

Enseignement et apprentissage des mathématiques au postsecondaire et technologie : regards personnels selon la perspective d'un mathématicien

Bernard R. Hodgson
Département de mathématiques et
de statistique

PLAN DE L'EXPOSÉ

- I- **Les mathématiciens et la recherche en enseignement des mathématiques**
- II- L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement: coup d'œil historique
- III- La technologie en éducation mathématique postsecondaire aujourd'hui

I- Les mathématiciens et la recherche en enseignement des mathématiques

Mathématicien-chercheur

Longue et belle tradition d'un engagement « sérieux » de certains mathématiciens

- dans des questions générales en éducation
- dans la formation des maîtres



International Commission on
Mathematical Instruction

(Fondée lors du quatrième Congrès international
des mathématiciens, Rome, 1908)

Première association internationale concernant
l'enseignement d'une discipline



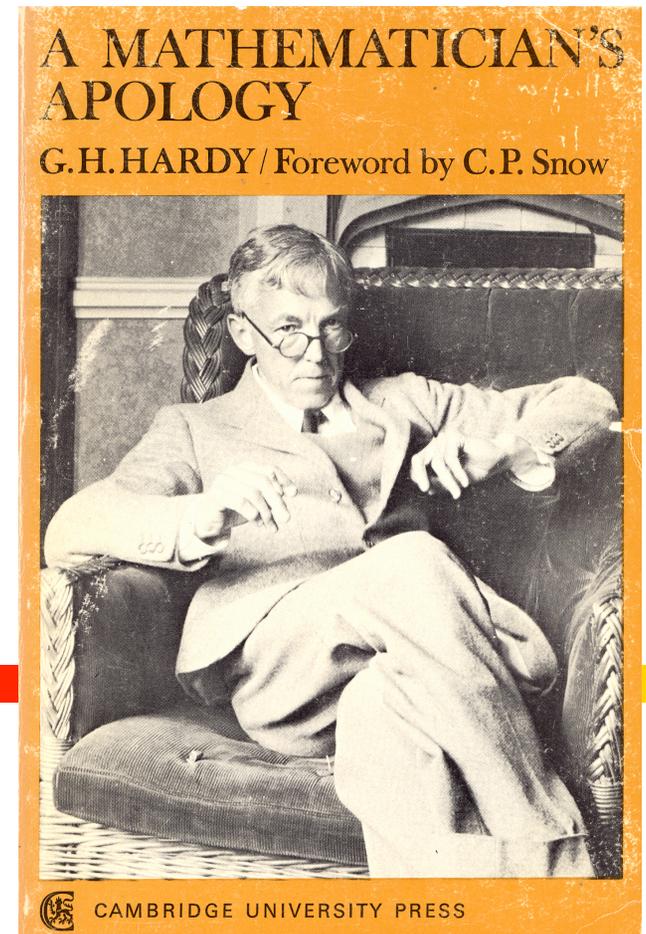
Faculté des sciences et de génie

Deux mythes

- *Matheux*: l'éducation math est une activité pour un mathématicien-chercheur sur le déclin
(*tout comme l'histoire des mathématiques*)

cf G.H. Hardy, *A Mathematician's Apology*

Hyman Bass (BAMS 2005) « Mathematics, mathematicians and mathematics education »



Deux mythes

- ***Matheux***: l'éducation math est une activité pour un mathématicien-chercheur sur le déclin
(*tout comme l'histoire des mathématiques*)
- ***Didacticiens***: doute sur la pertinence d'une éventuelle contribution d'un mathématicien-chercheur en éducation

Le mathématicien a une « sensibilité mathématique » et une perspective particulières qui sont essentielles en vue de processus éducatifs solides et équilibrés

Hyman Bass (BAMS 2005) « Mathematics, mathematicians and mathematics education »

Cinq exemples éloquentes



(1854 – 1912)

Henri Poincaré

vg articles dans

L'Enseignement Mathématique

(revue établie à Genève en 1899)

- *notations*
(liens entre la notion différentielle et l'enseignement, 1899)
- *définitions*
(rôle des définitions en mathématiques, 1904)



(1887 – 1985)

George Pólya

How to solve it? (1945)

(« *Comment poser et résoudre un problème* »)

savoir mathématique:

- *information*
- *savoir-faire*

Le savoir-faire est plus important que la simple possession d'information.

(Pólya, *Mathematical Discovery*)

“*Pedagogical Content Knowledge*”
(Shulman, 1986)

“*Mathematical Knowledge for Teaching*”
(Ball/Bass, 2003)

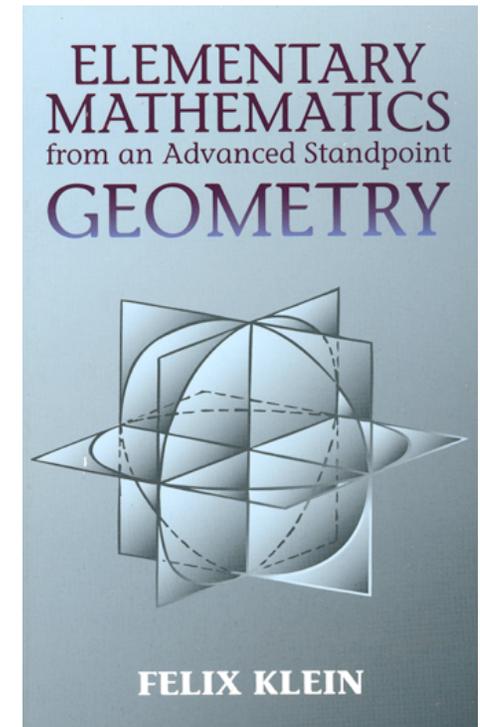
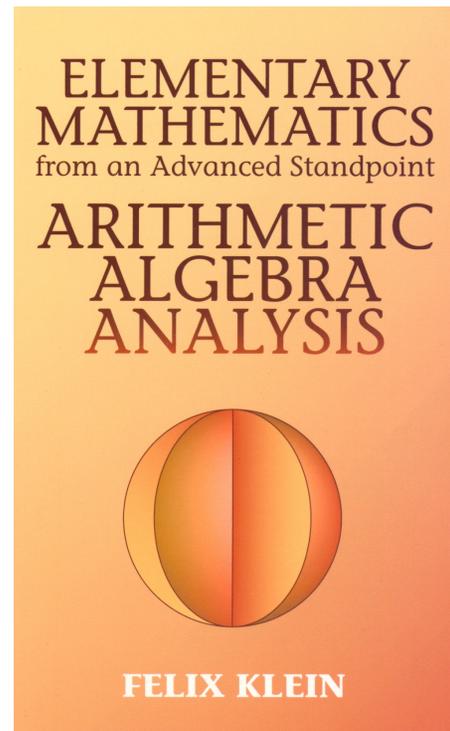
Trois présidents de la CIEM / ICMIM



Felix Klein
(1849 – 1925)

*(Premier président,
1908 – 1920)*

Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus (1908)



Mathématicien de premier plan
(Erlangen Programme)



International Commission on
Mathematical Instruction

L'exemple de Felix Klein

- Un mathématicien de très haute stature
- Un intérêt véritable pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques
- Un respect sincère des enseignants et des exigences professionnelles de leur tâche
- Une grande ouverture d'esprit envers les éducateurs

“I believed that the whole sector of Mathematics teaching, from its very beginnings at elementary school right through to the most advanced level research, should be organised as an organic whole. It grew ever clearer to me that, without this general perspective, even the purest scientific research would suffer, inasmuch as, by alienating itself from the various and lively cultural developments going on, it would be condemned to the dryness which afflicts a plant shut up in a cellar without sunlight.”

[Felix Klein 1923]



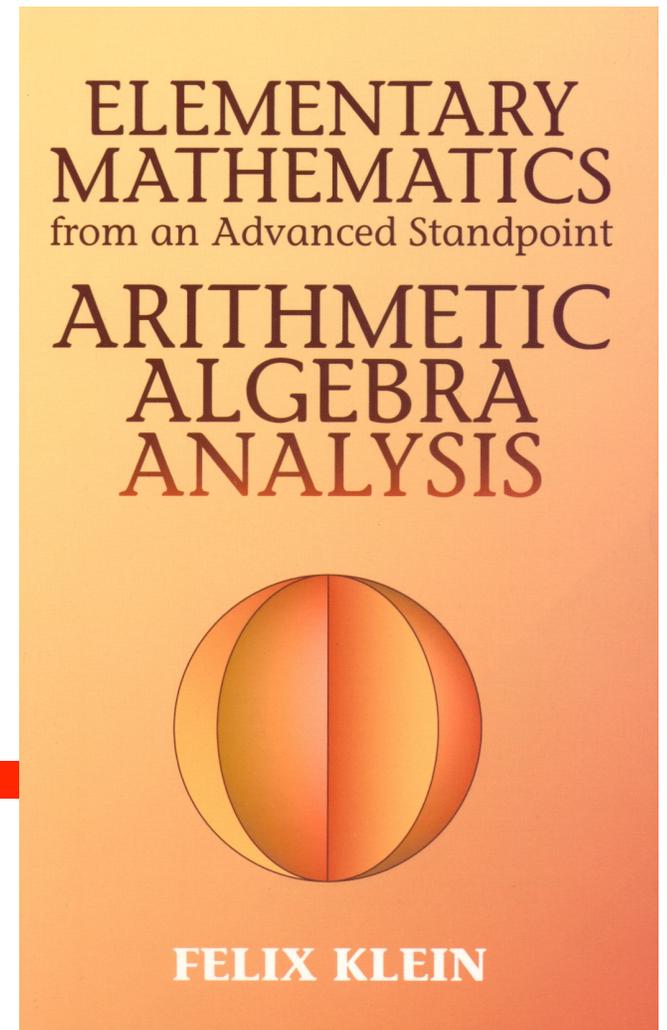
Préface:

« I shall endeavor to put before the teacher, as well as the maturing student, from the viewpoint of modern science, but in a manner as simple, stimulating, and convincing as possible, both the content and the foundations of the topics of instruction, with due regard for the current methods of teaching. »

Objectif:

contrer la *double rupture* existant entre enseignement secondaire et enseignement supérieur en mathématiques

„*doppelte Diskontinuität*“



« *Preuve sans mots* » de la formule

$$(a - b)(c - d) = ac - ad - bc + bd$$

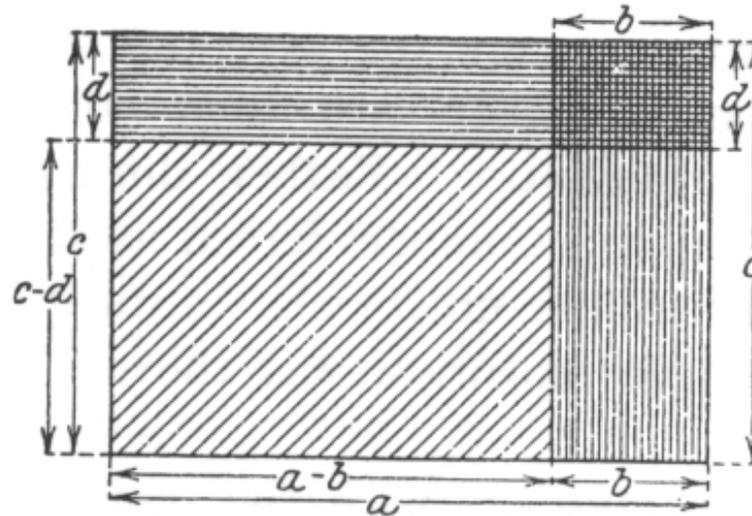


Fig. 6.

Mais encore plus intéressant pour l'atelier d'aujourd'hui...

Technologie pour le calcul

machine only if you examine it afterwards personally and if you see, by actual use, how it is operated. The machine will be at your disposal, for that purpose, after the lecture.

So far as the *external appearance* of the Brunsviga is concerned, it presents schematically a picture somewhat as follows (see Fig. 1, p. 18). There is a fixed frame, the "*drum*", below which and sliding on it, is a smaller longish case, the "*slide*". A handle which projects from the drum on the right, is operated by hand. On the drum there is a series of parallel slits, each of which carries the digits 0, 1, 2, . . . , 9, read downwards; a peg *s* projects from each slit and can be set at pleasure at any one of the ten digits. Corresponding to each of these slits there is an opening on the slide under which a digit can appear. Figure 3, p. 19 gives a view of a newer model of the machine.

I think that the arrangement of the machine will be clearer if I describe to you the process of carrying out a definite calculation, and the way in which the machine brings it about. For this I select *multiplication*.

The procedure is as follows: One *first sets the drum pegs on the multiplicand*, i. e., beginning at the right, one puts the first lever at the one's digit, the second at the ten's digit of the multiplicand, etc. If, for example, the multiplicand is 12, one sets the first lever at 2, the second lever at 1; all the other levers remain at zero (see Fig. 1). *Now turn the handle once around, clockwise*. The multiplicand ap-

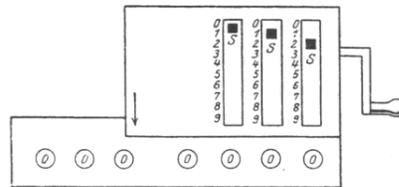


Fig. 1. Before the first turn.

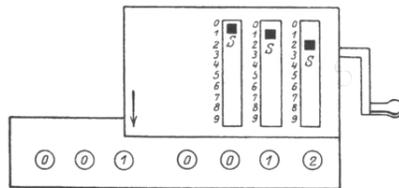


Fig. 2. After the first turn.

pears under the openings of the slide, in our case a 2 in the first opening from the right, a 1 in the second, while zeros remain in all the others. Simultaneously, however, in the first of a series of openings in the slide, at the left, the digit 1 appears to indicate that we have turned the handle once (Fig. 2). *If now one has to do with a multiplier of one digit, one turns the handle as many times as this digit indicates; the multiplier will then be exhibited on the slide to the left, while the product will appear on the slide to the right*. How does the apparatus bring this result about? In the first place there is attached to the under side of the slide, at the left, a cogwheel which carries, equally spaced on its rim, the digits 0, 1, 2, . . . , 9. By means of a driver, this cogwheel is rotated through one tenth of its perimeter with every turn of the handle, so that a digit becomes visible through the opening in the slide, which actually indicates

the number of revolutions, in other words the multiplier. Now as to the *obtaining of the product*, it is brought about by similar cogwheels, one under each opening at the right of the slide. But how is it that by one and the same turning of the handle, one of these wheels, in the above case, moves by one unit, the other by two? This is where the peculiarity in construction of the Brunsviga appears. Under each slit of the drum there is a flat wheel-shaped disc (driver) attached to the axle of the handle,

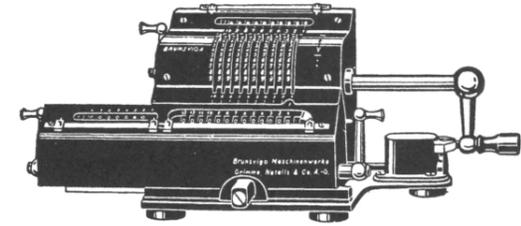


Fig. 3.

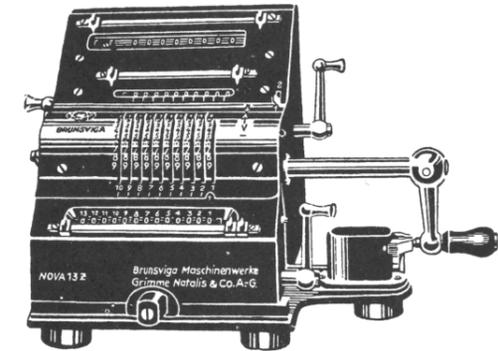


Fig. 3a.

upon which there are nine teeth which are movable in a radial direction (see Fig. 4). By means of the projecting peg *S*, mentioned above, one can turn a ring *R* which rests upon the periphery of the disc, so that, according to the mark upon which one sets *S* in the slit, 0, 1, 2, . . . , 9 of the movable teeth spring outward (in Fig. 4, two teeth). These teeth engage the cogs under the corresponding openings of the slide, so that *with one turn of the handle each driver thrusts forward the corresponding cogwheel by as many units as there are teeth pushed out*, i. e., by as many teeth as one has set with the corresponding peg *S*. Accordingly, in the above illustration, when we start at the zero position, and turn the handle once, the units wheel must jump to 2, the ten's wheel to 1, so that 12 appears. A second turn of the handle moves the units wheel another 2 and the tens wheel another 1, so that 24 appears, and similarly, we get, after 3 or 4 times, $3 \cdot 12 = 36$ or $4 \cdot 12 = 48$, respectively.

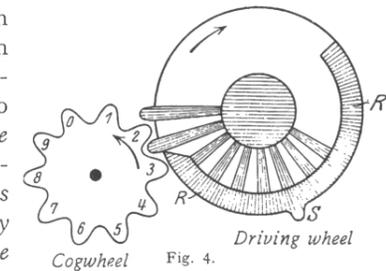
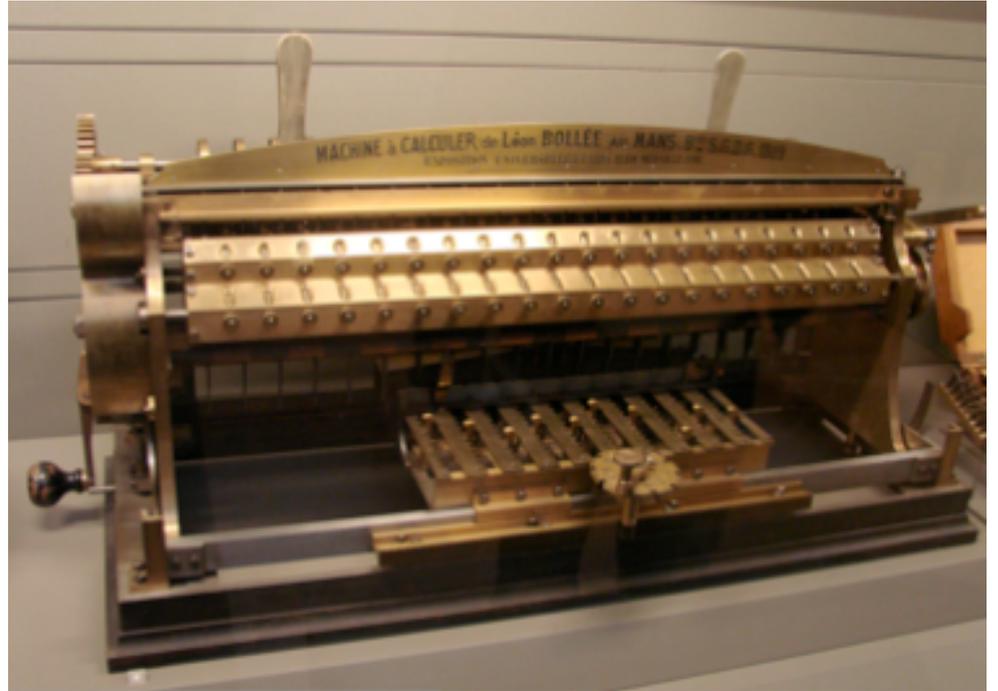


Fig. 4.

Machine à calculer de Léon Bollée (1888)



musée
des arts et métiers

Pendule squelette avec jeu de flûtes et carillon, 1720.
Inv. 10619. © Fondation Paribas/H. Maertens

Pascaline (1642)





Hans Freudenthal (1905 – 1990)

(Huitième président,
1967 – 1970)

- Carrière importante de mathématicien-chercheur
(*topologie, groupes de Lie, logique, prob et stat*)
- Fondateur de la revue *Educational Studies in Mathematics* (1968)
- Instigateur des congrès ICME
(*International Congress on Mathematical Education – 1969*)
- Créateur d'un institut majeur de recherche en didactique des maths
(*devenu le FIsmc, Utrecht*)

“Un homme d'action”

(J. Adda, *ESM* 1993)



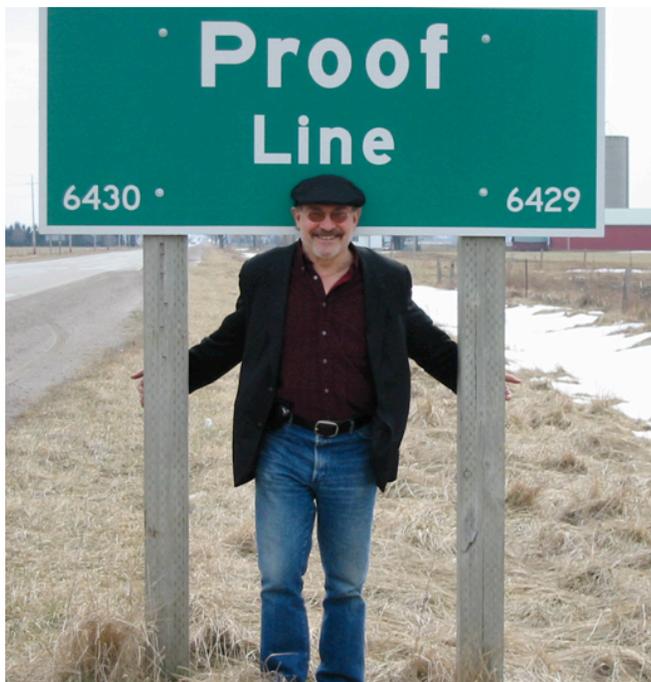
International Commission on
Mathematical Instruction

La motivation derrière de telles décisions :

« La pédagogie de la mathématique devient de plus en plus une science autonome avec ses problèmes propres de contenu mathématique et d'expérimentation. Cette science nouvelle doit trouver place dans les Départements de Mathématiques des Universités ou des Instituts de Recherche; ceux qui se qualifient dans cette discipline doivent pouvoir accéder à tous les grades universitaires. »

Résolution adoptée lors d'ICME-1 (1969)

*L'émergence de la didactique des maths
en tant que discipline scientifique*



Hyman Bass
(1932 –)

(Quatorzième président,
1999 – 2006)

- Brillante carrière de mathématicien-chercheur (Univ. Columbia)
(*algèbre homologique, K-théorie algébrique – « Bourbaki » notoire*)
- Président du Mathematical Sciences Education Board (1992-2000) – US National Academy of Sciences
- Président, AMS (2001-2002)
- Toujours actif en recherche en didactique des maths, notamment concernant la formation des enseignants du primaire
« *Mathematical Knowledge for Teaching* »

(MKT – D. Ball & H. Bass, 2003)

Mathématiciens impliqués

- dans l'enseignement postsecondaire
- dans l'enseignement primaire et secondaire



International Commission on
Mathematical Instruction

Engagements collectifs fructueux



Société mathématique du Canada

- onglet « Éducation » du site internet
- prix d'éducation
 - prix Adrien-Pouliot
 - prix d'excellence en enseignement (2?)
- Comité d'éducation
- Forum canadien sur l'enseignement des maths
(1995, 2003, 2005, 2009)
- soutien (financier et logistique)
à ICME-7 (Québec, 1992)



Engagements collectifs fructueux (*suite*)



- soutien à ICME-7 (Québec, 1992)
- site internet

[Programs](#) > [Supporting Educational Initiatives](#)

- textes dans les *Notices*
- nouvelle chronique sur l'éducation « *Doceamus* » dans les *Notices*



Engagements collectifs fructueux (*suite*)



MAA MATHEMATICAL ASSOCIATION OF AMERICA

Special Interest Group of the MAA

RUMEonline!

Special Interest Group of the MAA on
Research in Undergraduate Mathematics Education

- publications dans la série *MAA Notes*
- série *Research in Collegiate Mathematics Education*



Des situations parfois difficiles

Épisode du « Math Wars » (USA, années 1990)

(maths du primaire et du secondaire)

- peu glorieux pour le mathématicien-chercheur!
- commentaires de A. Ralston

(sûrement pas un adversaire des maths...)

« In the Math Wars the research mathematics community has departed from its own high intellectual standards for research and has displayed an arrogance that has made things much worse than they need have been. Of course, neither of these strictures applies to every research mathematician who has been involved with the Math Wars, but it applies to too many and particularly to many of those who have been most vocal. »

Anthony Ralston (Notices of the AMS, 2004)

« Research mathematicians and mathematics education: a critique »

Commentaires de A. Ralston, *Notices* 2004 (suite)

« My conclusion is that although a number of research mathematicians have contributed positively to school mathematics education in recent years (...), the research mathematics community has largely squandered an opportunity to have a significant positive impact on American mathematics education. Too many have used a “scattershot approach” that often takes the form of “unsubstantiated claims and random anecdotes”. Too often the result has been that when they have become active in mathematics education, research mathematicians have not lived up to the high standards that they normally bring to their own professional work. »

Commentaires de A. Ralston, *Notices* 2004 (suite)

« The most important way [to make a more positive contribution] would be for research mathematicians to see their role as colleagues of mathematics educators and *constructive* critics of work in mathematics education. »

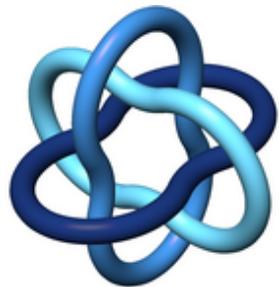
*Commentaires sur le rôle de la technologie au primaire
et au secondaire
(calculatrices)*

Des situations parfois difficiles (*suite*)

Tensions entre la CIEM/ICMI et l'UMI

Congrès international des mathématiciens de Berlin (1998)
organisation des sessions de la section sur

L'enseignement et la vulgarisation des mathématiques



International
Mathematical
Union (IMU)

*Développer une collaboration
plus forte entre les communautés
des mathématiciens et des
didacticiens*



International Commission on
Mathematical Instruction

Collaborations entre mathématiciens et didacticiens

Défis pour la CIEM / ICMI

- *sur le plan institutionnel:*
maintenir des liens forts avec l'UMI en tant qu'organisme
(*institutionnaliser ces liens*)
- *sur le plan individuel:*
attirer davantage de mathématiciens-chercheurs aux activités
de l'ICMI (congrès ICME, Études, etc. -- *Étude 20*)

Défis analogues sur la scène canadienne



Société mathématique du Canada

*Groupe canadien d'étude en didactique
des mathématiques*



Enjeu: compréhension et respect mutuels
entre mathématiciens et didacticiens

En conclusion de cette première partie



Yves Chevallard

*L'intégration de la technologie dans
l'enseignement (postsecondaire)
comme cadre de rencontre et de
collaboration entre mathématiciens
et didacticiens*

*Prix Hans
Freudenthal 2009*



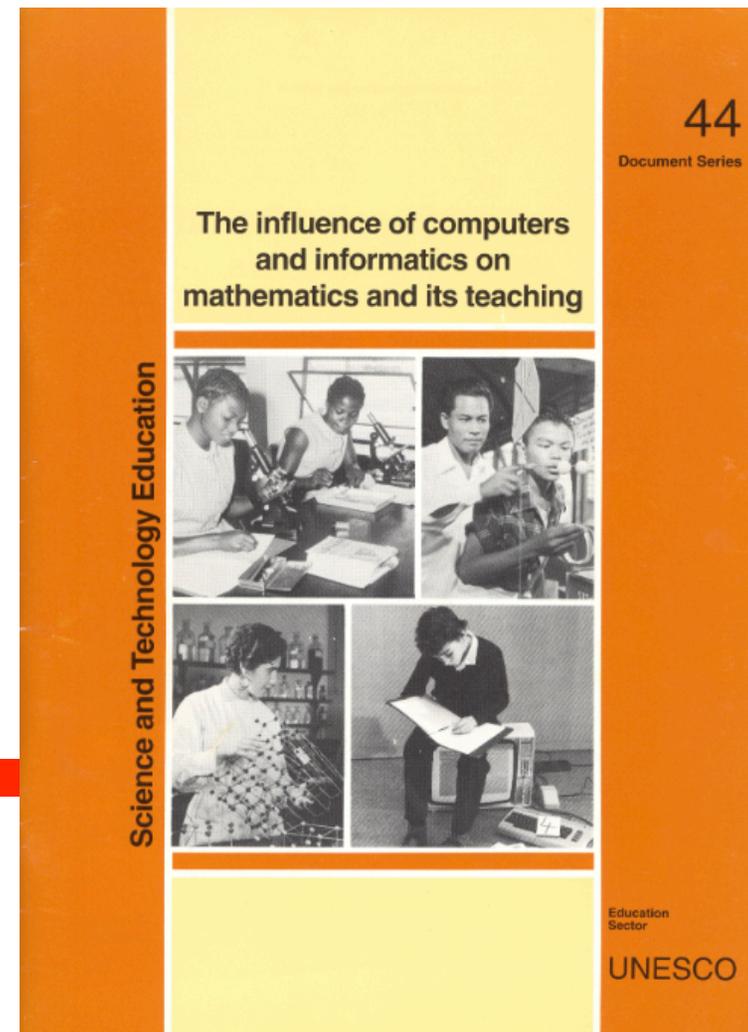
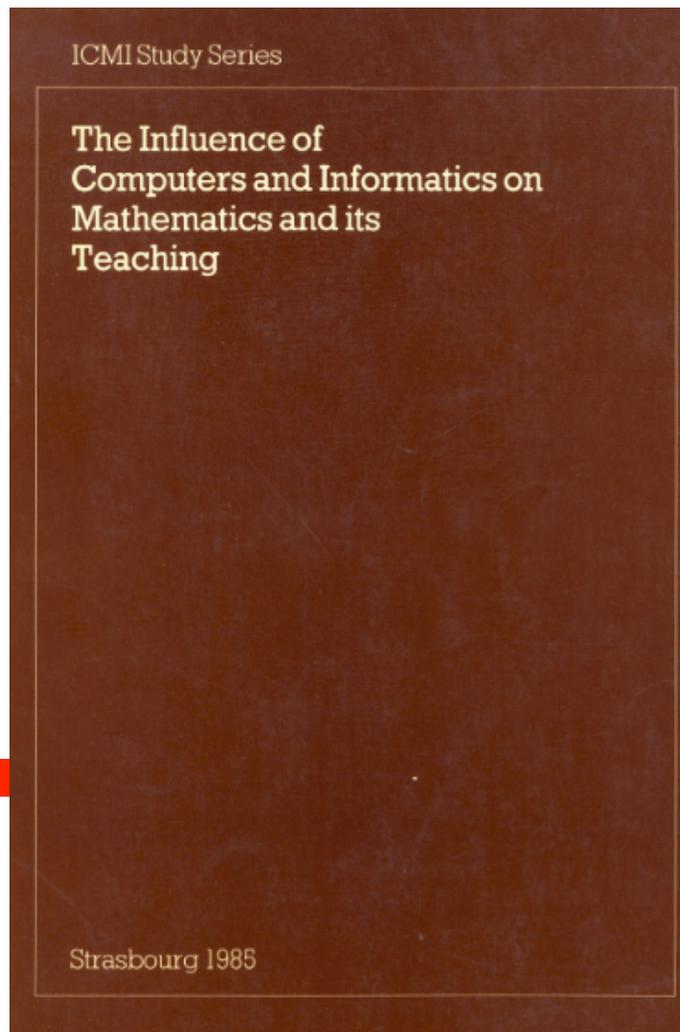
PLAN DE L'EXPOSÉ

I- Les mathématiciens et la recherche en enseignement des mathématiques

II- L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement: coup d'œil historique

III- La technologie en éducation mathématique postsecondaire aujourd'hui

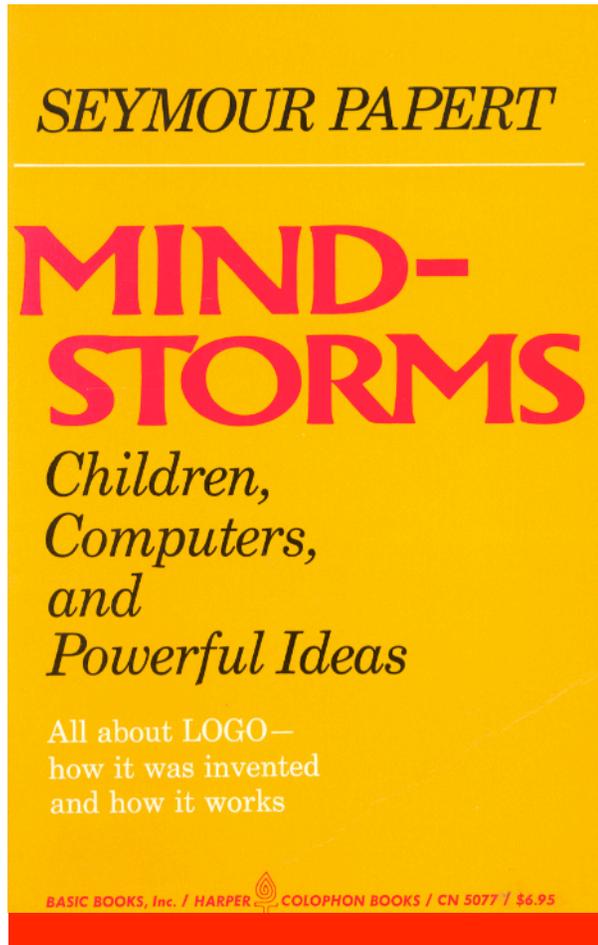
II- L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement: coup d'œil historique



Quelques repères chronologiques

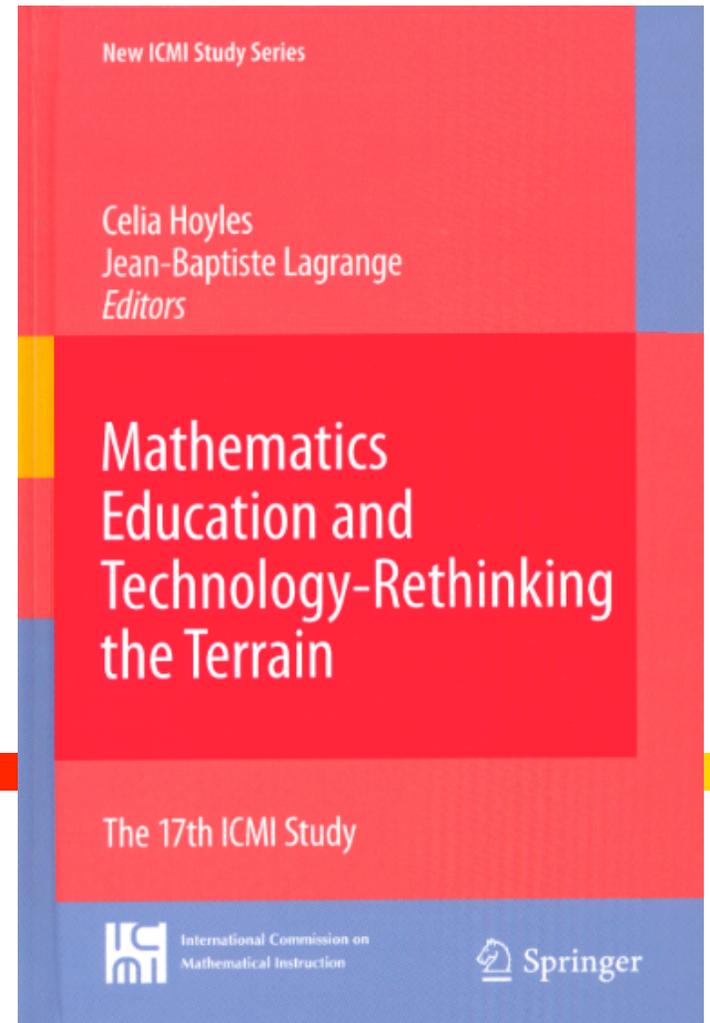
- **1968** MACSYMA *(généraux et personnels)*
algorithme de Risch pour l'intégration symbolique
- **1969** mon premier contact avec APL à l'Univ. Laval
- **1972** ... et avec une calculatrice de poche!
- **1978** muMATH (mon premier contact -- 1981: Apple II)
- **1980** Maple
- **1981** mon premier contact avec Logo

- **1981** mon premier contact avec Logo



(1928 –)

Hanoi, décembre 2006



Retour sur la 1^{re} Étude ICMI

Quelques repères chronologiques

- **1968** MACSYMA *(généraux et personnels)*
algorithme de Risch pour l'intégration symbolique
- **1969** mon premier contact avec APL à l'Univ. Laval
- **1972** ... et avec une calculatrice de poche!
- **1978** muMATH (mon premier contact -- 1981: Apple II)
- **1980** Maple
- **1981** mon premier contact avec Logo
- **1982** Herbert S. Wilf: « The disk with the college education » (*Amer. Math. Monthly*)

- **1982** Herbert S. Wilf: « The disk with the college education » (*Amer. Math. Monthly*)

THE DISK WITH THE COLLEGE EDUCATION

HERBERT S. WILF

Department of Mathematics, University of Pennsylvania, Philadelphia PA 19104

The title is somewhat exaggerated, but the calculators-or-no-calculators dilemma that haunts the teaching of elementary school mathematics is heading in the direction of college mathematics, and this article is intended as a distant early-warning signal.

I have in my home a small personal computer. About 500,000 small personal computers have been sold in this country, of which a healthy fraction are owned by individuals. I use mine primarily for word processing (this article was written on it), for writing programs that do various mathematical jobs related to my teaching or to my research, for playing games, for keeping class rolls, etc.

A new program has recently been made available for my little computer, one whose talents seem worthy of comment here because it knows calculus; in fact, as you read these words, some of

- **1982** Herbert S. Wilf: « The disk with the college education » (*Amer. Math. Monthly*)

1982]

THE DISK WITH THE COLLEGE EDUCATION

5

your students may be doing their homework with it.

The program is called muMATH; it was written by the Soft Warehouse, and is distributed in the United States by Microsoft Consumer Products of Bellevue, Washington. It costs about \$75 and is supplied on a 5-inch floppy disk with an (inadequate) instruction manual.

The program on the disk does numerical calculation to high precision, or symbolic manipulation of expressions. The numerical calculation, which is less important as far as this article is concerned, is in rational arithmetic and is done with 611-digit accuracy. Thus, for example, when the program is loaded, the question

?30!;

yields the instant answer

@ 265252859812191058636308480000000

The question

?1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7;

elicits

@ 363/140

and so forth.

- **1982** Herbert S. Wilf: « The disk with the college education » (*Amer. Math. Monthly*)

The disk, however, has graduated from high school. Here it is in a freshman calculus course. To differentiate $x \sin x$ with respect to x just ask

$$?DIF(X*SIN(X),X);$$

to obtain

$$@X*COS(X) + SIN(X)$$

At the risk of some eyestrain, we might even ask it to

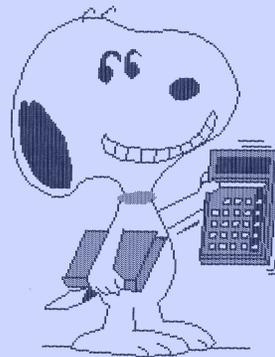
$$?DIF((X \uparrow 3 + COS(X)) \uparrow (1/2),X);$$

to which it replies

$$(3*X \uparrow 2*(X \uparrow 3 + COS(X)) \uparrow (1/2)/2 - (X \uparrow 3 + COS(X)) \uparrow (1/2)*SIN(X)/2)/(X \uparrow 3 + COS(X))$$

**DEPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES
CAFÉ DU LUNDI**

**MICHEL FORTIN
BERNARD R. HODGSON
ET COLLABORATEURS**



SUJET: WHO NEEDS BRAINS
IF YOU'VE GOT
BATTERIES.

**LUNDI 24 SEPTEMBRE
15:30
SALLE 2840**

BIENVENUE A TOUS!

(1984)



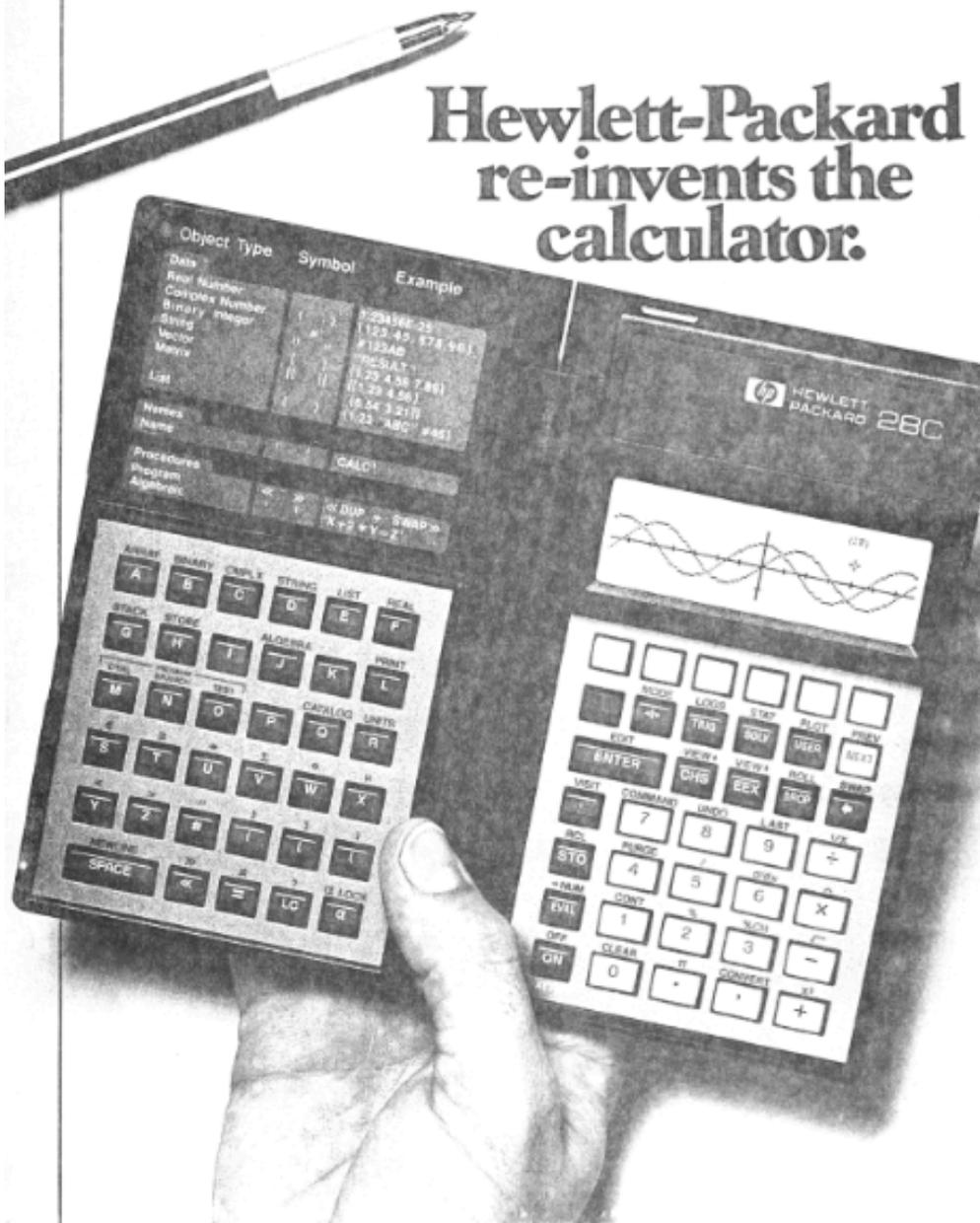
Faculté des sciences et de génie

Quelques repères chronologiques

- **1968** MACSYMA *(généraux et personnels)*
algorithme de Risch pour l'intégration symbolique
- **1969** mon premier contact avec APL à l'Univ. Laval
- **1972** ... et avec une calculatrice de poche!
- **1978** muMATH (mon premier contact -- 1981: Apple II)
- **1980** Maple
- **1981** mon premier contact avec Logo
- **1982** Herbert S. Wilf: « The disk with the college education » (*Amer. Math. Monthly*)
- **1985** 1^{re} Étude de la CIEM / ICMI
Cabri-géomètre
- **1987** HP-28C
Wilf: « The chip with the college education: the HP-28C » (GCEDM/CMESG)



Hewlett-Packard re-invents the calculator.



ENGINEERING RESPONSIBILITY		<input checked="" type="checkbox"/>	DATE	<input checked="" type="checkbox"/>	D-0002B-40001-1	
APPROVED	DATE	REVISIONS		APPROVED	DATE	
A	AS ISSUED			DBE	9/8/86	

THE NEW HP-28C DOES THINGS NO OTHER CALCULATOR CAN, AND IT DOES MORE

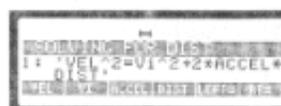
THE FIRST CALCULATOR THAT DOES SYMBOLIC ALGEBRA



THE FIRST CALCULATOR THAT DOES SYMBOLIC CALCULUS



THE FIRST SCIENTIFIC CALCULATOR THAT ACCEPTS YOUR OWN FORMULAS, THEN SOLVES FOR ANY UNKNOWN



THE FIRST CALCULATOR THAT PERFORMS MATRIX OPERATIONS AS EASILY AS FOUR-FUNCTION MATH



THE FIRST CALCULATOR THAT DOES COMPLEX NUMBER ARITHMETIC AS EASILY AS FOUR-FUNCTION MATH



THINGS THAN ANY OTHER CALCULATOR CAN, MORE THAN THE UNIQUE FUNCTIONS DISPLAYED ON THE LEFT, THE HP-28C ALSO BRINGS TOGETHER SUCH FEATURES AS KEYSTROKE PROGRAMMABILITY; RPN LOGIC WITH ALGEBRAIC EXPRESSION ENTRY; 120 UNIT CONVERSION FACTORS; HEX, OCTAL AND BINARY MATH--AND CONVERSIONS; ADVANCED STATISTICS; AND THE ABILITY TO USE AN OPTIONAL PRINTER VIA INFRARED BEAM. FOR A DEMONSTRATION,

CALL 1-800-307-4772, EXT. 142 A AND ASK FOR THE NAME OF YOUR NEAREST HP DEALER. THEN SEE QUOD ERAT DEMONSTRANUM.

Q.E.D.



DO NOT SCALE THIS DRAWING	©1987 Hewlett-Packard Company		PG126/1	SEE NOTE
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, DIMENSIONS ARE IN INCHES.	ITEM	QTY.	PART/ANTRIAL-DESCRIPTION	MAT'L-PART NO.
TOLERANCES .XXX .02 .XXX .05	JERRY STEIGER	4/20/86	DATE	MAT'L-ENG. NO.
	JERRY STEIGER	4/20/86	ENGINEER-CHECKED	0002B-40001
	RELEASE TO PROD.			PART NUMBER
SEE CORP. STD. 808	G.P. PERDUE INC.		2X SCALE	D-0002B-40001-1

Réflexions et analyses

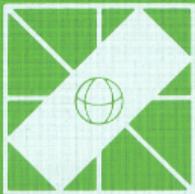
un mouvement international

Par exemple, au Canada: groupes de travail lors de rencontres du GCEDM / CMESG

- **1982** The influence of computer science on undergraduate mathematics education
- **1984** Logo and the mathematics curriculum
- **1985** Impact of symbolic manipulation software on the teaching of calculus
- **1989** Computers in the undergraduate math curriculum
- **1998** Mathematical software for the undergraduate curriculum

informatics and the teaching of mathematics

edited by
d.c. johnson and f. lovis



IFIP

north-holland

1987

1992



L'ordinateur pour enseigner les mathématiques

*sous la direction de
Bernard Cornu*

puf



Nouvelle Encyclopédie Diderot

Integrating Information Technology into Education

Edited by
Deryn Watson
and
David Tinsley



CHAPMAN & HALL

1994

2007

Environnements informatiques, enjeux pour l'enseignement des mathématiques

Intégrer des artefacts
complexes, en faire
des instruments
au service de
l'enseignement et
de l'apprentissage

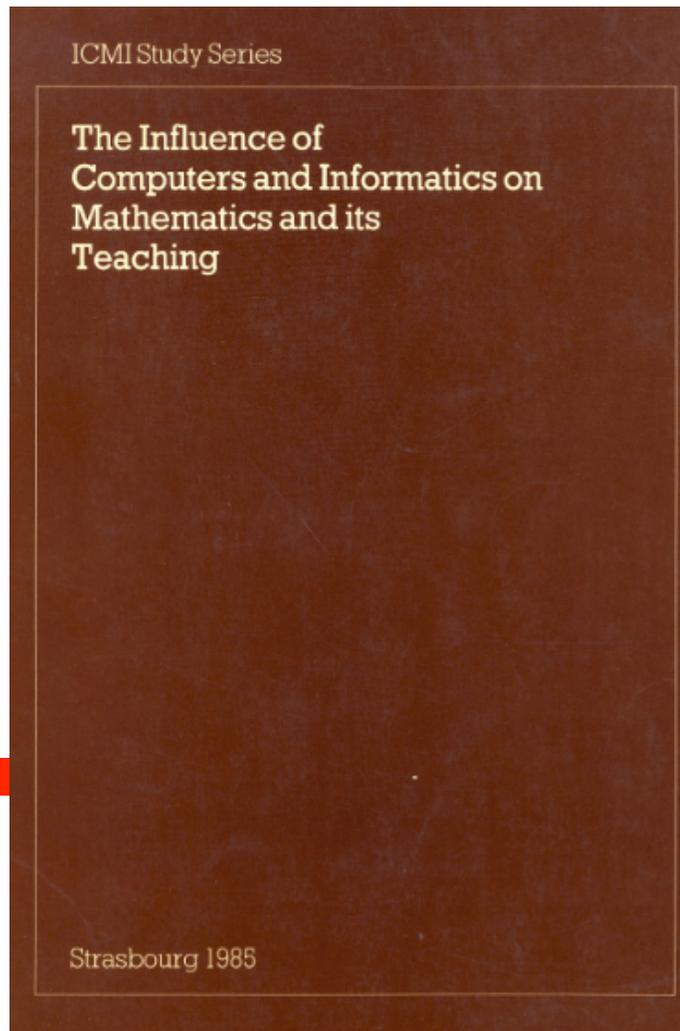
Ruhal Floris,
François Conne
(sous la direction de)

Préface de
Bernard Hodgson

 de boeck

Perspectives en éducation & formation

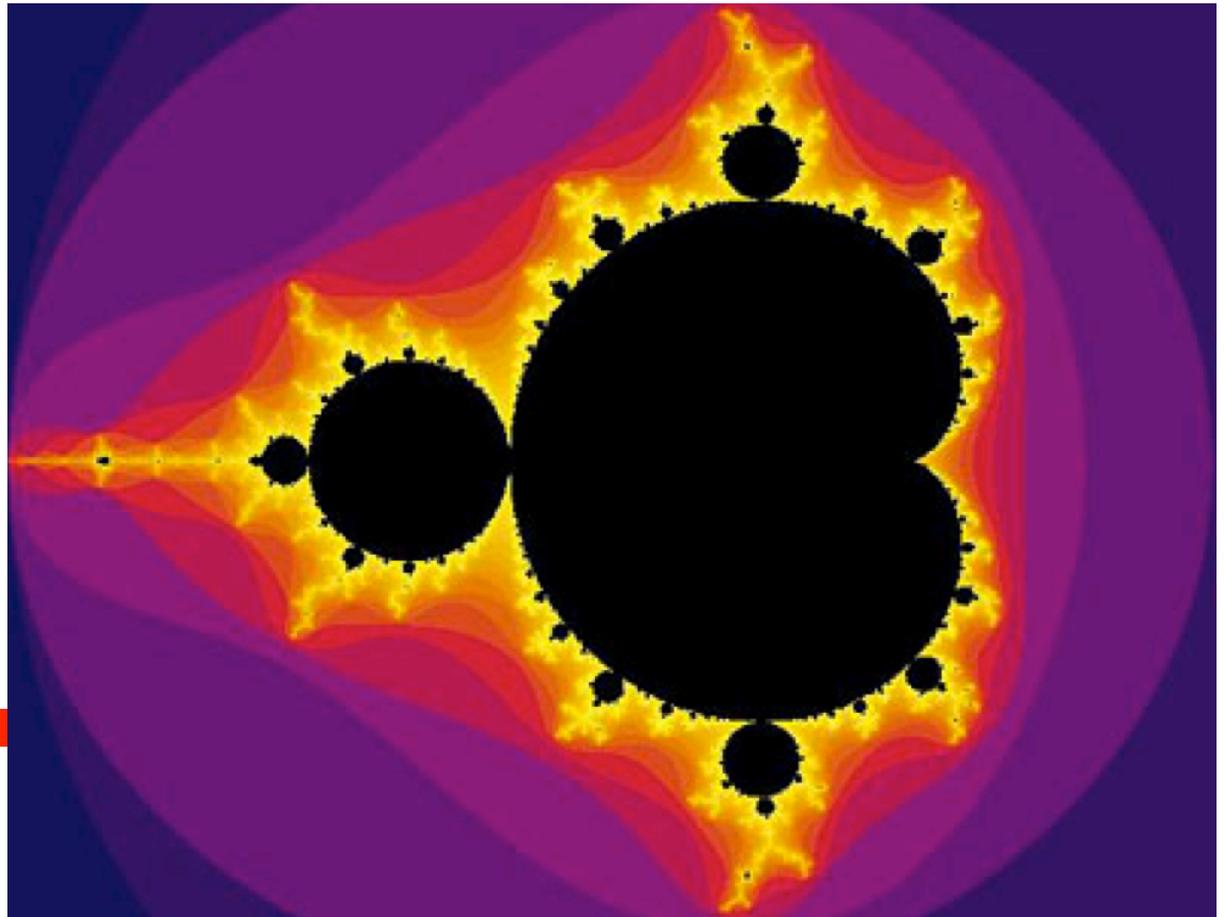
L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement



L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement

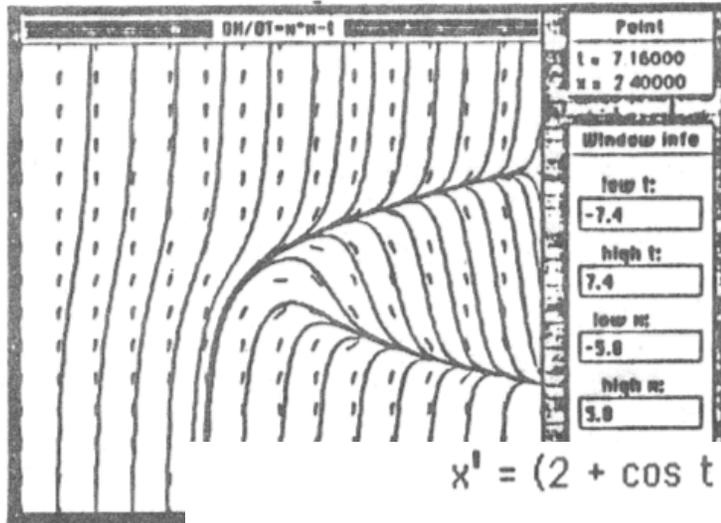


Benoit Mandelbrot
(1924 –)



L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement

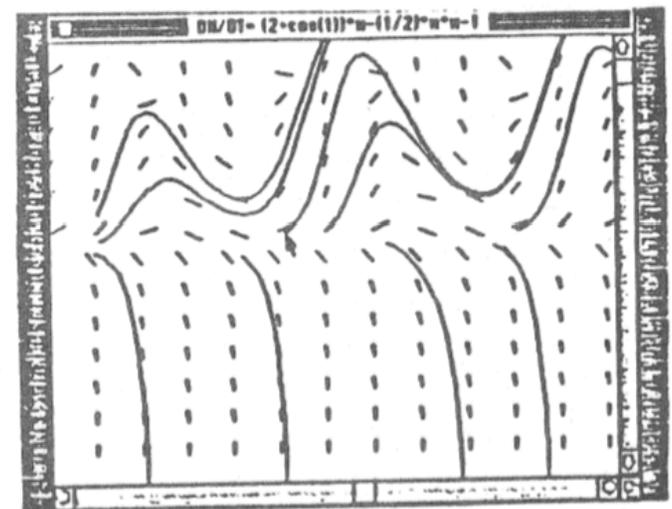
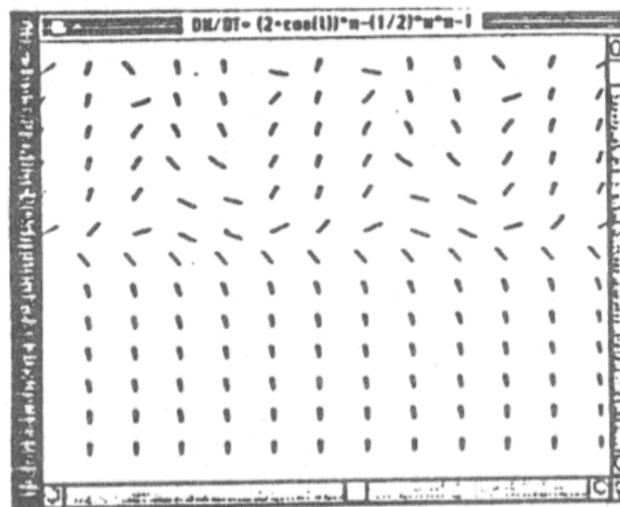
$$x' = x^2 - t$$



John Hubbard &
Beverly West
(Cornell)

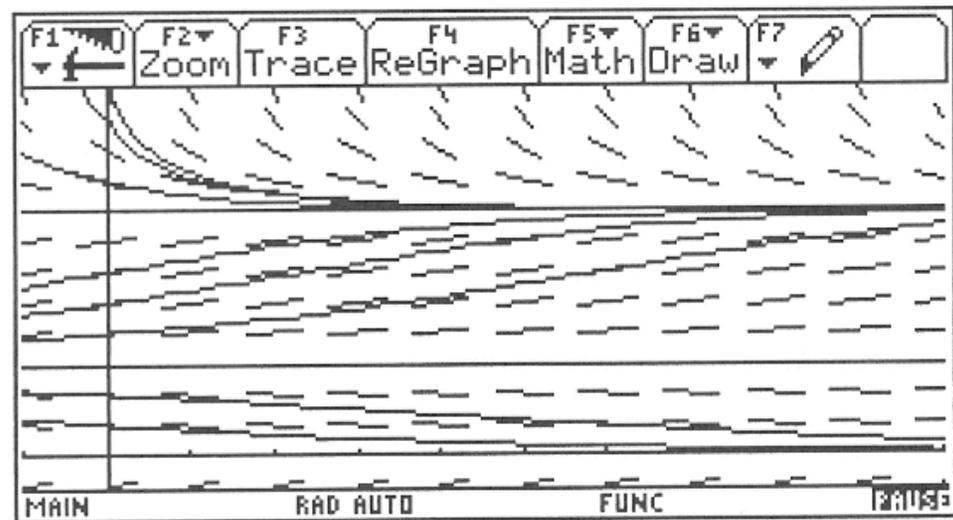
$$x' = (2 + \cos t) x - (1/2) x^2 - 1$$

champ de contact
(ou *champ de vecteurs*)
associé à une
équation différentielle



L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement

11^e Étude ICMI (1998)



TI-92

Figure 1 slope field program with slopes and several approximations
 $dy/dt=0.3y(1-y/8)(y/3-1)$, $y(0)=1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12$

Réhabilitation de l'étude qualitative des systèmes différentiels à l'aide de tracés effectués par ordinateur

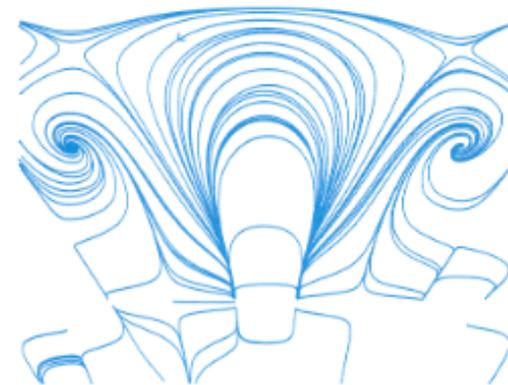
1983

« L'apparition des micro-ordinateurs munis de bons écrans graphiques ou de tables traçantes a bouleversé les données du problème [analyse qualitative et graphique] en multipliant les possibilités d'observations et en permettant un gain de temps inespéré. »

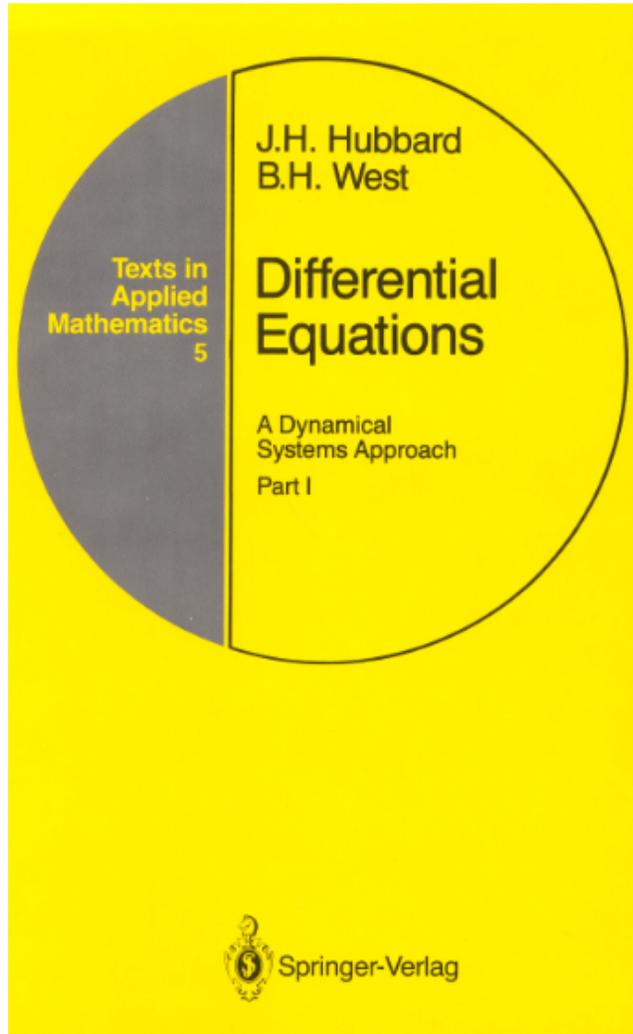
(1^{re} Étude ICMI, 1985)

**systemes
différentiels
étude graphique**

**michèle artigue
véronique gautheron**

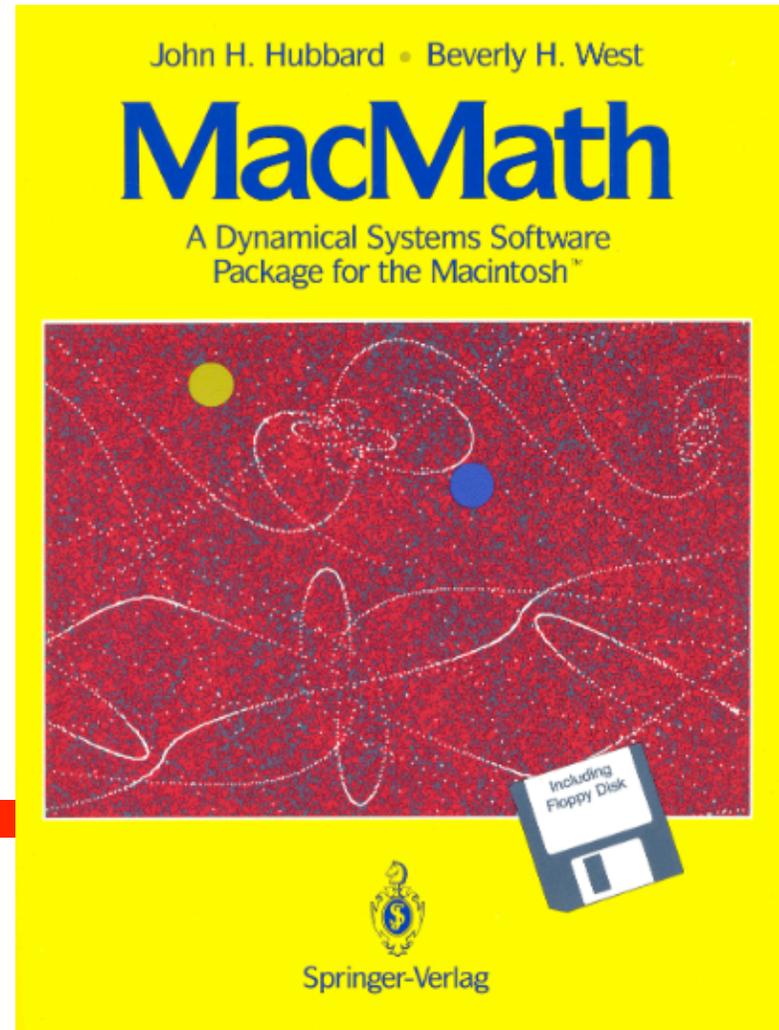


CEDIC/FERNAND NATHAN



1991

1992



1^{re} Étude ICMI (1985)

Introductory Calculus in 1990

a paper for the I.C.M.I. Symposium on Computers and Mathematics*

B.R. Hodgson (Université Laval)
E.R. Muller (Brock University)
J. Poland (Carleton University)
P.D. Taylor (Queen's University)

1) Introduction

In this article we propose ways in which the introductory Calculus curriculum might respond to the recent and rapidly changing computer resources. Our purpose is not to describe how such computer resources might be used most effectively in the learning of the Calculus but rather to examine the impact of the existence of such resources as computer programs to perform differentiation and definite and indefinite integration.

Our main points are

- it is counterproductive to train our students to perform calculations that they know a microcomputer can do far more accurately and quickly;
- consequently a major reorientation in the style and content of the introductory Calculus course is needed, away from the performance of algorithms and towards a more meaningful and thoughtful experience;
- the spirit of this change calls for presenting the Calculus as one of mankind's finest intellectual achievements, more valuable than ever in its recent applications, and demanding of more interactive classroom teaching.

In a sense, we are entering a golden age of mathematics teaching, in which the deemphasis upon paper-and-pen performance of algorithms frees us to teach in ways that respect what we each feel are the true goals of mathematics education.

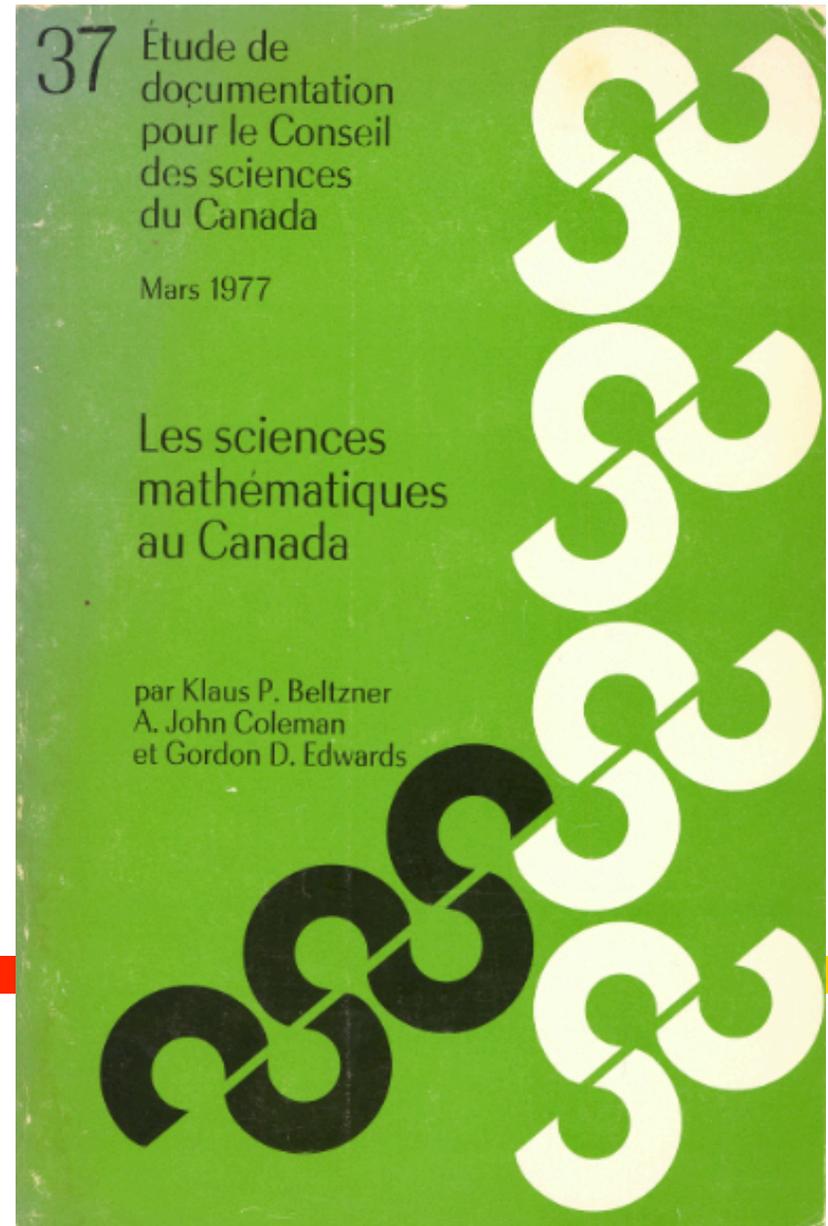
« La plupart des professeurs de mathématiques du 1^{er} cycle admettent qu'ils visent, non à inculquer des faits, mais plutôt à enseigner un mode de penser. C'est ce que nous entendons par la 'cogitation mathématique'. »



A. John Coleman
1918 – 2010
(30 sept. 2010)

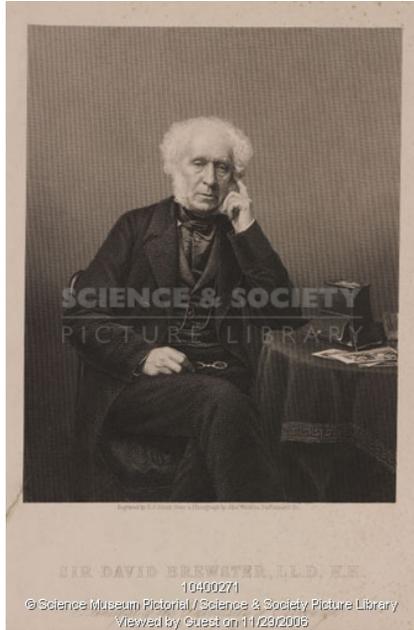
*Le « document-fondateur »
du GCEDM*

Le « Rapport Coleman »

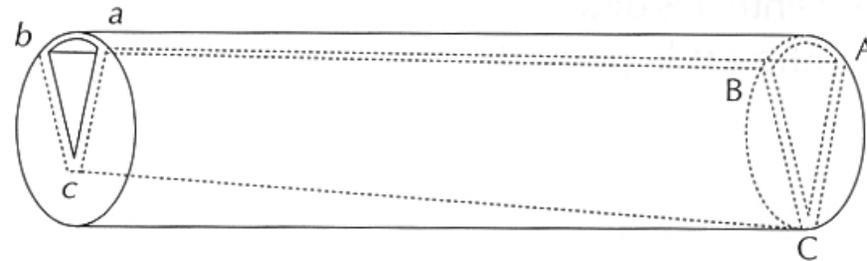


Un des mes dadas...

Le kaléidoscope



Sir David Brewster
(1781 – 1868)



kalos (beau)

eidos (aspect)

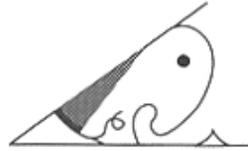
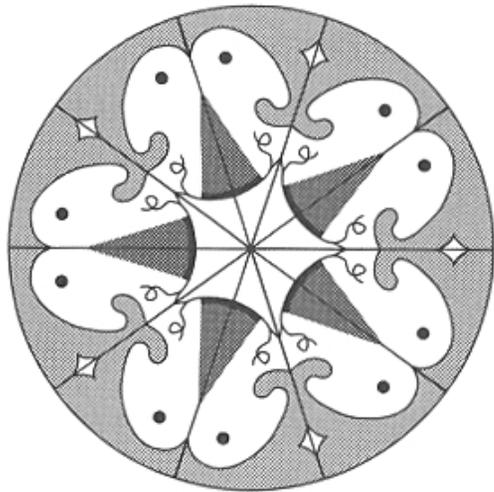
skopein (regarder)

(1817)

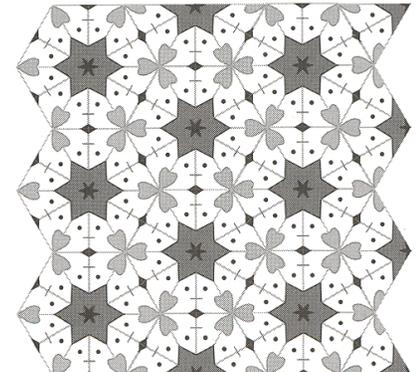
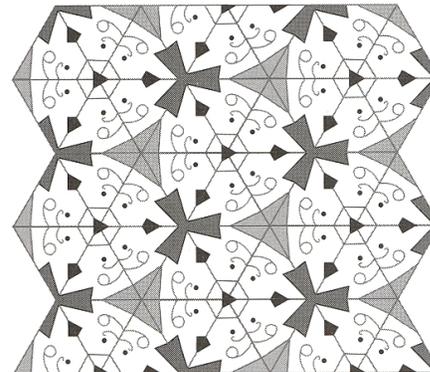
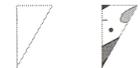
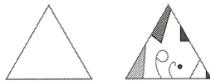
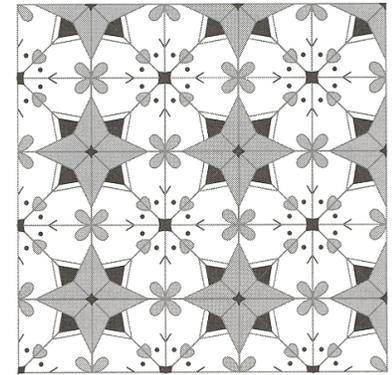
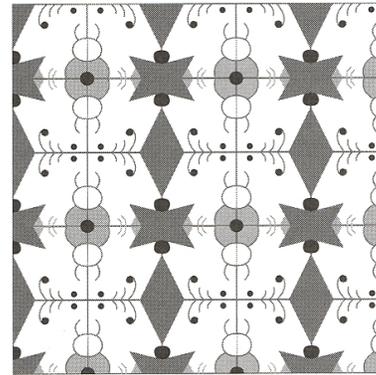
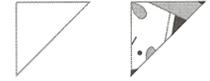
(travaux sur la polarisation
de la lumière)



Faculté des sciences et de génie



rosaces

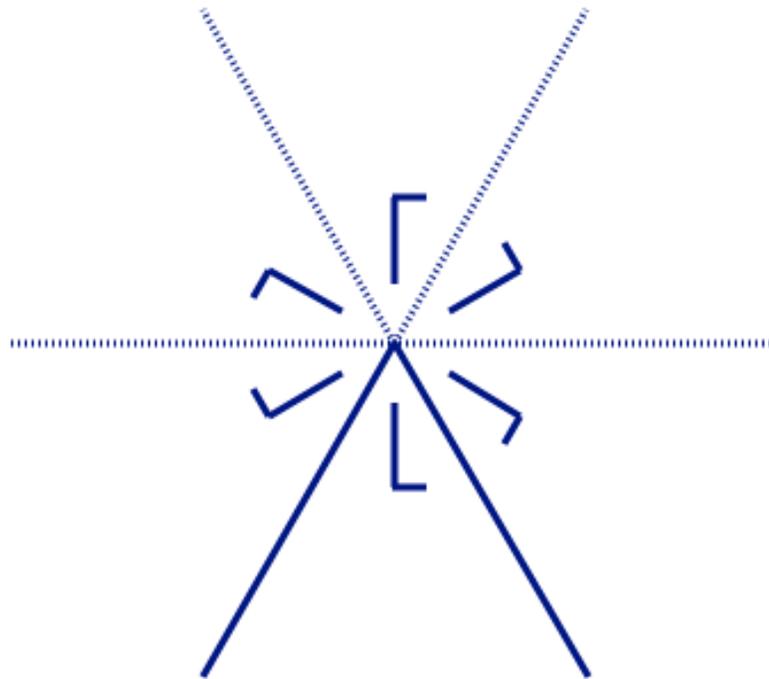


Brewster (1824)
The Encyclopaedia Britannica

pavages

An instrument such as the kaleidoscope “renders obvious to the common observer what has hitherto been confined to the calculations of the mathematician.”

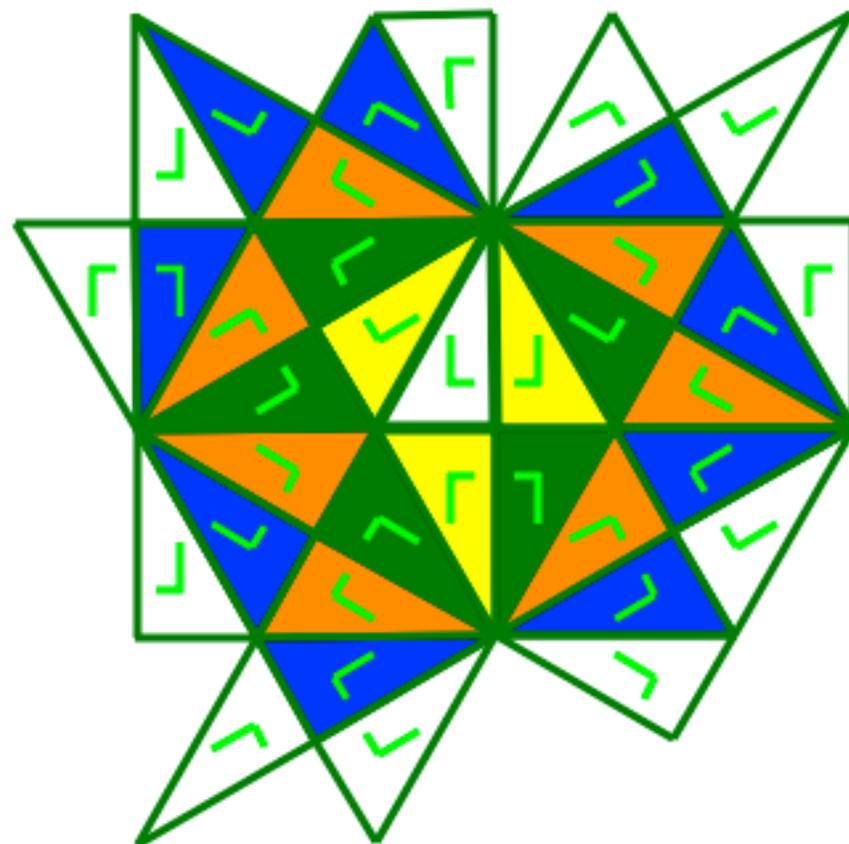
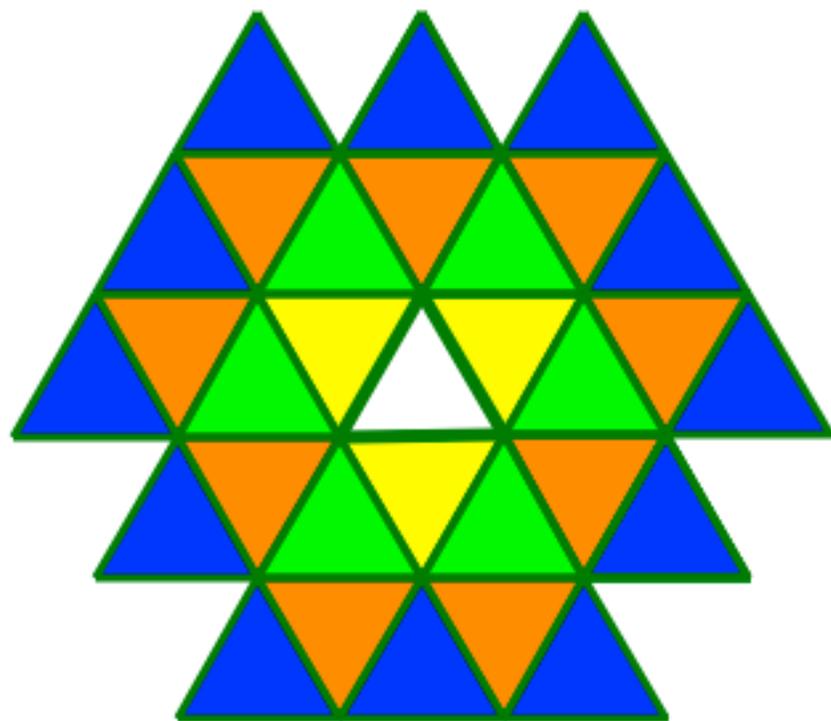
Charles Wheatstone (1802–1875)



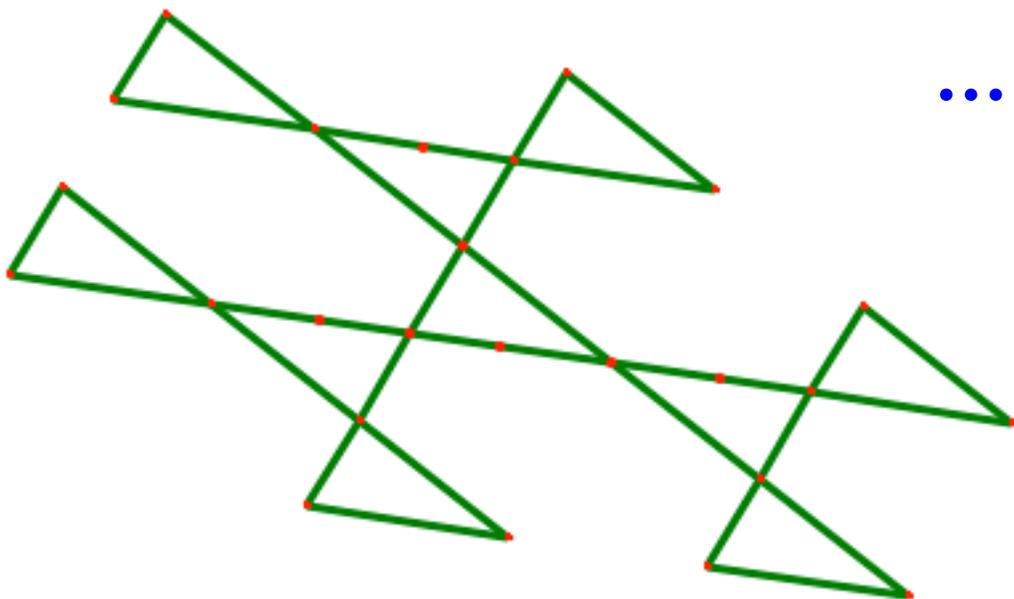
*Simulations avec un logiciel de
géométrie dynamique*



Faculté des sciences et de génie



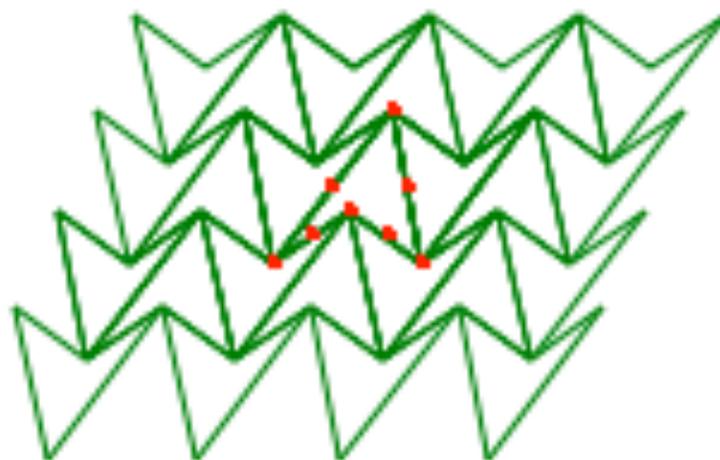
*... réflexion dans un point
(sommet)*

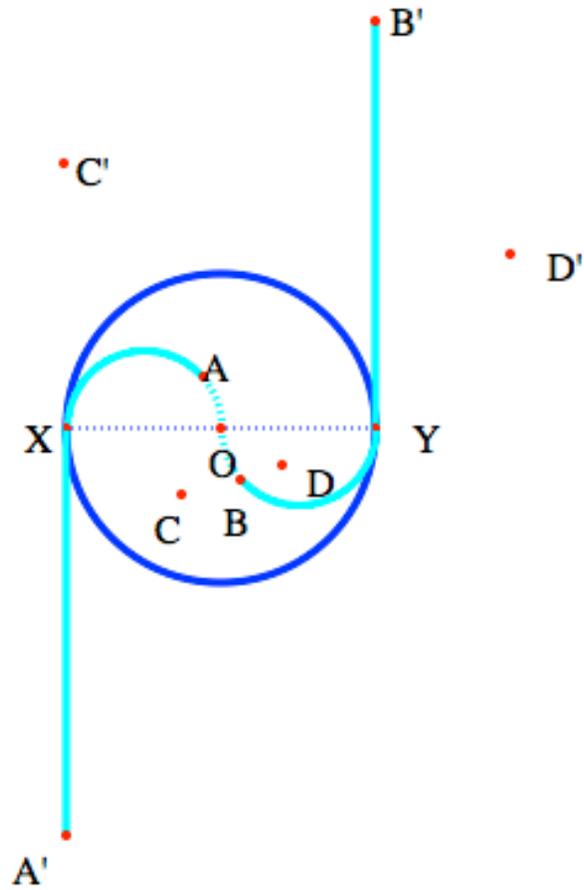


Kaléidoscopes fictifs!!!

On remplace la *réflexion dans un miroir* par...

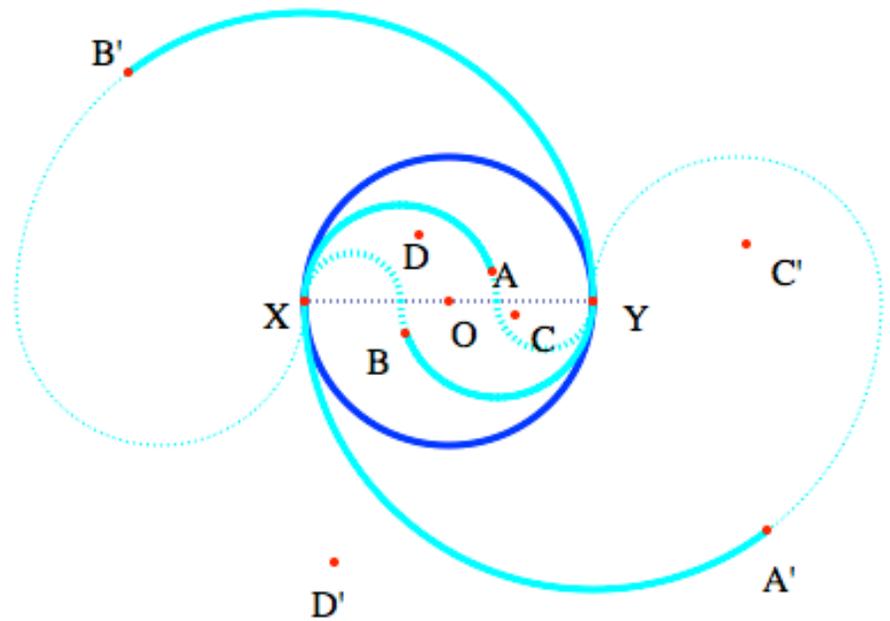
*... réflexion dans un point
(milieu)*





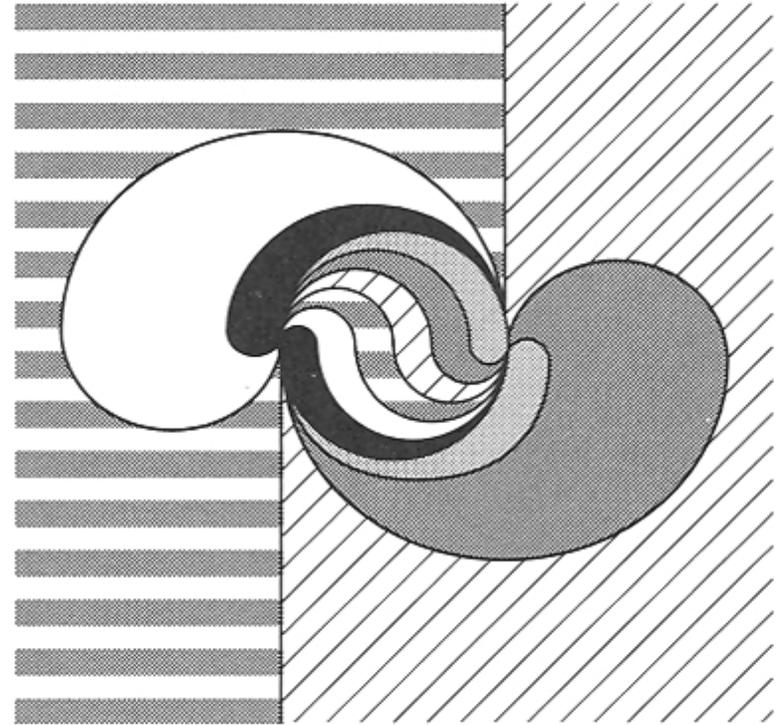
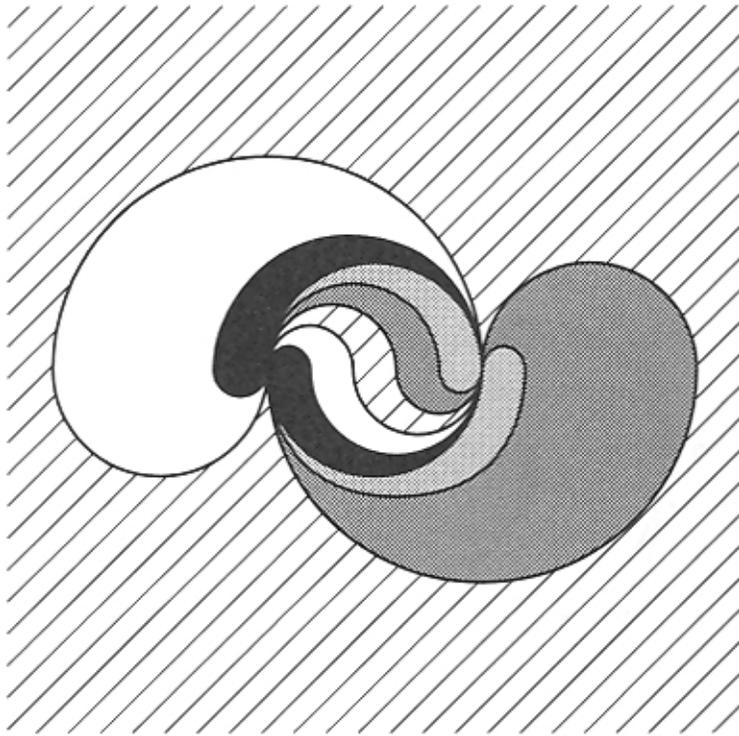
... ou par l'inversion dans un cercle

Miroirs virtuels que l'ordinateur met à notre disposition



(plus une réflexion horizontale)

De nouveaux pavages à la sauce informatique



division du cercle par des courbes

« *yin-yang* »

L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement: *quid* maintenant?

Maple™ 14 L'outil indispensable pour les mathématiques et la modélisation

› Prix et Achat

› Mettre à jour

› Évaluer Maple

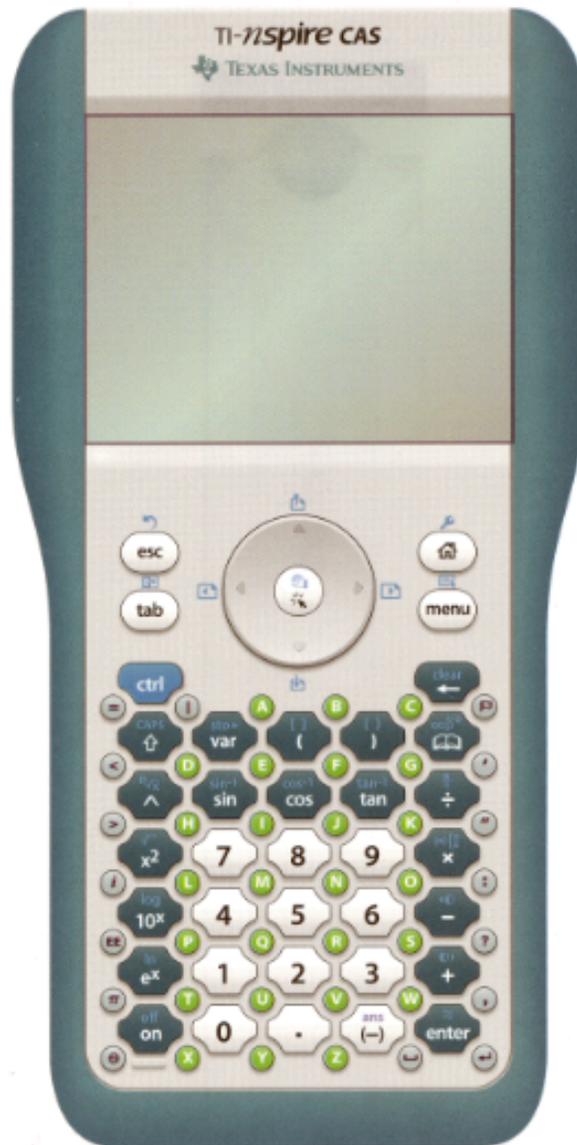
› Demander un devis



The image shows a promotional banner for Maple 14. On the left, three overlapping windows of the software interface are displayed, showing various mathematical plots and toolbars. On the right, a white product box for Maple 14 is shown against a blue background. The text 'Upgrade and Save!' is written in white, followed by 'Special pricing when upgrading to Maple™ 14' in blue and red.

➤ **Nouveautés de Maple 14**
Toujours plus d'outils mathématiques au service de vos applications d'ingénierie.

Upgrade and Save!
Special pricing when upgrading to
Maple™ 14

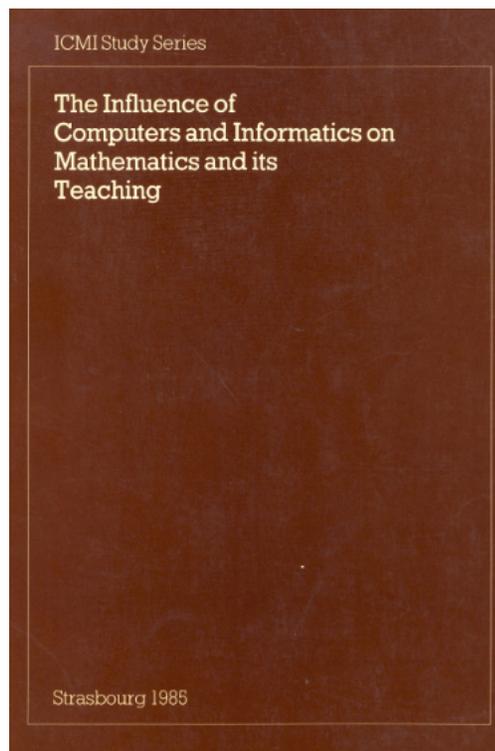


PLAN DE L'EXPOSÉ

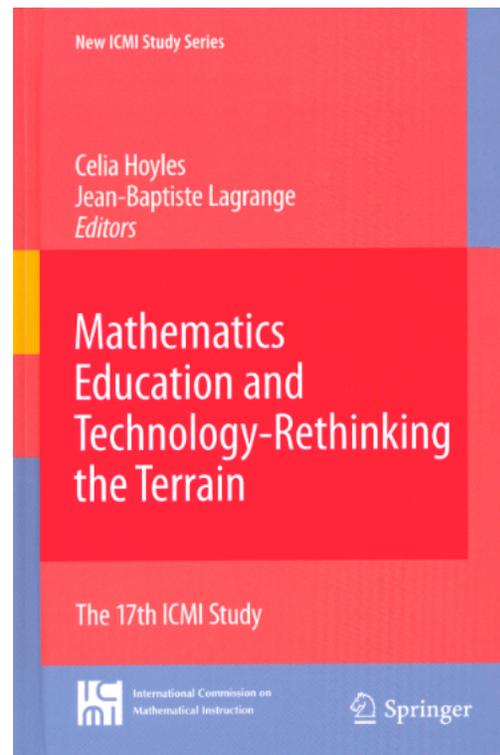
- I- Les mathématiciens et la recherche en enseignement des mathématiques
- II- L'influence de l'ordinateur et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement: coup d'œil historique
- III- La technologie en éducation mathématique postsecondaire aujourd'hui**

III- La technologie en éducation mathématique postsecondaire aujourd'hui

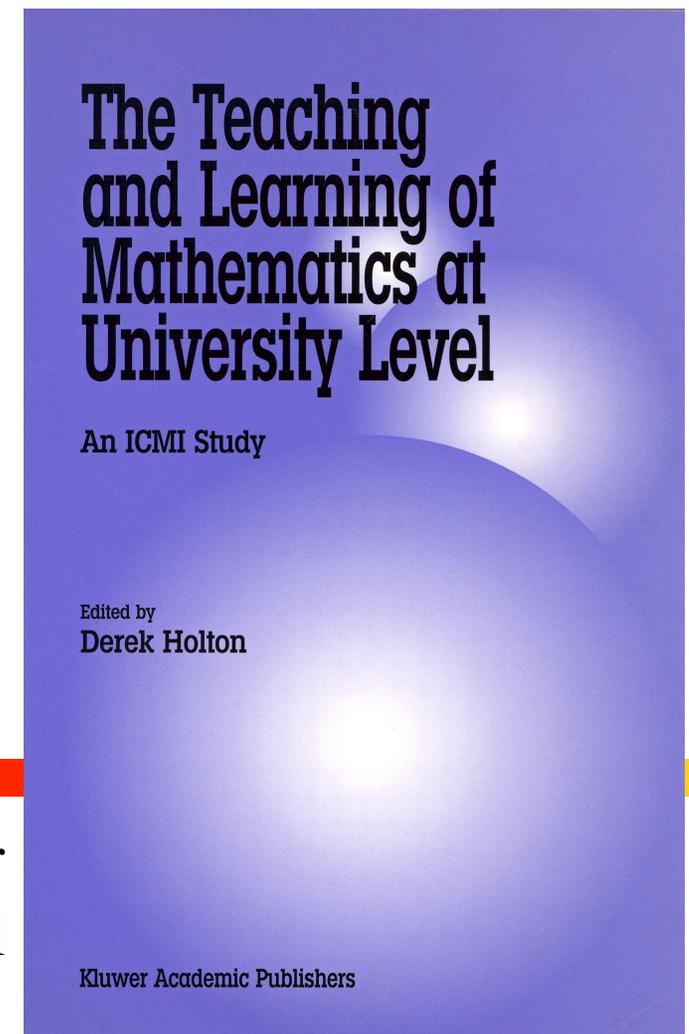
1^{re} Étude ICMI



17^e Étude ICMI



11^e Étude ICMI



Section éditée par
Michèle Artigue et Joel Hillel

III- La technologie en éducation mathématique postsecondaire aujourd'hui

Certaines difficultés subsistent...

« L'introduction des technologies informatiques a bouleversé la place du professeur à l'école. Ces dernières ont grandement contribué à l'évolution de la pédagogie. Elles ont rendu accessible au plus grand nombre une masse d'information jusqu'ici inimaginable. Elles ont aussi rendu parfois plus clairs, plus divertissants, plus digestes les contenus pédagogiques. »

*Courrier du lecteur – lettre d'un prof de
philo du cégep Montmorency
Le Devoir, 10 mars 2010*

« Bref, les nouvelles technologies sont des outils inestimables pour le professeur. Le problème ne vient pas d'elles, mais de la place qu'on leur donne.

On n'encourage plus le professeur à devenir un spécialiste de contenu, mais un expert dans l'utilisation des nouvelles technologies. Il suffit de comparer la part des budgets alloués au développement professionnel qui va à la formation aux nouvelles technologies à celle qui sert à se perfectionner dans une discipline. Pire, le professeur est en partie évalué sur sa capacité à utiliser les nouvelles technologies. »

*Courrier du lecteur – lettre d'un prof de
philo du cégep Montmorency
Le Devoir, 10 mars 2010*

« La qualité d'un cours selon les administrations scolaires dépend ainsi de leur utilisation. Or, les nouvelles technologies ne sont pas une fin en soi, mais seulement un moyen pour parvenir à une fin: transmettre une connaissance ou une compétence. Partout, dans l'école d'aujourd'hui, l'outil informatique tend à se substituer à la parole vivante du professeur. »

*Courrier du lecteur – lettre d'un prof de
philo du cégep Montmorency
Le Devoir, 10 mars 2010*

Mais il y a des « success stories » ...

... par exemple le programme MICA (Brock University)

Mathematics Integrated with Computers and Applications

“MICA is a cutting edge mathematics program that teaches you how to use powerful combinations of mathematics and computers to solve sophisticated real world problems.”

“A four-year honours program that gives you a solid foundation in math and also teaches you the technology you need to know in order to apply what you’ve learned. You also have the option of specializing in education, pure mathematics, applied mathematics or statistics.”

- Muller -- Étude ICMI 11 (1998)
- Buteau & Muller -- Étude ICMI 17 (2006)

Intégration de la technologie

- **en vue de besoins professionnels futurs**
par exemple, attentes des employeurs ou « règles de l'art »
 - chercheurs en mathématiques
méthodes numériques, algèbre, théorie des nombres, ...
(influence de l'ordinateur sur l'activité mathématique proprement dite, sur la façon de « faire des maths »)
 - utilisateurs des mathématiques
ingénieurs, scientifiques, ...
 - enseignants du primaire et du secondaire
secondaire: TI-83, TI-84, TI-Nspire
- **à des fins proprement pédagogiques**

Familiarisation avec la technologie (*démystification*)

- aller au-delà de la programmation
- aller au-delà de la maîtrise de quelques outils de base et de développement d'interfaces
- accessibilité « à bas prix » à des outils très puissants
facilité, convivialité de l'interface, ... , complexité!
- quelle « opacité » souhaitable de la technologie ?
boîte « noire », « grise », « blanche », ... , « rose »
- savoir « quitter » la technologie

John Mason, 1^{re} Étude ICMI:

-- syndrome « Compute first and think second »

-- « The hardest button to press is the off-button. »

Le nerf de l'histoire: les enseignants!

- aller au-delà de quelques irréductibles enthousiastes
*difficulté même dans un dép. de maths d'UNE université
et encore plus dans un réseau (écoles, cégeps, ...)*
- développement de connaissances spécifiques et
d'une « sensibilité » sur trois plans:
mathématique, informatique, didactique
 - *le maillon faible*
 - *les « formations courtes » ne marchent pas!*
- savoir œuvrer dans un contexte de diminution de
certaines habiletés *calculatoires* et de renforcement
d'habiletés *interprétatives* et d'*approximation*

Une mise en garde

opposition entre *technique* et *conceptuel*
(discours « technologique militant »)

« *L'usage de la technologie, en déchargeant l'étudiant d'un certain travail technique, lui donne directement accès à une activité conceptuelle.* »

Ça dépend...

Quelques questions d'actualité

- *Comment aider les enseignants du postsecondaire à se préparer à œuvrer dans un contexte à saveur technologique? Quel support leur est de fait fourni?*
 - *Comment les mathématiques sont-elles réellement changées par la technologie?
(à la lumière de quelques décennies d'expérimentations)*
 - *La recherche didactique apporte-t-elle des arguments robustes en faveur de l'emploi de la technologie?*
 - *La technologie permet d'utiliser des concepts mathématiques avant de maîtriser les techniques calculatoires. Qu'en est-il au juste?*
-
- *Quid des « nouveaux » environnements?
(« banques d'exercices en ligne », etc.)*



En guise de conclusion...

Je rêve...

... d'un cadre où la technologie est utilisée pour favoriser un environnement d'enseignement et d'apprentissage où les interactions d'HUMAIN À HUMAIN occupent la place centrale!

Merci!

