

L'enseignement des mathématiques à l'ère des autoroutes de l'information : finalités et contenus

Gérard Kuntz
IREM de Strasbourg

***Résumé :** Les nouvelles technologies de l'information représentent une chance de repenser et de rééquilibrer l'enseignement des mathématiques¹. Le mouvement est largement amorcé. Chacun a pu mesurer l'influence considérable des calculatrices sur la présentation des concepts et sur la pratique des élèves. La généralisation de l'accès à Internet annonce des bouleversements autrement plus prometteurs (ou redoutables). L'information va être accessible sans délais à tous. Encore faut-il savoir la comprendre, la trier, la hiérarchiser, la discuter. Beaucoup d'élèves éprouvent de graves difficultés dans ces domaines. Si le système éducatif se mobilise (dès l'école primaire) pour former les jeunes esprits à ces démarches difficiles, mais fondamentales, l'autonomie des élèves face à la connaissance ne se limitera plus à de simples incantations. Les enseignants pourront alors se consacrer aux notions difficiles, celles qui résistent² et*

¹ C'est vrai aussi pour la plupart des autres disciplines.

² Par exemple, les nombreux obstacles épistémologiques que contiennent les programmes.

qu'une immense majorité d'élèves ne peut apprendre sans eux. On sortira alors de l'accumulation de connaissances volatiles pour entrer dans l'ère de la formation des esprits.

Le paresseux plonge sa main dans le plat, et il trouve pénible de la ramener à sa bouche

Livre des Proverbes, chapitre 26, verset 15.

La première expérience ou, pour parler plus exactement, l'observation première est toujours un premier obstacle pour la culture scientifique. En effet cette observation première se présente avec un luxe d'images; elle est pittoresque, concrète, naturelle, facile. Il n'y a qu'à la décrire et à s'émerveiller. On croit alors la comprendre.

Gaston Bachelard³.

Dans la formation d'un esprit scientifique, le premier obstacle, c'est l'expérience première, c'est l'expérience placée avant et au-dessus de la critique qui, elle, est nécessairement un élément intégrant de l'esprit scientifique.

Gaston Bachelard⁴

Ainsi donc, en cette année 1998⁵, la France entre en modernité ! Elle s'équipe enfin d'ordinateurs et s'abonne à Internet. Même le « mammouth » va bénéficier prochainement des bienfaits des « nouvelles technologies », Monsieur Allègre l'a juré !

Les chercheurs, les universitaires, comme le monde industriel, n'ont pas attendu ce tapage médiatique pour fréquenter les autoroutes de l'information. Par elles, la science *en train de se faire* est accessible *partout et sans délais*. Publicité des produits et des services, diffusion du savoir, colloque permanent à l'échelle mondiale, la révolution est profonde et le progrès incontestable.

Les élèves *en formation initiale* acquièrent, lentement et sur la longue durée, les clés de compréhension du monde. Au fil des années et au prix de beaucoup de travail, la rationalité s'édifie, la sensibilité s'affine et le citoyen en devenir prend conscience de ses droits et devoirs. La science diffusée au collège et au lycée est *ancienne et accessible* : au CDI, chaque élève trouve mention de tout ce qui a fait évoluer le monde. De quoi occuper plusieurs vies... Un documentaliste qualifié réduit les temps d'accès à des durées supportables aux élèves les plus pressés.

³ La formation de l'esprit scientifique, Vrin 1980, page 19.

⁴ La formation de l'esprit scientifique, Vrin 1980, page 23.

⁵ Ce texte a été écrit début 98.

La difficulté ne réside plus dans l'accès à l'information. Elle se manifeste, massive et douloureuse, au moment du *traitement*. Chaque enseignant connaît l'extrême embarras d'une majorité d'élèves pour tirer parti d'un document : comprendre le sens général, extraire les éléments pertinents, reformuler certains passages, résumer ou contracter, interpréter graphiques et images, distinguer leur valeur (illustration, argumentation, etc.) et les intégrer. La tâche se complique extraordinairement lorsqu'il s'agit de faire la synthèse de plusieurs documents.

L'outil multimédia masque ces difficultés, mais les amplifie. La virtuosité des jeunes utilisateurs à *surfer*⁶ sur les réseaux ou sur les CD-ROM *crée l'illusion d'une maîtrise de l'information*. Les nouvelles techniques renforcent les obstacles en augmentant le débit de l'information et en diversifiant ses formes (sur le même écran, du texte, des images, des graphiques et simultanément du commentaire oral et/ou de la musique). Par quel miracle, un élève qui peine à exploiter un document simple et inerte deviendrait-il expert pour *s'approprier* une information rapide, dense, changeante et multiforme ? L'arrêt sur image, sur texte ou sur graphique, leur examen prolongé, ne sont pas pratique courante pour les surfeurs⁷. Prendre des notes semble incompatible avec les nouveaux médias. Dans le meilleur des cas, on se contente de copies sur imprimante⁸. Et nous voilà revenus à la case départ, à la nécessité (et à la difficulté) de traiter l'information obtenue.

Introduire l'outil multimédia dans le système éducatif tel qu'il est, c'est monter un moteur de Formule 1 sur une charrette à bras⁹. En formation initiale, l'utilisation (avec un minimum d'efficacité) des nouveaux outils

⁶ C'est un nouvel avatar du « petit génie de l'informatique » du début des années 90, qui a mystérieusement disparu du discours médiatique. Pas plus que les bricoleurs de programmes d'hier, les surfeurs d'aujourd'hui n'ont d'avenir dans les entreprises s'ils ne transforment pas leur habileté naturelle en science véritable. Peu de footballeurs doués font une carrière durable, sans un entraînement régulier et acharné...

⁷ En début d'année, il faut se battre pour que les élèves travaillant en environnement informatique examinent avec attention et interprètent les courbes que tracent les calculatrices ou les logiciels. Beaucoup imaginent que les tracés obtenus constituent le point final de l'activité !

⁸ Dans un « excellent lycée » alsacien, une élève s'est contentée de fournir des photocopies d'encyclopédie comme fruit d'une recherche documentaire. L'enseignant lui a fait remarquer que le travail demandé (le traitement de l'information collectée) n'avait pas été fait. Protestation courroucée des parents auprès du Proviseur : « Notre fille a fourni au professeur l'état actuel de la question ! ».

⁹ François Jacob utilise cette image dans son livre « La statue intérieure » pour désigner l'étrange attelage du néocortex et du cerveau reptilien.

exige des préalables. Les priorités imposées par les technologies de l'information sont claires et exigeantes.

D'abord *apprendre à lire un document* : comprendre son vocabulaire, sa structure, ses axes essentiels ; interpréter les graphiques, déceler les parties pertinentes d'une image, d'un discours ou d'une musique et les mettre en relation avec le texte.

Savoir apprécier différents documents sur un thème donné : *trier, sélectionner, hiérarchiser*, voilà des compétences capitales face à l'inflation de l'information.

Une recherche documentaire informatique (surtout quand elle est menée maladroitement...) se révèle souvent pléthorique, donc décevante. *Parcourir en diagonale* un document suffit à l'expert pour en évaluer la portée dans sa recherche. L'apprenti chercheur, lui, doit acquérir cette habileté.

Enfin, faire *la synthèse* de plusieurs documents¹⁰.

Au collège et au lycée, la formation mathématique inscrite dans les programmes et leurs commentaires prépare remarquablement à ces activités intellectuelles. L'usage d'un vocabulaire précis et de concepts définis dans le moindre détail, la nécessité de déceler l'information pertinente dans les énoncés, de l'organiser en fonction du but poursuivi, la mise en œuvre des connaissances de la discipline structurées en réseau et l'absolue nécessité de les hiérarchiser pour en tirer parti, les constants changements de cadre et de registres, indispensables pour résoudre des problèmes, *voilà des aptitudes dont le transfert vers la recherche documentaire est précieux*. Hélas, l'obsession de la « réussite », confondue avec les trompeuses statistiques du baccalauréat, enlève beaucoup de réalité aux intentions affichées. Les activités riches, formatrices et transférables - mais coûteuses en temps - sont trop souvent remplacées par des exercices répétitifs et ennuyeux qui préparent à l'examen plutôt qu'à la vie intellectuelle ! Quant aux synthèses, faute de temps, elles incombent généralement aux enseignants qui en ont fait - c'est une caractéristique française - leur domaine réservé.

Les aptitudes requises par les technologies de l'information ne présentent guère de nouveauté par rapport à celles que soulignaient des circulaires ministérielles déjà anciennes¹¹ : savoir traiter l'information est une compétence essentielle dans la société actuelle, *indépendamment des*

¹⁰ Dans la vie sociale et professionnelle, cette activité est permanente. Pour y préparer les futurs techniciens supérieurs, une épreuve de ce type a été introduite à l'examen du BTS, avec des résultats plus que décevants.

¹¹ Elles sont restées à l'état de vœux pieux, faute de consacrer le temps nécessaire à ces démarches complexes : les programmes sont si chargés...

nouveaux moyens techniques. Mais, à l'ère du multimédia, une formation insuffisante est *une forme d'illettrisme aux conséquences incalculables*.

Il faut d'abord convaincre les élèves *que surfer n'est pas apprendre* et que l'arrêt sur les documents, l'examen critique, sont indispensables. Bien sûr, le temps de l'errance à la recherche des documents est abrégé par une interrogation méthodique des bases de données (une réflexion préalable et un peu de logique booléenne la facilitent) : les joies du surf doivent être réservées à la flânerie et aux activités ludiques.

Qu'on ne s'y trompe pas : apprendre à lire ainsi suppose un effort considérable, de l'école élémentaire au baccalauréat. Il faut y consacrer beaucoup de temps et en faire un objectif prioritaire dans toutes les disciplines... La face de l'école pourrait en être changée.

En effet, les élèves qui ont acquis ces compétences savent *apprendre par eux-mêmes* : il n'est pas nécessaire de les noyer sous un flot de connaissances qu'ils ne maîtriseraient pas. Des chapitres simples peuvent faire l'objet d'une recherche documentaire avec synthèse en classe. D'autres disparaissent des programmes : en cas de besoin, les élèves savent les retrouver. Les enseignants peuvent alors consacrer tout le temps nécessaire *aux notions difficiles, aux obstacles épistémologiques*¹² dont on ne triomphe que lentement, par des efforts répétés, sur la longue durée, et dont la vertu formatrice est avérée. Dans les classes scientifiques, le calcul différentiel et intégral relève de cette catégorie : il faut y passer tout le temps nécessaire pour qu'au sortir du lycée, la richesse en soit comprise (c'est loin d'être le cas actuellement). L'équation du second degré, le pivot de Gauss et les coniques sont en revanche accessibles aux élèves par une recherche personnelle, avec une aide limitée des enseignants.

Une réduction sensible des programmes est ainsi possible, *sans dommage pour les élèves* (pourvu que l'on sache résister à la tentation de réduire simultanément les horaires). Et dans la vie professionnelle, l'autonomie et la capacité d'apprendre par soi-même avec une aide limitée - stages, transfert de compétences au sein des entreprises - sont des qualités appréciées !

Le travail en groupe est particulièrement adapté aux recherches documentaires et à la mise au point. Il est une façon de lutter, en formation initiale, contre un individualisme que rien ne justifie (ni l'éthique, ni l'efficacité) et qui nuit à une bonne intégration dans la vie sociale et

¹² Voir « Saut d'obstacle » dans Repères-Irem n° 22 et « Saut d'obstacle : gare aux approximations ! » dans Repères-Irem n° 31.

professionnelle. Dans le groupe, chacun apporte sa pierre, discute, exerce son sens critique.

Le rôle de l'enseignant est alors profondément modifié. Responsable de la transmission d'une science réellement profonde et difficile¹³, il participe aux synthèses des groupes de recherche documentaire pour rectifier des erreurs, prolonger certains aspects et évaluer la qualité du travail. Il est appelé à s'exprimer sur des aspects imprévus qu'engendre inévitablement cette façon de faire : toutes les questions qui émergent peuvent-elles être traitées au moment où elles se posent ? À quel prix (temps nécessaire, notions nouvelles à acquérir pour les aborder) ? Flâner dans les systèmes documentaires conduit à d'intéressantes découvertes. Il convient d'en mesurer la portée¹⁴.

Cette façon d'apprendre *ne permet, en aucune façon, de réduire les horaires*. Comprendre ce qu'on fait demande sensiblement plus de temps qu'apprendre une science non maîtrisée¹⁵, donc volatile. Une formation de base solide et ouverte est à ce prix.

Je rêve¹⁶ d'enseigner de cette manière, d'accompagner le travail documentaire des élèves et de consacrer plus de temps à l'essentiel. Je suis persuadé que tous y gagneraient en plaisir et en efficacité. Mais il faut, pour que le rêve prenne corps, que chaque élève apprenne à traiter l'information. *C'est aujourd'hui la responsabilité première de l'école*. L'arrivée prochaine des outils multimédias au lycée renforce cette nécessité : ils ouvrent des espaces illimités de culture à ceux qui possèdent ces aptitudes. Mais ils laissent au bord du chemin ceux qui en sont dépourvus.

¹³ Cela se fait sur la longue durée, par différentes approches : travaux introductifs, cours, exposés d'élèves, mise en œuvre des notions en travaux dirigés, en environnement informatique, étude de situations extrêmes, travaux de synthèse (personnels ou en groupes).

¹⁴ L'introduction de l'informatique en cours de mathématiques donne aux élèves de nouvelles initiatives. Il leur arrive d'expérimenter et d'émettre des conjectures que l'enseignant n'avait pas prévues. La séance en est enrichie. Mais certains enseignants sont fortement déstabilisés par cette perte de maîtrise de l'activité. On comprend leurs réticences face aux grands systèmes documentaires dont l'usage avec les élèves suppose de solides capacités d'adaptation.

¹⁵ L'apprentissage en autonomie demande *actuellement* trois fois plus de temps (en moyenne) que la transmission des connaissances sous forme de cours. Mais ce coût est largement compensé par l'intense activité intellectuelle qu'y déploient les élèves pour s'approprier, avec l'aide de l'enseignant, la science qui leur est proposée. Il est probable qu'une pratique plus fréquente de ce type d'apprentissage réduirait la durée d'assimilation.

¹⁶ Est-ce vraiment utopique ? L'école primaire Vitruve (20ème arrondissement de Paris) présentée lors de la « Marche du siècle » du 7 Janvier 1998 n'est pas loin de vivre ce rêve au quotidien. Ce n'est pourtant pas une école d'une zone « favorisée ».