le lycéen qui ne distingue pas le *"si"* du *"car"* : confusion observée tous les jours en mathématiques et qui nous amène aux objectifs et au rôle des programmes dans l'échec scolaire.

LES PROGRAMMES

Malgré notre exemple, peu suivi dans les autres disciplines, d'allègements sensibles, ils sont encore, en mathématiques, trop lourds pour beaucoup d'élèves de certaines classes (secondes indifférenciées, futurs TD des premières S par exemple) et à peine suffisants dans les mêmes classes pour préparer les premières S et TC. En fait le mal vient moins des programmes prévus que des programmes effectivement enseignés sous la pression de l'environnement.

L'accord, de principe seulement, sur les allègements nécessaires. En 1989, une réduction des programmes (pour tous) paraît une nécessité absolue à (presque) tous, toutes disciplines confondues, en se basant sur des notions et des objectifs vraiment fondamentaux. Mais il est difficile de passer des principes aux actes. En effet, il saute aux yeux que chaque spécialité attend pour l'instant que ce soit les autres qui réduisent leurs programmes (ou leurs horaires). A l'intérieur de chaque discipline, cela ne se présente pas mieux. La liste des sujets qu'une majorité (relative) souhaiterait ajouter est longue, tandis que celle des questions qu'une majorité (absolue) accepterait de supprimer est souvent vide. Dans ce genre de situation toute consultation démocratique, comme aide à la décision, aboutit forcément à un traquenard ! il ne nous reste qu'un espoir : la pression des événements. Le développement technique de l'informatique à l'échelle mondiale a déjà imposé ce qu'aucune commission internationale n'avait pu faire : des normes et langages enfin communs à toute l'humanité. A l'aube de l'an 2 000, le développement du savoir et de sa diffusion au grand public par les médias, ainsi que le rôle croissant des banques de données, nous convaincra tous, bientôt je l'espère, que les sujets méritant encore de faire partie d'un programme scolaire d'enseignement de masse pré-universitaire, ne sont plus si nombreux. Je constate, en relisant mes carnets aide-mémoire des disciplines scientifiques jusqu'au Bac inclus, qu'ils ne contiennent qu'une très faible partie de mon savoir actuel. Une conversation avec nos élèves un peu curieux révèle déjà l'importance de leurs acquisitions extra-scolaires. Une grande partie d'une culture générale adaptée à notre époque (hors spécialisation) peut être acquise aisément hors du système scolaire par tout esprit correctement préparé à cela. Cette préparation devrait constituer l'essentiel de la mission de l'enseignement secondaire général. Parmi ces moyens, je vois les langages pour l'expression et la communication du savoir (langue maternelle, langages mathématiques, informatique (?), artistique, langues vivantes) et des méthodes d'accès et de contrôle du savoir, ancien ou nouveau et à découvrir (méthode expérimentale, démonstration mathématique, avec certaines particularités liées aux autres disciplines). Une refonte de tous les programmes dans cet esprit serait sans doute salutaire. Des auteurs plus autorisés ont déjà exprimé des idées voisines, y compris dans ce *Bulletin*. Mais ne faut-il pas y revenir, sous des formes plus ou moins variées pour forcer un changement qui tarde trop. Nos élèves doivent trouver plus facilement le temps de réfléchir et de mettre en œuvre leurs acquisitions dans des exercices pratiques qui justifient mieux les efforts de mémoire accomplis.

Une expérience vécue sur savoirs et apprentissages. Durant les années 70, l'IREM m'avait chargé, avec quelques collègues, d'étudier ce que les premiers calculateurs électroniques grand public pouvaient apporter aux élèves et aux professeurs. Nous avons dû recourir à des documents sur l'algorithmique car une formation dans ce domaine, remontant à quelques années et non entretenue par la pratique, ne nous avait pas laissé de souvenirs suffisants. Les notices de constructeurs étaient plus que rudimentaires, nous avons dû mettre en œuvre la méthode expérimentale pour analyser les fonctions de base de ces calculateurs et leur langage de programmation. Il n'était pas question de recyclage malgré la nouveauté de ces machines car nous étions, en France, parmi les premiers à nous en servir. Par la suite, tous les deux ou trois ans, nous avons changé de matériel. Chaque fois, nous avons dû jeter toutes nos fiches personnelles sur les particularités de la machine précédente ainsi que nos programmes d'application. Et nous pouvions aussi oublier le contenu de ces fiches. Par contre, nos méthodes de travail et les algorithmes utilisés on resservi chaque fois avec une efficacité croissante. Nous avons ainsi perçu clairement la différence entre les méthodes ou techniques qui permettent d'accéder à un nouveau savoir, ou à compléter un savoir ancien, et les connaissances qu'il n'est guère utile de mettre en conserve à l'avance et qu'on peut oublier (parfois) après usage.

Quelques suggestions précises, en toute conscience du risque inévitable de déclancher des réaction hostiles des uns ou des autres. Pour avancer, il faut bien se décider à prendre le taureau par les cornes !

EXEMPLES DE SUPPRESSIONS POSSIBLES LIÉES À UN CRITERE DE CHOIX :

- Les statistiques de la plupart des classes : faciles à acquérir hors de l'Ecole ou apparaissant dans diverses autres disciplines sous des formes ne justifiant ni préalable, ni complément en classe de mathématique,

- programmation linéaire et notions d'analyse qui n'apparaissent guère dans les programmes avant le bac en 1950 : trop peu accessible à la majorité , d'un intérêt trop local ou spécialisé,

- projection, translation, homothétie, géométrie analytique des droites, barycentre : faisant double emploi avec d'autres chapitres ou entre des classes de divers niveaux sans véritable possibilité d'approfondissement (voir plus loin).

Donnons quelques éclaircissements sur ces derniers points pour ceux qui seraient surpris.

Allègements en géométrie. Il s'agit des propriétés qui relèvent du groupe de la géométrie affine plane et qui peuvent être établies en faisant appel aux théorèmes et techniques d'un seul des 5 blocs théoriques suivants :
- 1 - géométrie Euclidienne tournant autour de Thalès,
- 2 - géométrie des vecteurs associés aux bipoints, avec égalité, somme et produit par un nombre.
- 3 - barycentres affines,
- 4 - géométrie analytique des droites,
- 5 - géométrie des projections, translations et homothéties.

On pourrait donc ne retenir que le second bloc : la géométrie vectorielle et ceci dès le collège, pour les raisons suivantes :
- 1 - il est exclu de faire totalement l'impasse dessus,
- 2 - elle est proche de l'algèbre comme l'analytique, mais plus proche des figures que cette dernière,
- 3 - en pratique, peu d'élèves parviennent à retenir et à bien utiliser les théorèmes des autres blocs qui permettraient de court-circuiter le calcul vectoriel pour les démonstrations.

Dès lors on pourrait réduire les autres blocs à quelques définitions (à peine indispensables si elles restent des mots) ou n'en parler que dans des thèmes facultatifs. Dans ce cas, les programmes ne feraient guère plus qu'enregistrer un état de fait. Notons que l'aspect analytique ne serait pas totalement sacrifié puisqu'il interviendrait toujours dans la représentation des fonctions affines. En attendant la TC, le recours aux symétries orthogonales ou centrales, qu'il ne peut être question de sacrifier, suffirait largement pour montrer aux élèves comment se servir d'une transformation (et éventuellement de compositions de transformations) pour résoudre des problèmes de configurations, de lieux géométriques ou de constructions. Ainsi, rien d'essentiel ne serait sacrifié au niveau des méthodes.

L'analyse pose un problème plus ardu. Puis-je donner l'avis d'un professeur de lycée qui a vu défiler en plus de 30 ans un tas de conceptions et de présentations de la continuité, des limites, de la dérivation (pour nous en tenir à cela) ? Sauf pour une infime partie des lycéens de première et de terminale, il semble qu'on peut affirmer que les choix des programmes actuels sont très nettement les moins adaptés de ce dernier demi-siècle. Sans doute ces choix étaient destinés à simplifier les notions, tout en préparant les élèves aux techniques de majorations et de minorations très utiles ensuite (pour quelques-uns). L'expérience montre que ces procédés sont vite trop subtils pour être utilisables de façon courante, sauf exceptions rares. De plus, il est très fâcheux de proposer aux élèves une notion de limite reposant sur l'énoncé (provisoire) d'une condition seulement suffisante, quand on sait combien de telles distinctions entraînent de malentendus durables même chez les meilleurs. Cette approche compromet l'apprentissage de la dérivation et oblige le professeur à sauter les démonstrations de nombreux théorèmes (dérivée des somme, produit, etc.) qui ont fait partie longtemps avec succès, du cours de la plupart des classes de premières. Je me hasarderai donc ici, pour ne pas m'en tenir à la seule critique, à faire une proposition sur l'introduction de ces notions.

SUR L'IDÉE DE CONTINUITÉ ET DE LIMITE :

Continuité. Une courbe représentative qui peut être tracée d'un trait continu quand x décrit un intervalle fermé donne l'idée d'une fonction continue (usuelle), plus précisément, $f(x)$ varie aussi peu que l'on veut si x varie assez peu. De l'à-peu-près, bien sûr !

Enoncé pratique admis : sont continues sur un intervalle I toutes les fonctions que l'on peut calculer (approximativement) pour toutes les valeurs de I avec les touches d'une calculatrice scientifique (type 1989). Pour les programmables les plus simples, une seule exclusion est à envisager pour l'instant, la touche "partie entière". On admet, pour la théorie, que ces calculatrices pourraient être perfectionnées pour fournir des valeurs numériques avec une précision fixée arbitrairement grande. Le résultat précédent s'étend si on ajoute une nouvelle touche de fonction continue. C'est le cas pour toute touche d'exécution d'une fonction programmée par l'élève sur une programmable (calculable en utilisant un nombre **fini** de pas de programme!).

Ce point de départ permet de dresser immédiatement une liste de types de fonctions classiques continues avec leurs intervalles de continuité. Il permet aussi de "concevoir" comment définir de nouvelles fonctions continues à partir de fonctions continues déjà recensées et diverses opérations ou compositions.

Limite. Nous dirons alors qu'une fonction f a pour limite l quand x tend vers a appartenant à un intervalle fermé I (pour a et l réels) si et seulement si f est égale à une fonction continue g, sur I privé de a et que $g(a) = l$.[1] Il est facile de voir que ces bases débouchent très directement sur tous les énoncés et sur toutes les techniques classiques élémentaires, avec des démarches partiellement intuitives sans doute, mais qui restent proches des développements théoriques qui seront proposés ultérieurement aux meilleurs. Ceci ne doit pas conduire pour autant à réintroduire dans les programmes des démonstrations ou des propositions qui n'en font plus obligatoirement partie.

Au-delà de la formation primaire, l'allègement des programmes pourrait reposer essentiellement sur les principes suivants :
- renoncer à toute étude plus ou moins exhaustive d'aucun des constituants traditionnels : arithmétique, algèbre, géométrie, analyse,
- retenir les noyaux (la mode !) qui se prêtent le mieux, pour un minimum de connaissances à un maximum d'exercices vraiment éducatifs du point de vue de l'apprentissage et de la mise en œuvre des méthodes mathématiques pour la découverte et la preuve de la vérité,
- veiller à mieux adapter les choix à la composition actuelle des classes et éviter les répétitions résultant parfois de choix prématurés,
- introduire le maximum de variétés dans les choix,
- se baser enfin sur la plus grande utilité probable pour le plus grand nombre pour comprendre le monde (culture) ou pour accéder au milieu professionnel.

Selon ces principes, l'arithmétique et la combinatoire, des notions sur les ensembles finis, les connecteurs et l'algorithmique aussi probablement,

---

[1] pour f définie seulement sur I sauf peut-être en a, et g continue sur I.

mériteraient d'occuper plus de place. Par contre, il faudrait se résoudre à des coupes plus sévères dans mes deux sous-disciplines de prédilection où je viens de donner l'exemple de sacrifices qui coûtent. Il s'agit de la géométrie et de l'analyse proprement dite, par opposition à l'algèbre classique qui lui sert de toile de fond. Revenons un peu sur la géométrie qui est exemplaire. Vers les années 40, la géométrie (plane ou espace en 1ère) formait la moitié des programmes, mais avant tout comme cadre (lourd) à un apprentissage concret de l'heuristique et du raisonnement déductif. Les propriétés géométriques en cause, n'avaient pas en elles-mêmes un intérêt majeur, pas plus qu'aujourd'hui. Le latin est dans ce cas aussi, je pense. Dans le contexte scolaire actuel il est tout aussi exclu d'envisager le latin pour tous (c'est une option) que la géométrie d'autrefois pour tous (non prévue en tant qu'option). Il est inconcevable que la majorité des élèves connaissent les centaines de théorèmes fournissant les matériaux de base des apprentissages en question. Mais le choix impératif de sous-ensembles plus utilisables ne semble possible que si l'on admet, une fois pour toutes, que les propriétés des configurations ne sont pour la plupart, pas plus importantes que les propriétés de tous les objets ou êtres figurant dans la nature ou créés par l'homme. Et chacun de nous doit se résoudre à ne connaître qu'une partie infime de ces propriétés. **Plus simplement, tout est important mais rien (ou presque) n'est indispensable.**

Dans cet esprit, les relations d'incidence et d'orthogonalité ainsi que les symétries orthogonales et centrales pourraient former un premier noyau de géométrie (non analytique) plane (avec espace si le temps nous était donné !). La géométrie vectorielle, déjà citée, suivrait, puis un peu de géométrie métrique à partir du théorème de Pythagore, ceci pour les Collèges. Ces bases prépareraient l'introduction du produit scalaire lié à la fois aux coordonnées orthonormales et à la trigonométrie de seconde sans orientation (cosinus seul).

L'idée de toute présentation déductive un peu structurée de la géométrie de l'espace a, en pratique, plus ou moins disparu. L'observation d'objets spaciaux, leur fabrication par découpage et collage ou autres manipulations, relèvent plutôt des activités extra-scolaires qui, faute de temps, pourraient apparaître encore jusqu'en cinquième, mais plutôt dans les thèmes facultatifs. L'étude de l'extension à l'espace de certaines notions de géométrie plane à partir de la Première S et selon les programmes en vigueur semble une ambition bien suffisante.

Ces conceptions seraient bien sûr à remettre en cause dans le cas d'options ou de filières avec pré-spécialisation, lesquelles rappelons-le ont presque disparu jusqu'au bac inclus. En effet, les bacheliers C eux-mêmes ne poursuivent aujourd'hui, que dans une faible proportion, les études scientifiques pour lesquelles leurs programmes ont été conçus.

Avant de passer au dernier point, je voudrais faire part d'un malaise provoqué, au moins chez les professeurs de plus de cinquante ans, par des idées plus ou moins en vogue et leur conséquence dans le libellé des programmes et la pratique qui en est faite.

1- Le nombre de propositions que nos élèves doivent apprendre à appliquer après les avoir admises sans démonstration croît constamment. De ce fait, le discours du professeur doit être de plus en plus consacré à faire comprendre les propositions en question. Or, les élèves n'en retiennent que des exemples de pseudo-justifications mathématiques. Ainsi, même si le maître a parfaitement conscience du problème et pèse ses mots, les élèves retiennent : *l'addition est commutative car $2 + 3 = 3 + 2$* , même si personne ne leur a dit exactement cela. Plus tard, on les voit s'étonner : *"mais Monsieur, on ne peut pas alors montrer avec un exemple ?"*. Cela ne se produirait pas s'ils voyaient et comprenaient un nombre suffisant de raisonnements véritables avant une accumulation d'énoncés admis parcequ'indémontrables pour une raison, même excellente. Là encore, la solution est un choix plus strict des propositions à mettre dans un programme à un niveau donné.

2- Admettre, voire préconiser largement les abus de langage et de notation. Beaucoup d'élèves (et presque tous aujourd'hui) ont beaucoup de mal à distinguer bipoint, segment, distance, vecteur, coordonnée et simple nombre malgré des notations distinctes assez régulièrement utilisées et qui les aident s'ils veulent bien faire un peu attention. Recommander aux professeurs, même en première S, de ne pas hésiter à utiliser le signe "=" à la place d'une notation de congruence entre des mesures généralisées d'un même angle orienté du plan orienté est très imprudent. Un minimum de connaissances sur les congruences serait à introduire ou à conserver dans les programmes car cette notion est intuitive, facile à retenir et à manier et intervient dans de nombreuses situations matérielles familières : horloges, compteurs mécaniques ou électroniques, codes informatiques.

3- L'idée la plus insidieuse est qu'il existe des degrés dans la rigueur mathématique qui justifierait que l'on accepte sans réserve bien des à-peu-près dans le raisonnement de nos élèves ou la façon de l'exprimer. Sans doute, l'histoire montre que cette notion de rigueur a évolué au cours des temps, c'est vrai, mais c'est parcequ'on examine les mathématiques en cours de découverte et souvent avant que le langage approprié ne soit mis au point. Aujourd'hui aussi, celui qui cherche la solution d'un problème passe par des phases de tâtonnements durant lesquelles, il énonce des conjectures parfois fausses ou s'assure qu'une conjecture est "probablement" vraie par des procédés qui n'ont pas valeur de preuve mathématique. Ces étapes sont essentielles, et exigeraient que les élèves y consacrent plus de temps. Des compte-rendus de ces phases de tâtonnements mériteraient une plus grande place dans l'enseignement sous réserve qu'ils n'entraînent pas de confusion supplémentaire dans l'esprit des élèves. Or le risque est grand, dans l'enseignement de masse, vu que les aptitudes à l'analyse et à la synthèse d'une situation varient considérablement d'un individu à l'autre. Ces phases d'approche de la vérité ne doivent donc pas envahir notre enseignement (pas plus que les énoncés admis) sous peine d'inconvénients semblables. Dès lors, soulever le problème d'une rigueur relative des mathématiques ne devrait pas se poser. Dès que le jeu de propositions sur lesquelles peut s'appuyer une démonstration mathématique a été fixé, ses normes de validité devraient être parfaitement claires à tous, élèves et professeurs. Il s'agit là d'une des originalités spécifiques de notre discipline.

LE TEMPS

Il conditionne tout et, de plus : "le temps c'est de l'argent"! Faisons un peu d'arithmétique, au niveau d'ordres de grandeur pour simplifier. Partons d'élèves et de professeurs travaillant 40 heures par semaine avec 20 heures de cours pour les ces derniers et 30 heures pour les autres dont 6 heures de mathématiques par semaine en classes de 36 élèves. En répartissant également le temps, un élève peut consacrer hors classe 1 heure et demie par semaine à des mathématiques non impérialistes. Pour un professeur qui répartirait tout son temps en relations individuelles avec ses élèves, ce qui est inconcevable, cela lui laisserait 10 minutes par semaine et par élève aussi bien en classe que hors de la classe. Or ces temps sont pour tous dérisoires par rapports aux besoins de la majorité des élèves. En effet, l'observation des élèves en travaux dirigés ou durant les contrôles montre ce qu'il est possible de leur demander pour une heure de travail personnel : un exercice simple, court, sortant à peine de l'exercice d'imitation excepté pour quelques rares (3 à 6) élèves par classe. Dans ces conditions aucun espoir de leur faire assimiler une partie notable des programmes. De même, 10 minutes pour la correction individuelle d'un devoir ou d'un contrôle ne permet guère d'annoter celui-ci, dès lors qu'il comporte des fautes de calcul, de raisonnement ou d'expression à peu près dans chaque ligne. Malheureusement, nous rencontrons cette situation de façon chronique dans les secondes indifférenciées et à un degré seulement un peu atténué dans les premières S surtout depuis qu'on tente, en augmentant leurs effectifs, d'augmenter le nombre des candidats aux baccalauréats scientifiques. Faut-il proférer des lapalissades ? Nos élèves progresseront davantage en mathématiques, toutes choses égales par ailleurs, s'ils peuvent y consacrer plus de temps. Ce temps ne peut être pris que sur d'autres disciplines : est-ce envisageable ? Par ailleurs, s'il s'agit de temps de travail personnel, encore faut-il qu'un élève soit capable de bien utiliser seul ce temps. Les plus courageux ne rechignent pas pour apprendre quelques théorèmes ou formules de plus ou faire un exercice d'imitation de plus. Malheureusement ce genre d'occupation est peu éducatif et moins utile que par le passé.

CONCLUSION

Les faits sont là. Réduire les effectifs de toutes les classe à moins de 30 élèves et augmenter très sensiblement les traitements des enseignants devrait coûter déjà plusieurs milliards de francs. Nous venons de voir qu'on ne pourrait pas en attendre pour autant une amélioration-miracle de la situation, pas plus d'ailleurs que de redoublements plus ou moins nombreux, ou de soutiens plus systématiques et mieux organisés.

Il est indispensable de prendre en compte les aptitudes intellectuelles des élèves aussi variées que leurs aptitudes physiques et les âges critiques pour le développement de certaines d'entre elles. L'enseignement de masse ne sera efficace pour personne sans une large diversification des classes, probablement dès les quatrièmes, pour les adapter aux divers types d'élèves. L'égalité des chances pour chacun de développer au mieux ses propres aptitudes devra reposer sur des programmes eux-mêmes plus diversifiés et plus indépendants les uns des autres parcequ'ils reposent moins sur une accumulation de connaissances par couches successives. Nous avons essayé d'éclaircir ceci pour notre discipline en distinguant les étapes dans l'apprentissage du raisonnement et de l'abstraction qui doivent être décisives sur la suite des études envisageables à un moment donné pour un élève donné. Ce genre de distinction doit pouvoir jouer simultanément pour certains groupes de disciplines. Par exemple, dans l'état actuel des disciplines scientifiques, chacune peut se présenter plutôt comme une science d'observation et de classification ou comme une science expérimentale ou comme une science proche des mathématiques abstraites. Pour les disciplines dites littéraires, des distinctions de ce genre sont probablement possibles aussi. Autrefois les bons en latin étaient bien souvent aussi les bons en géométrie! On voit donc comment une concertation entre les disciplines pourrait aboutir à un minimum de cohérence dans la diversification nécessaire. Ce point de vue permet d'envisager, nous l'avons dit, un cloisonnement moins absolu entre les disciplines mais pas du tout dans le sens habituel : ajoutons en mathématique des barycentres ou des statistiques parceque d'autres pourraient bientôt s'en servir. Pourquoi ne pas envisager dans l'autre sens l'utilisation d'une extension de la notion antérieure du centre des masses du physicien pour résoudre commodément certaines questions de géométrie. Notons enfin que l'évolution du milieu dans lequel on pourra recruter les professeurs (de mathématiques en particulier) obligera, plus que par le passé à les former plus spécialement pour les tâches qui leur seront confiées et à les recycler à chaque changement de celles-ci.

Des études statistiques récentes faites dans mon lycée sur l'évolution des notes de tous les élèves de seconde qui sont passés en Première S a montré des chutes comparables dans les trois disciplines scientifiques. On peut considérer que cela montre que ces trois disciplines sont également exigentes ou encore que les mathématiques ne sont plus, à ce niveau, ni impérialistes, ni la base d'une sélection critiquable. Ce serait même plutôt le contraire, du moins dans ce lycée. Cependant, il faut remarquer qu'il serait malsain pour tous de maintenir dans une classe une concurrence entre les disciplines jouissant des mêmes coefficients alors qu'elles ne présenteraient pas des degrés de difficulté comparables. L'évolution parfois très fâcheuse des TC ces dernières années est due à une difficulté trop grande des mathématiques par rapport à son coefficient relatif au bac. Cela incite naturellement tous les élèves à sacrifier plus ou moins les mathématiques aux autres disciplines et à fournir des bacheliers souvent médiocres dans cette discipline, même parmi les mentionnés.

L'échec scolaire provient en fin de compte d'une fausse conception de l'égalité des chances dans l'enseignement de masse et de la soumission à la loi généreuse mais aveugle des grands nombres. Il ne faut pas oublier que ce qui est rare est souvent précieux, et doit être alors raisonnablement distingué, dans l'intérêt de tous.

Il faut donc :

- déceler et développer les qualités spécifiques de chaque élève en relation avec ses goûts et avec les besoins de la société ;

- distinguer et utiliser les professeurs selon les particularités de leur compétence et de leur discipline ;

- donner à chacun le temps et les bons objectifs, à l'intérieur de regroupements judicieux des uns avec les autres.