

## Pourquoi je suis favorable à l'épreuve pratique de Mathématiques en Terminale S ?

- 1) Il faut bien commencer quelque part pour introduire la manipulation des logiciels de représentation et de calcul en mathématiques. En France, ce quelque part s'appelle invariablement le baccalauréat, lorsque les changements ne se font pas par une inflexion naturelle des pratiques d'enseignement.
- 2) Les acteurs mathématiques doivent se confronter dans le débat à la représentation qu'ils ont et qu'ils donnent de leur discipline. Le monde numérique, les logiciels et l'ordinateur deviennent aujourd'hui pour les mathématiques de nouveaux supports et de nouveaux instruments comme le furent, par exemple, en leur temps, les chiffres écrits qui ont succédé aux abaquages, non sans résistance et douleur. Le calcul n'a pas disparu pour autant, il a simplement changé de forme! Il a encore muté de nos jours avec la généralisation de l'informatique, du logiciel, des supports et des modes de représentation et de calcul.
- 3) Les acteurs mathématiques doivent aujourd'hui se poser la question de la place des mathématiques, dans la science et plus particulièrement à côté et au sein de l'informatique. Dans la société actuelle, mathématiques et informatique deviennent difficilement séparables. Les mathématiques ont propulsé l'informatique qui elle-même alimente les mathématiques en nouveaux et difficiles problèmes à résoudre. L'union doit donc être officialisée sous peine de voir disparaître à moyen terme dans l'enseignement l'une des deux disciplines, et il n'est pas difficile de savoir de laquelle il s'agira !
- 4) Une frontière hermétique entre l'univers mathématique et leur environnement externe est de plus en plus difficile à conserver artificiellement et demande des arguments qui ne collent plus vraiment avec le vécu des élèves. Si l'on peut toujours idéaliser les mathématiques et les placer au sommet d'une pyramide des sciences dont elles seraient seules détentrices de la vérité et de la perfection et dont les ancêtres mathématiciens seraient les garants, elles n'ont plus le monopole de ce prestige. Elles passent même pour vieillottes et en retard puisque l'informatique est maintenant capable de répéter sans broncher, de recopier à l'identique, de déduire sans se tromper, de représenter sans déformer, de calculer juste et presque sans limites (comparé à l'homme), de rendre dynamique ce qui était statique, visible ce qui ne l'était pas et d'éliminer les erreurs qui pourraient surgir inopinément. Les deux possèdent leur limitation interne comme talon d'Achille, les mathématiques ont accouché des théorèmes de Gödel et de leurs conséquences, nous indiquant qu'il y aura toujours des propositions inaccessibles à la preuve et l'informatique ne peut s'affranchir de l'existence du bug qui lui rend difficile toute prise de pouvoir absolu. Mais y-a-t'il de la place pour les deux au sommet et que devient alors la spécificité des mathématiques? On sent bien cette tension au sujet de l'épreuve pratique pour savoir si la démonstration y a sa place naturelle ou non, si c'est une épreuve informatique, mathématique ou les deux.
- 5) Les mathématiques se trouvent confrontées lors de l'instauration de l'épreuve pratique, à leur représentation et à leur définition au travers de ces nouveaux filtres/instruments que sont les logiciels comme le furent à une autre époque la loupe, la lunette astronomique ou le microscope pour voir différemment le monde. Les hommes sont aujourd'hui capables de créer de nouveaux instruments (les logiciels) qui permettent de représenter, de voir, ce qui ne l'était pas auparavant, comme par exemple des objets et des concepts mathématiques, statiques ou dynamiques, et d'en réaliser certaines versions pour l'usage scolaire. La difficulté conceptuelle est importante puisque l'objet observé peut être lui-même (et l'est souvent) de nature numérique, comme par exemple, les fonctions, les suites et plus généralement tout objet géométrique. Il y a donc une proximité pour ne pas dire une identité entre l'objet observé et l'instrument qui l'observe. Cette ambivalence ne facilite pas le travail de distanciation, souvent effectué en pédagogie afin de faire apparaître la profondeur d'un sujet. Dans le cas présent, le spectateur, l'objet et l'instrument/logiciel d'observation ne peuvent guère être plus proches.

6) Les mathématiques se trouvent aussi confrontées en interne à leurs tensions entre mathématiques pures et mathématiques appliquées, deux mondes qui se regardent sans forcément bien se comprendre, tant les travaux effectués par les uns semblent éloignés de ceux de l'autre partie. L'utilisation d'un logiciel en mathématiques met au grand jour cette fracture et montre par l'opposition assez marquée à cette épreuve, que le corps enseignant mathématique actuel est majoritairement composé des partisans des maths pures, les acteurs des maths appliquées n'étant pas ou peu représentés dans l'enseignement secondaire actuel.

7) Le débat sur l'épreuve pratique pose de vraies questions, souvent balayées auparavant, d'un revers de main. Quels sont les seuls savoirs mathématiques que l'on juge aujourd'hui importants? Quelle est la place de la démonstration? Peut-on poursuivre encore le fractionnement de l'enseignement des mathématiques : algèbre, géométrie affine et vectorielle, analyse, calcul numérique, statistiques, probabilités et maintenant visualisation et modélisation de situations mathématiques ou réelles à l'aide de logiciel? En résumé, qu'appelle-t-on "enseignement des mathématiques" en 2008?

8) Les mathématiciens ont toujours eu un rapport tendu avec la représentation, c'est pourtant bien elle qui leur fit faire un bon de géant à la renaissance avec toutes les études sur la perspective et la représentation des objets tridimensionnels en 2 dimensions. S'il faut bien dissocier le logiciel pédagogique d'un logiciel professionnel, il n'en reste pas moins vrai qu'il est nécessaire de faire baigner nos élèves dans de nouvelles formes de représentations de l'univers mathématique, créer de nouveaux chemins d'accès, dont le tableur, les logiciels de géométrie dynamique et ceux de calcul formel sont les premiers représentants d'une grande série à venir après l'invasion des calculatrices dans notre environnement quotidien.

9) Les mathématiciens ont toujours été confrontés aux représentations dans leur discipline mais à la seule force du discours, ils pouvaient affirmer que ce qui était représenté au tableau était un cercle même si c'était une patate, ou que ce n'était pas un cercle mais une représentation, car il est impossible de représenter un cercle mathématique parfait et que les deux ne doivent pas être confondus. Le logiciel leur enlève cette possibilité d'argumentation et de médiation car l'élève est en contact direct avec la représentation dont ni l'enseignant, ni l'élève ne sont les auteurs. Ça dessine tout seul et bien et ça calcule tout seul, sans que ni le professeur, ni l'élève n'interviennent vraiment sauf pour donner les instructions de base comme on appuie sur les touches d'une calculatrice. Il y a donc dépossession du discours de l'enseignant qui n'est d'ailleurs pas remplacé. Le professeur devient spectateur de sa propre discipline presque au même titre que l'élève. Le discours "médiateur" entre l'objet mathématique et l'élève qui devait se l'approprier, devient un discours autour de cet objet, la justification par exemple de la nécessité de la preuve n'allant plus de soi par simple autorité. Si l'on retrouve cette question dans l'enseignement c'est bien aussi qu'elle existe à l'extérieur puisque le vrai ne coïncide plus avec le démontrable depuis les années 30. L'élève peut être directement mis en relation avec les mathématiques sans l'étape de médiatisation du discours mathématique de l'enseignant. A travers l'utilisation d'un logiciel de représentation ou de calcul, le discours de l'enseignant se trouve renvoyé à la périphérie et l'on voit bien que si il y a volonté d'amener à la preuve, cette dernière devient postérieure et la justification de cette nécessité doit être donnée. Elle n'est plus à l'origine de l'appropriation des mathématiques par l'élève et cela change tout... Le fait que l'enseignant devienne spectateur de l'activité de l'élève en train de voir/faire des mathématiques et que ce même enseignant puisse être utilisé par l'élève, comme un recours possible afin de poursuivre son activité ou comme un simple "validateur de résultats", montre l'inévitable déplacement du discours de l'enseignant induit par le contact direct de l'élève et du logiciel.

10) Au carrefour de l'épreuve pratique, deux visions des mathématiques se confrontent, celle qui affirme la nécessité de la preuve (même si dans les faits cette nécessité est énoncée dans le discours et pas forcément réalisée à chaque étape en classe) avant l'appropriation d'une notion par l'élève afin de valider la légitimité de son passage en objet de connaissance et celle de la représentation des objets et concepts mathématiques avant une démonstration potentielle, celle-ci étant renvoyée à la fin comme une possibilité en fonction des contingences pédagogiques et des possibilités

mathématiques (il est possible que la conjecture ne soit pas démontrable et que l'on ne sache jamais si elle pourra l'être). On retrouve déjà cette opposition dans l'écriture des sujets de baccalauréat des différentes sections.

Il me vient à l'idée, l'image de ma propre expérience d'escrimeur. J'ai été formé au début de l'apprentissage de ce sport, pendant deux ans, à la leçon individuelle par un maître d'armes avant de faire mon premier assaut. Aujourd'hui dès la première séance, les escrimeurs s'adonnent à la joie des assauts sans même savoir ce que sont quarte, sixte, contre de quarte et contre de sixte ou septime. Résultat: il y a toujours des champions du monde d'escrime... et les français ne sont pas si mal placés que ça en escrime me semble-t-il!

11) Sur un terrain plus concret, je suis assez surpris que le manque d'équipement et de maintenance informatique, soit utilisé comme argument "contre" l'épreuve pratique, alors qu'au contraire il devrait-être utilisé comme argument "pour". Les enseignants, saisissant l'importance de la valeur ajoutée des logiciels de représentation et de calcul en mathématiques, et se les étant instantanément appropriés, devraient crier à l'appel du manque flagrant de moyens pour que se généralisent dans les établissements scolaires de tels environnements or c'est justement l'argument inverse qui est produit : l'utilisation de ces instruments est conditionnée par leur généralisation et leur facilité d'accès au sein des établissements scolaires. Sachant qu'historiquement on n'a jamais vu de cas semblable se produire, il serait bon de s'interroger sur la légitimité de cette condition; les besoins ont toujours précédé les équipements. Je suis surpris aussi du rôle atypique de l'inspection générale qui se trouve obligée d'argumenter, de justifier, d'asséner des discours parfois ressentis comme autoritaires pour dire tout simplement que l'utilisation des logiciels devrait être naturelle en mathématiques. Logiquement cette même inspection devrait non pas justifier de telles pratiques mais les freiner. S'il n'y avait pas ces programmes pharaoniques, si je n'avais pas peur des inspecteurs, des parents, du chef d'établissement, si j'avais la possibilité de fractionner des heures de classe entière en demi-groupes en laissant l'autre partie en autonomie et si je n'écoutais pas les élèves qui formulent l'injonction de "travailler utile" pour la prochaine note, je passerais mon temps dans une salle info à faire des maths et je ne pense pas que mes élèves seraient de moins bons calculateurs ni raisonneurs que ceux que j'ai devant moi lorsque que je leur montre pour la 100ème fois  $x^2-100$  et leur répète qu'ils peuvent factoriser cette expression en utilisant une identité remarquable! Doit-on aujourd'hui maîtriser entièrement le calcul algébrique pour l'utiliser?

12) Je suis surpris de trouver des arguments concernant la justification de l'arrêt de l'épreuve pratique se basant sur la "théorie du complot" entre les hautes sphères décisionnaires et la méchante société mercantile, l'objectif des deux parties étant de tirer l'avantage d'un commerce émergent dont l'épreuve pratique serait la caution officielle. Qui peut dire ce que sera l'enseignement des mathématiques dans quelques années et qui en tirera partie? Aujourd'hui c'est la société Machin, demain se sera Truc. Alors je dis bravo Machin, Truc doit être un peu meilleur, et Bidule va sûrement pointer le bout de son nez. Et si l'on parlait de l'édition scolaire :) ? L'utilisation de livres scolaires a bien demandé "l'entente" d'enseignants et d'inspecteurs avec le monde de l'édition et ce qui a été vrai pour le livre ne devrait pas l'être aujourd'hui pour le logiciel. De plus on devrait se féliciter de l'existence de logiciels libres et gratuits alors que ça n'a pas été le cas au début de l'édition scolaire! Si on avait attendu au début du XVIIIème que tous les élèves aient un manuel, que tous les enseignants philosophes soient formés en mathématiques et que des heures de cours autres que les quelques heures d'étude pendant les jours de fête et le dimanche soient dégagées au sein des nombreuses heures de Théologie, l'enseignement des mathématiques n'en serait pas où il en est aujourd'hui! Certes les temps changent, mais en est-on si sûr?

12) Je suis surpris de voir soulevés des problèmes liés à la notation de cette épreuve, non pas qu'ils n'existent pas, bien au contraire, mais simplement parce que cela indiquerait que les précédentes difficultés associées à l'évaluation en mathématiques auraient été quant à elles résolues! Etant moi-même enseignant, je dois évaluer des productions très diverses. Je ne suis absolument pas inquiet sur l'évaluation d'une telle épreuve qui ne posera pas plus de difficultés que celle d'un devoir maison d'un élève qui a visiblement été aidé, d'un TPE ou de l'évaluation d'un oral de rattrapage de

Terminale S ou de Terminale STT ! Comment une pratique aussi ancrée à l'intérieur d'un métier peut-elle encore faire l'objet d'un débat à la marge. Si il y a débat, il est dans le fond: qu'est-ce qu'évaluer en mathématiques ?

13) Je suis aussi un peu surpris de voir un certain flou en ce qui concerne le statut du logiciel et de l'activité associée. D'une approche expérimentale dont le logiciel serait l'outil, un révélateur d'informations cachées, en passant par l'utilisation d'un instrument de visualisation, la modélisation d'une situation, la simulation d'une expérience jusqu'au logiciel "assistant" et réalisant des tâches fastidieuses, la place du logiciel en mathématiques ne me semble pas très bien théorisée.

Cette place est d'autant moins bien définie qu'une autoréférence surgit, puisque les concepts mathématiques peuvent eux-mêmes se retrouver objets d'étude par l'intermédiaire du logiciel, prenant un statut inhabituel de "matière première". On peut prendre l'exemple de la droite d'Euler dans un triangle qui passe d'un seul coup, de conclusion d'une démonstration papier assez longue au statut de propriété pouvant être facilement constatée, et ce dès le collège, à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique. Que faire de ce constat d'un point de vue mathématique et pédagogique? Faire suivre d'une démonstration et que donner comme justification à sa mise en oeuvre? Et si la démonstration est réalisée, quel était l'intérêt de la visualisation? La place de la démonstration n'est plus centrale dans ce nouvel environnement et sa justification doit être énoncée pour être faite. Le simple fait d'amener à constater l'universalité du résultat ne semble plus un argument suffisamment fort pour faire l'économie de la réflexion à ce sujet dans le contexte actuel de l'enseignement des mathématiques.

14) Je ne vais pas m'étendre plus longtemps pour égrener un à un les arguments qui vont à l'encontre de la mise en oeuvre de cette épreuve pratique, certains étant d'ailleurs tout à fait fondés, d'autres parfois exagérés de mon point de vue, car tel n'est pas mon propos. Il s'agit plutôt de faire appara

ître , à mon sens, une analyse que je juge parfois éronée de la situation. Avant de conclure, je ne cacherai pas non plus certaines réserves que j'émettrai sur le "forçage" de l'utilisation des logiciels qui en ferait un objectif vain s'il n'est pas assorti d'une modification du champ de perception des élèves. Ce peut-être une dérive possible de la généralisation et de la facilité associées à leur utilisation. Je m'interroge aussi sur la capacité de l'Education Nationale à se réformer et à produire des discours sains et dépassionnés qui le permettent vraiment.

Je dirai qu'au travers de cette épreuve pratique, les mathématiques se trouvent confrontées à leur propre définition et à leur représentation en interne comme en externe. Les mathématiques doivent impérativement se positionner sur le statut de la modélisation et de la simulation. Sont-ce des domaines qu'elles veulent et peuvent pédagogiquement intégrer? Si ce ne sont pas les mathématiques qui le font, une autre discipline le fera, ancienne ou nouvelle... Pour la première fois dans leur existence, au travers des logiciels de représentation et de calcul, les mathématiques sont objectivées, elles deviennent objet de discours alors qu'elles étaient le discours. La place de la preuve est à redéfinir, ainsi que le socle des connaissances attendues. L'enseignement des mathématiques, traditionnellement destiné à former l'esprit de la jeunesse, a perdu ce statut d'exclusivité, de prestige, et d'autres sources plus ludiques et privées ont occupé en partie cette place. L'utilisation des mathématiques en vue de former les meilleurs éléments de la nation dans les domaines de la marine et des fortifications est aussi un peu décalée de la réalité...

Je me demandais dans une note précédente si l'histoire de l'humanité coïncidait avec celle de ses représentations et en ce qui concerne le sujet d'aujourd'hui j'ai bien peur que cette question soit pleinement d'actualité.

Il me semble que deux aspects et niveaux, totalement distincts et complémentaires,

s'enchevêtrent dans l'utilisation de logiciels en mathématiques. Le premier point de vue est celui de l'utilisation du logiciel comme "assistant", comme instrument de représentation, l'outil/logiciel permet aussi de réaliser des opérations que l'esprit ne pourrait pas faire ou faire laborieusement, ce qui requiert certaines compétences dans sa manipulation. Le second est la capacité de comprendre, d'expliquer et parfois de prouver ce qui est observé par la médiation de ce même logiciel. Le premier niveau est incontournable quelque soit l'objet étudié, la question est de savoir si la capacité d'utiliser un logiciel est un objectif minimal ou s'il peut être attendu comme objectif final de la pratique de l'élève. De la nature de l'objet numérique modélisé ou simulé, dépendra la suite de l'activité de l'élève. L'objet étudié peut être mathématique ou être issu de la réalité. Cela entraîne de profondes différences aux deuxième niveau, liées à la nature des compétences mises en oeuvre par l'élève.

Il est à noter que dans les sujets 2007 de l'épreuve pratique, sur 52 sujets, j'en ai relevé 5 où le logiciel est utilisé pour modéliser une situation issue de la réalité. J'en ai relevé parmi les 47 restants, 2 que je qualifierai de mixtes c'est à dire dont l'énoncé pourrait s'appuyer sur une situation concrète. J'ai eu des difficultés à classer le sujet de Spécialité sur la cryptographie et l'ai placé comme objet d'étude mathématique. Sur les 52 sujets, on peut considérer que 7 seulement sont des sujets où le logiciel est utilisé pour modéliser une situation concrète alors que dans les 45 autres sujets, le logiciel est utilisé pour représenter des objets et situations mathématiques. On peut donc voir au travers de ces chiffres, que l'utilisation du logiciel afin d'étudier les mathématiques a été privilégiée dans l'épreuve pratique de Terminale S. Il n'est donc pas étonnant de voir qu'une grande partie des enseignants habitués à faire eux-mêmes ce travail d'étude se sentent tout d'un coup dépossédés dans leur propre fonction. Un sentiment négatif peut tout aussi se comprendre si les sujets ont pour objet, l'étude d'un "cas pratique", activité dans laquelle les tenants des mathématiques fondamentales ne se reconnaissent pas vraiment! Quelque soit la nature du sujet pour un travail avec un logiciel, il y aura dépossession partielle ou totale du discours de l'enseignant de mathématiques comme seul garant du langage mathématique et seul médiateur possible devant les situations mathématiques rencontrées. L'enseignant du secondaire d'aujourd'hui est le gardien de la preuve, du savoir mathématique déposé jusqu'à nous par les anciens et de la rigueur du raisonnement. La pénétration du logiciel au sein même de son activité peut-être vécue par une majorité comme une agression et une perte de pouvoir déjà bien écorché pour d'autres raisons plus globales....

Alors pour conclure cette petite réflexion je dirai :

1) Il faut bien commencer quelque part pour introduire la manipulation des logiciels de représentation et de calcul mathématiques. En France, ce quelque part s'appelle invariablement le baccalauréat lorsque les changements ne se font pas par une modification naturelle des pratiques d'enseignement.

2)....

Olivier Leguay 27/01/08