Note technique 04 pour la Commission Torossian/Villani
http://micheldelord.info/nt-04.pdf

Introduction à quelques cours de collège (palliatifs, au mieux…) :

Il n'y a pas de raccourcis en mathématiques élémentaires
ou
Comment j'ai désappris à faire un cours de mathématiques….

Old math 1966 ***Si un seul maillon faiblit, tout est compromis.***	***New math 67*** ***On n'a pas besoin de commencer par le début***
Cependant cet intérêt spontané des enfants pour les nombres s'arrête dès que les difficultés apparaissent, si elles ne sont pas abordées dans l'ordre rigoureux qui convient. Plus que n'importe quelle science, le calcul exige un bon apprentissage. ***Il faut connaître l'ordre des étapes et n'en brûler aucune. La solidité de la chaîne est liée à celle de tous ses maillons ; si un seul faiblit, tout est compromis.*** ***Rien de plus facile si l'on prend le bon chemin. Mais rien n'est plus difficile que de corriger les erreurs initiales***	*In 1957, the Russians launched the first satellite, the Sputnik, into space. These were the years of the Cold War, and panic gripped America — the Russians were ahead of them in science. Within a short period of time, educationalists and mathematicians gathered to create a new curriculum that would turn children into little scientists. "****There is no need to start at the beginning****," wrote Sargent Shriver, brother-in-law of President Kennedy and head of the Peace Corps, in the introduction to a book that explained the program. "****The children can begin from where the researchers are at.****" The idea was to teach the children abstract mathematics at an early age. This was called "The New Math." Within a few years, the level of mathematical knowledge of American students hit rock bottom.*
R. et M. Fareng, *Comment faire ?... L'apprentissage du calcul avec les enfants de 4 à 7 ans*, Fernand Nathan, 1966.[1]	Ron Aharoni, *Arithmetic for Parents*, World Scientific Publishing Co. Pte., Singapore, 2006, p.197.

Ces attardés d'époux Fareng trouvaient difficile de corriger les erreurs initiales. Les maths modernes avaient résolu le problème : il suffisait de supprimer le début. Ils avaient déjà résolu de la même façon les difficultés liées au passage du concret à l'abstrait : il suffisait de commencer par l'abstrait.

Michel Delord, Déc. 2017

*

Selon le TLF, un palliatif est un « *moyen de remédier provisoirement ou incomplètement à une situation difficile, d'en atténuer les conséquences sans la faire cesser pour autant* ». Et je parle, qui plus est, de « *palliatifs, et encore* » ce qui signifie que ces palliatifs peuvent peut-être ne pas pallier grand-chose. Et j'aurais pu parler à juste titre de maladie nosocomiale comme l'avait fait en son temps Colette Ouzilou mais en le transposant pour le calcul. La surprise vient du fait que les palliatifs « relatifs » auxquels je fais allusion sont quelques exemples des « *meilleurs (?) cours (?) de mathématiques (?)* » que j'ai pu faire en collège pendant la petite quarantaine d'années pendant lesquelles j'y ai enseigné. Ce n'est pas ainsi en général que les bloggeurs présentent leurs productions Quelques explications sont donc nécessaires.

[1] R. et M. Fareng, *Comment faire ?... L'apprentissage du calcul avec les enfants de 4 à 7 ans*, Fernand Nathan, 1966*. *R. Fareng* et *M. Fareng* étaient respectivement IDEN et ancienne institutrice devenue professeur de mathématiques. Quant à *S. Herbinière Lebert* qui écrit la préface, elle était inspectrice générale. *On étendra les affirmations avancées ici à propos du calcul aux autres disciplines et, je le crois, sans trahir l'esprit des auteurs*.
* https://manuelsanciens.blogspot.fr/2015/11/fareng-comment-faire-lapprentissage-du.html

I) Comment aggraver la situation des « élèves en difficulté » en se donnant bonne conscience ?

Si l'école est suffisamment délabrée pour nécessiter *au moins*[2] une « refondation » – une preuve en est les zélateurs du « niveau qui monte » changent discrètement de monture –, c'est qu'il existe à chaque niveau scolaire « un assez grand nombre d'élèves augmentant sans cesse » qui ne possèdent pas les prérequis pour pouvoir suivre avec profit les cours auxquels ils assistent : pour s'en convaincre, il suffit de suivre les forums de profs qui affirment de tout coté et depuis très longtemps : « *Au secours. Pour enseigner aux élèves de niveau X, il faudrait que ces élèves aient compris le cursus antérieur, mais il n'en est rien. Que faites-vous en ce cas ?* ». Un exemple parmi tant d'autres sur *Image des maths* : « *Pourquoi mes étudiants de première année* [de faculté de mathématiques, MD] *bloquent-ils sur la somme de deux fractions ?* » nous dit *Valerio Vassallo* dans « *La fabrique de l'étudiant oubliant* »[3] Et l'on peut également noter que cela fait plus de vingt ans[4] que, par exemple, l'université, aussi bien pour les facultés de sciences que pour celles de lettres est obligée de consacrer un certain volume d'heures à enseigner des connaissances du niveau de l'école primaire que ce soit en grammaire ou en calcul. Il est assez *intéressant* de noter que les producteurs de statistiques scolaires ne s'y soient jamais *intéressés*…

Et s'il est vrai que les dysfonctionnements de tout système scolaire – même ceux qui ne sont pas fondamentalement défaillants – peuvent amener à ce type de situation, ce qu'il y a de relativement nouveau (relativement car il s'agit d'un processus qui a plus de 30 ans) est un triple saut quantitatif d'une ampleur telle qu'il se transforme en changement qualitatif :

- il touche des quantités d'élèves suffisamment importantes – des classes entières een nombres non négligeables sont maintenant concernées – « *pour que l'on ne puisse pas les ignorer* » (ce qui ne signifie pas qu'ils devaient être considérés comme « *ignorables* » lorsqu'ils étaient moins nombreux…)
- elle apparait dans toutes les matières, et ce d'autant plus que la matière est « pyramidale » c'est-à-dire que le rôle des prérequis y est important.
- et surtout elle touche de « bons élèves », ce qui la rend invisible à tous ceux – point de vue officiel et *au moins* majoritaire – qui se focalisent sur le « *manque de réussite des élèves en difficulté(s)* » et la question des « sorties du système scolaire sans diplôme » ; ***or la moindre réflexion sérieuse devrait partir du fait que, s'il y a une « baisse de niveau des bons élèves sur des sujets fondamentaux », ce qui la produit doit être étudié prioritairement puisque, s'il a un effet négatif sur les « bons élèves », il faut au moins envisager d'abord l'hypothèse que cet effet négatif puisse être encore plus important sur les élèves dits « en difficulté ». En bref, comme je l'ai dit plus haut, si des facultés de lettres jugent utile – depuis plus de vingt ans – de dépenser de fortes sommes pour organiser des cours de rattrapage de grammaire pour des élèves qui ont donc le bac, on peut supposer que ce qui amène à cet état de choses doit avoir eu un effet particulièrement délétère sur « les élèves du primaire et du secondaire qui ont le plus de difficulté et qui ne sont pas en fac».*** Mais dans la mesure où, depuis de nombreuses années, le rôle argumentatif alloué dans le débat aux « élèves en difficulté » a justement pour fonction de ne pas poser la question de la dégradation générale de l'instruction et de la connaissance des fondamentaux, position qui, à son tour aggrave quantitativement et qualitativement la situation et le nombre ses élèves en difficulté… il est assez normal que cette question ne soit pas posée.

---

[2] Voir le tout début de CQFD dans lequel j'affirme qu'il se peut tout à fait qu'une refondation soit impossible… http://micheldelord.info/nt-02.pdf

[3] http://images.math.cnrs.fr/La-fabrique-de-l-etudiant-oubliant-Quelques-questions-se-posent.html

[4] Je peux donner un exemple direct : en 1997 une professeur de grammaire anglaise était obligée de commencer son cours – *donc pour tous les élèves* – par 6 mois / un an de cours de grammaire française pour que ces élèves puissent aborder la grammaire anglaise. En 1997 on a une situation déplorable déjà bien établie en fac; on peut donc supposer que 10 ans avant, *en 1987 en primaire*, la dégradation est déjà majoritairement bien établie en primaire. Ce simple fait suffit à montrer que la périodisation de la baisse de niveau défendue par la DEP (et reprise par Rémi Brissiaud) est complétement fausse. En effet ils défendent l'idée que le début des problèmes est une conséquence des préconisations des IO de Chevènement pour le CP/ GS en 1986. Or en 1986, la dégradation est déjà bien avérée à la fin du primaire.

* *
*

II) Des prérequis, pourquoi faire ?
ou
Ce qui est embêtant en mathématiques, ce sont les (prérequis) mathématiques.

La situation décrite *supra* permet de supposer, sans être grand clerc, la présence massive d'élèves de chaque niveau ne possédant pas les prérequis nécessaires pour suivre avec profit l'enseignement de ce niveau. Mais ceci n'est pas important puisque de nouvelles(?) théorisations permettent, depuis une bonne trentaine d'années, de prétendre, directement ou indirectement, que la connaissance de prérequis n'est pas une nécessité.

1) 1977, le doute *: A-t-on besoin de prérequis en mathématiques ?*

Donal O'Shea et Harriet Pollatsek posent clairement dans les *Notices* de *l'American Mathematical Society* en 1997, la question « *Do we need prerequisites ?*[5] » Et ils répondent entre autres en écrivant :

> the ideal curriculum would consist of courses which are independent but which nourish one another by increasing the students' repertoire of mathematical examples and experience.

Et ensuite ils s'étonnent de la possibilité d'existence d'incrédules

> *For those who would argue that what we sketch here is a dumbing down of mathematics courses,*

2) 1980 - ? Plus de prérequis : *Au nom de la pratique, du concret et de la résolution de problèmes*

Bien qu'en général on ne l'associe pas à ce sujet, il existe une autre cause à la négation du rôle des prérequis qui est théorisée lors de la première pseudo-critique des maths modernes des années 70. Cette critique, faite au nom de la lutte contre le formalisme dogmatique — réel — de cette réforme, réduit drastiquement l'importance à accorder à toute forme de formalisation et notamment à celle qui correspond au cours, ce qui fait en quelque sorte « que le cours doit devenir de plus en plus court ». Cette réforme se fait au nom de la centralité de la « résolution des problèmes » visant à « donner du sens », cette « dation du sens » venant essentiellement des liaisons des mathématiques avec « la réalité » et « le concret ». Ceci sous-entend que les mathématiques en elles-mêmes n'ont pas de sens puisqu'il n'apparait que dans les applications[6]. S'il suffit pour enseigner un sujet mathématique quelconque, de partir de la réalité non-mathématique, les prérequis « mathématiques » ne sont donc plus nécessaires. Dit plus simplement, si un élève ne suit pas du tout au niveau n, on peut le faire passer au niveau $n+1$ puisque les connaissances de niveau n ne sont plus nécessaires puisque si le prof « donne du sens aux mathématiques en s'appuyant sur le concret », les élèves doivent pouvoir suivre. Et s'ils n'y arrivent pas, c'est que les professeurs (et/ou les programmes) ne sont pas assez concrets. Et, ce qui a été le cas jusqu'à maintenant, comme ce mode de réforme « ne marche pas pour l'instruction», – « elle marche »

---

[5] Donal O'Shea et Harriet Pollatsek, *Do we need prerequisites ?*, Notices de l'AMS, Mai 1997, pages 564 à 570. http://www.ams.org/notices/199705/comm-holyoke.pdf

[6] J'en profite pour rappeler qu'il y a bien une différence entre compétences et connaissances ; on peut la comprendre en s'intéressant par exemple à la différence qui existe entre le mode d'emploi de la « corde des druides » et le théorème de Pythagore :
Cf. Michel Delord, *Vaccination contre le PISA-Choc*, février 2014
https://blogs.mediapart.fr/micheldelord/blog/270214/vaccination-anti-pisa-choc-0

par contre pour maximiser la vente de manuels – on met les élèves dans des classes pour lesquelles ils ne possédent pas les prérequis nécessaires pour suivre avec profit l'enseignement dispensé, on allège le contenu mathématique des programmes, on demande aux professeurs la présence massive d'élèves de chaque niveau ne possédant pas les prérequis nécessaires pour suivre avec profit l'enseignement de ce niveau d'être plus concrets … et comme ces mesures aggravent la situation on demande aux professeurs, aux directives et aux programmes d'être plus concrets, ce qui ne peut qu'aggraver encore la situation….

Déjà la pétition contre les programmes de 2002[7] appelait :

> – ***à s'opposer à la spirale infernale, depuis longtemps en action, qui prétend faciliter la compréhension en allégeant les savoirs fondamentaux***. Le résultat en est l'exact contraire : la " structure en gruyère " des programmes rend plus difficile ou même impossible la compréhension des savoirs fondamentaux rescapés. Cela servira de prétexte à d'autres allégements mais surtout détruit déjà chez l'enfant toute possibilité d'accession à la rationalité, lui apprend au contraire systématiquement à " penser " de manière incohérente et réduit l'enseignement à des contenus procéduraux qui ne peuvent même plus être maîtrisés car la simple maîtrise de mécanismes suppose justement un minimum de rationalité.
>
> – ***à s'opposer à la justification de cette spirale*** qui sépare l' " *intelligence conceptuelle* " de ses manifestations concrètes, de la maîtrise des techniques de base et de l'utilisation de la mémoire : on est censé comprendre la division sans la pratiquer, écrire un récit sans connaître les temps du passé, étudier la densité de population sans la calculer, etc. On pourra donc parler de tout sans rien connaître. Conception qui autorise la rédaction de " programmes " dont l'enflure verbale proliférante a de plus en plus de mal à masquer un contenu réel de plus en plus misérable.

Et si le fait de parler en 2002 de spirale infernale avait un sens – ce qui est maintenant prouvé –, on peut considérer qu'il faut avant tout comprendre pourquoi les méthodes et outils employés par les scientifiques et statisticiens de l'Education nationale montraient, eux, que « le niveau montait en primaire ».

Tant que ceci ne sera pas fait – et c'est une condition nécessaire mais tout à fait non suffisante – on est sûr que tout pouvoir ne sera pas cru lorsqu'il justifiera des réformes au nom de nouvelles évaluations. *Heureusement on peut juger de la qualité de l'enseignement primaire quasiment sans aucun recours aux statistiques et en s'appuyant simplement sur l'avis des enseignants*. Ils sont les seuls à connaitre les élèves et il faut leur faire confiance, mais depuis au moins trente ans et encore actuellement, l'utilisation massive de statistiques pour évaluer le niveau des élèves est bien l'exacte négation d'une politique de confiance envers les enseignants.

3) 1967-USA *Ne pas commencer l'enseignement par le début de l'enseignement*

Sous la plume de Sargent Shriver – créateur des *Peace corps* et beau-frère de JFK – qui préface le livre « The New Mathematics for Parents », on peut lire cette affirmation qui abolit la nécessité de tout prérequis :

> [Les *New Math*] *« clarifient et simplifient et, encore plus, permettent aux étudiants de commencer les mathématiques non pas à leurs débuts mais à un niveau normalement atteint après des années d'études, de recherche, d'essais et d'erreurs »*[8].

*   *

*

[7] http://www.sauv.net/prim.php

[8] Ralph Heimer, Miriam S. Newman, *The New Mathematics for Parents*, 1965, Holt, Rinehart and Winston, 1965, pages 9-10.

III) La fabrique de l'élève oubliant ou « personne ne peut sauter les étapes »

Sur *Images des maths*[9], j'avais commencé une typologie des différents types de ce que Valerio Vassallo appelle « l'étudiant oubliant ». Or il y a un fort rapport entre la négation de l'utilité des prérequis que ce soit en mathématiques ou ailleurs, et la propension à oublier. C'est la conséquence d'un fait assez simple : on oublie beaucoup plus facilement – et on comprend plus difficilement – un fait isolé qu'un fait rattaché à un système d'idées, c'est-à-dire *systématisé* au sens propre. Et cet aspect est d'autant plus vrai que le système d'idées en question est fort et cohérent, ce qui est bien le cas des mathématiques[10]. *De plus cette nécessité de la rigueur logique est encore plus forte pour l'enseignement des mathématiques en primaire que pour les niveaux qui suivent car certaines de ces étapes sont souvent invisibles à « celui qui sait déjà »*. Voyons ce qu'en dit Ron Aharoni, mathématicien qui a enseigné à temps complet en école primaire :

> Chaque couche [d'un raisonnement] est établie à son tour et sert de base à la suivante, selon le principe «une chose après l'autre». Il y a d'autres domaines [que les mathématiques] dans lesquels la connaissance est construite sur des connaissances antérieures, mais dans aucun autre domaine, les empilements n'atteignent de telles hauteurs, et les couches les plus hautes ne se basent aussi clairement sur les couches les plus basses.
>
> La première chose à savoir sur l'éducation mathématique est que ce principe d'empilement est vrai non seulement pour les mathématiques avancées, mais aussi pour les mathématiques élémentaires. Là aussi, la connaissance se construit en couches, chacune s'appuyant sur la précédente. ***Le secret d'un enseignement digne de ce nom consiste à reconnaître explicitement ces couches et à les enseigner*** [establish] ***systématiquement***.
>
> Une anecdote célèbre de l'histoire des mathématiques fait référence à cette impossibilité des raccourcis. Le héros de l'histoire est Euclide, qui a vécu à Alexandrie entre 350 et 275 av. J.-C. et a écrit *Les éléments*, le livre de géométrie le plus important de l'antiquité (et peut-être de tous les temps). Entre autres, il y définit les termes «axiome» et «preuve», deux des plus grandes découvertes de la pensée mathématiques. Ptolémée, le roi d'Egypte à cette époque, a demandé à Euclide ce qui permettait de rendre plus facile la lecture de son livre. "*Il n'y a pas de route royale vers les mathématiques*", a répondu ce dernier.
>
> Même les rois ne peuvent pas sauter les étapes[11].
>
> C'est aussi vrai pour les mathématiques élémentaires. Comme il s'agit du bas de l'empilement, le nombre de couches qu'il met en place est plus petit que celui correspondant aux longues chaînes d'arguments des

---

[9] http://images.math.cnrs.fr/La-fabrique-de-l-etudiant-oubliant-Quelques-questions-se-posent.html

[10] On peut citer le cas du ***<u>système</u> métrique*** que ***justement on n'apprend pas comme un <u>système</u>*** – et on s'étonne que les élèves aient des difficultés de mémorisation - puisqu'on en n'apprend que les « unités usuelles » et ce, dans tous les programmes de ceux de 1945 aux programmes actuels : on a eu là une convergence entre l'utilitarisme certain des programmes de 1945 (même s'il est bien moindre que celui que lui reprochaient les théoriciens des maths modernes) et la position des maths modernes qui condamnait toutes les expressions contenant des unités et qui avait beaucoup de mal à dire que « 1 » était l'unité … puisque c'était un « élément neutre »* .
Actuellement cet aspect de la critique des programmes est un point aveugle car comme l'on fait dériver les nombres décimaux des nombres entiers et les unités du système métrique des nombres décimaux, on n'a pas besoin de toutes les unités et l'on peut se contenter, dans ce but, des unités usuelles. Mais si l'on souhaite construire les décimaux à partir des unités du système métrique, et en particulier à partir des unités de longueur on a besoins de toutes unités et pas seulement des unités usuelles.
Autrement dit la limitation aux unités usuelles limite la compréhension des rapports entre unités du système métrique et nombres décimaux puisqu'elle ne permet de les envisager que dans un sens.
* Ceci est toujours vrai et, à ma connaissance aucun manuel de formation pour les l'enseignement en primaire – y compris la Rolls-Royce, le Matheron-Noirfalise chez Vuibert vanté sur le site Educmath – ne considère « 1 » comme l'unité (et je ne parle pas des manuels des élèves).

[11] Note : Stobaeus, historien grec du 5e siècle, attribue la même histoire à différents personnages: par exemple à Alexandre le Grand et son maître, Menaechmus.

mathématiques supérieures. C'est l'une des raisons pour lesquelles cet empilement est accessible aux enfants et conforme à leurs capacités. Dans un autre sens, cependant, cet enseignement est plus difficile. Certaines de ses couches sont cachées et difficiles à discerner, comme si elles étaient construites sous l'eau et donc difficiles à voir. Les repérer nécessite une observation attentive. Il est donc facile de ne pas se rendre compte de leurs existences et d'omettre en conséquence leur enseignement explicite. Les mathématiques à l'école élémentaire ne sont pas sophistiquées, mais elles sont porteuses de sagesse. Elles ne sont pas complexes mais profondes.

L'anxiété mathématique

Les chercheurs en éducation utilisent le terme «anxiété mathématique». Il n'y a pas d'anxiété liée à l'histoire, ni d'anxiété liée à la géographie, mais il y a de l'anxiété en mathématiques. Pourquoi?

La raison principale réside dans la structure en couches de cette matière: l'anxiété mathématique survient lorsqu'une étape est sautée sans que l'on s'en rende compte. Comme indiqué *supr*a, de nombreuses couches de connaissances mathématiques sont si élémentaires qu'elles sont souvent faciles à manquer. Lorsque cela se produit et que l'on essaie d'établir une nouvelle couche par-dessus la couche manquante, ni l'enseignant ni l'étudiant ne peuvent discerner l'origine du problème. L'élève entend quelque chose qui n'a pas de sens pour lui, puisqu'il n'est «probablement pas encore prêt». L'enseignant est également perplexe, puisqu'il ne peut identifier la source de la difficulté. Quand on ne comprend pas l'origine d'un problème, la peur n'est pas concentrée et l'angoisse est née.

Une telle "couche" n'a pas obligatoirement besoin d'être une connaissance explicite. Parfois, c'est l'acquisition de l'expérience. Par exemple, pour acquérir le concept du nombre, il faut avoir une grande expérience du comptage. L'esprit d'un enfant qui compte se modifie simplement sous l'effet du fait qu'il compte.

On a donc affaire à une aptitude qui se construit progressivement et qui nécessite un investissement en temps et en efforts même si ses résultats n'en sont pas immédiatement apparents et quantifiables.

On ne peut pas parler d'anxiété mathématique sans mentionner aussi l'envers de la médaille - la joie des mathématiques. De même que l'anxiété n'est associée à aucune autre discipline, le bonheur qui irradie le visage de l'enfant qui comprend un principe mathématique ne se voit dans aucune autre matière. Il y a probablement un lien entre les deux phénomènes.

Ron Aharoni, *Arithmetic for Parents*, World Scientific Publishing Co. Pte., Singapore, 2006, p.18-19[12].

*　　*
*

IV) Il n'y a pas de raccourcis possibles et même le prof ne peut pas « sauter les étapes »

Plus que n'importe quelle science, le calcul exige un bon apprentissage. ***Il faut connaître l'ordre des étapes et n'en brûler aucune. La solidité de la chaîne est liée à celle de tous ses maillons ; si un seul faiblit, tout est compromis. Rien de plus facile si l'on prend le bon chemin. Mais rien n'est plus difficile que de corriger les erreurs initiales***.

R. et M. Fareng, *Comment faire ?... L'apprentissage du calcul avec les enfants de 4 à 7 ans*, Fernand Nathan, 1966

[12] Vous trouverez sur mon site* l'original en anglais les deux premières pages (pages 18 et 19) du chapitre « *Layer upon layer* » duquel sont tirés les extraits *supra*.
* http://micheldelord.info/RonAharoni-LayerUponLayer.html

Les mathématiques élémentaires, encore plus que les mathématiques supérieures même si c'est sur un domaine plus réduit, ne peuvent exister sans l'observation d'une rigueur extrême, et supposent donc à chaque étape de leur apprentissage la maitrise des prérequis nécessaires pour l'étape en cours. Ne pas respecter ces conditions indispensables pour tout enseignement n'est pas un évènement neutre au sens où il pourrait garantir l'acquis car il déclenche au contraire une spirale infernale qui fait disparaitre inéluctablement les conditions qui permettent l'enseignement des mathématiques.

On comprend que, placés dans un tel environnement didactique, les élèves ne peuvent que régresser. Mais la situation est en quelque sorte identiques pour les enseignants puisque puisqu'ils ne peuvent plus faire cours et sont en permanence en train de chercher quelques subterfuges concrets pour pallier les déficits mathématiques antérieurs de leurs élèves.

Vous comprendrez donc pourquoi je n'ai aucune raison d'être fier des cours que j'ai pu faire car ils ne satisfaisaient en aucun cas l'objectif que je m'étais fixé : suivre une orientation que j'ai patiemment mise au point et que j'ai retrouvée ensuite bien mieux exprimée par Charles-Ange Laisant et Ferdinand Buisson que par moi-même : il est tout à fait juste d'affirmer simultanément

- ***<u>que l'on doit parler de LA mathématique</u>*** car notamment pour les élèves du primaire comme du secondaire la matière doit être avant tout considérée comme un ensemble cohérent

- ***<u>que l'on doit considérer que la mathématique est une science expérimentale</u>*** dont la seule caractéristique distinctive des autres sciences expérimentales est qu'elle emprunte «*à l'expérience, au monde extérieur, un minimum de notions. Et, une fois cette première base établie, par la seule puissance de la logique, elle édifie sur ces fondations un monument d'une incomparable splendeur, et dont le couronnement ne sera jamais atteint*.»

*　　　*

*

Vous trouverez les *Cours palliatifs* aux adresses suivantes

http://micheldelord.info/nt-04-01.pdf
http://micheldelord.info/nt-04-02.pdf
http://micheldelord.info/nt-04-03.pdf
http://micheldelord.info/nt-04-04.pdf
http://micheldelord.info/nt-04-05.pdf
etc.
Et ils seront annoncés sur le blog http://micheldelord.blogspot.fr

Le 06/02/2017
Michel Delord