

Les laboratoires de mathématiques pour l'enseignement, une métaphore productive

Hier et aujourd'hui, pour les élèves comme pour les professeurs

Luc Trouche

luc.trouche.inrp.fr



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE



HTEM 5 - V Colóquio de História e Tecnológico Ensino da Matemática
Recife, Brasil, de 25 a 30 de julho de 2010

Obrigado a Franck Bellemain pelo convite
e a Ana Paula Jahn pela tradução dos slides!

A equipe EducTice no
jardim do INRP (Lyon)



Do que eu vou falar...

- 1) Les laboratoires de mathématiques, une *métaphore* ancienne, régulièrement revisitée
- 2) Pas de laboratoires sans médiations : problèmes, objets, machines
- 3) Pas de laboratoires sans réorganisation profonde du curriculum, le cas de l'épreuve pratique du baccalauréat en France
- 4) Pas d'activité riche des élèves sans activité riche des professeurs, le cas de Labomep (Sésamath) en France

Une métaphore ancienne...

« L'idéal du laboratoire de Mathématiques : ce serait, par exemple, un atelier de menuiserie ; le préparateur serait un ouvrier menuisier.

Sous la haute direction du professeur de Mathématiques, conseillés par l'ouvrier préparateur, les élèves travailleraient par petits groupes à la confection de modèles et d'appareils simples.

Si l'on possédait un tour, ils pourraient construire des surfaces de révolution ; avec des poulies et des ficelles, ils feraient les expériences de Mécanique, vérifieraient d'une manière concrète le parallélogramme des forces, etc.

Il y aurait dans un coin une balance d'épicier ; de l'eau et quelques récipients permettraient de faire faire aux élèves, sur des données concrètes, les problèmes classiques sur les robinets »

(Borel 1904)

... régulièrement revisitée

« Bien des écoles ont consacré *de longues discussions* à la part que l'on doit attribuer aux considérations d'ordre pratique et expérimental:

- dans l'enseignement élémentaire, on peut mentionner, par exemple, le plissage du papier, le travail de plein air, l'usage des instruments simples de mesure, la géométrie d'observation, etc., le calcul pratique et approximatif (usage de la règle à calcul, etc.), la question général des graphiques en algèbre, l'usage plus répandu du papier quadrillé.
- il a été question ces dernières années de *laboratoires mathématiques*.
Qu'a-t-on fait dans ce sens et quels en sont les résultats ? »

(ICMI 1908)

... pour réformer l'enseignement

« Les lycées pourraient abriter des laboratoires de sciences mathématiques à côté de ceux de sciences physiques. Elèves et professeurs y trouveraient documentation, matériels informatiques, logiciels... Ils pourraient constituer des ateliers. Des moments pourraient être réservés pour la formation continue des professeurs.

Ces propositions semblent ambitieuses et raisonnables. Ambitieuses parce qu'elles impliquent des évolutions chez tous les acteurs du système éducatif. Raisonnables parce que les enseignants de mathématiques d'aujourd'hui sont ouverts au changement.

il y a entre mathématique et informatique une solidarité fondamentale qui repose sur l'histoire (Turing, Von Neumann) et sur les pratiques actuelles... »

(Kahane 2000)

... Avec des définitions variées

- 1) *A room*, equipped with some material: computers, books, and all kinds of objects that can be used for mathematical experiments or constructions [...]; the first thing to think about, a good set of *open activities* to propose to the children. The main feature of laboratories is that they should *feel free*, not under pressure. For the teachers also, math. laboratories are a field of experimentation, *out of any curriculum* (Barbeau & Taylor 2006).
- 2) A math. laboratory is [...] a *structured set of activities aiming to construct meanings* for mathematical objects, [...] showing similarities with the concept of Renaissance workshops where apprentices *learned by doing and watching what was being done, communicating* with one another and with the experts (Anichini *et al.* 2003)

... Et aujourd'hui ?

Google [Recherche avancée](#)
[Préférences](#)

Rechercher dans : Web Pages francophones Pages : France

Web Résultats 1 - 10 sur un total d'environ 138 000 pour laboratoires de mathématiques lycée / lycée sec

[ÉduSCOL - Mathématiques/Ressources](#)
Ressources pour le **lycée**. Classe de seconde générale et technologique ... nouvelles du programme de **mathématiques**-informatique de la classe de première L, ...
eduscol.education.fr/D0015/LLPHAG00.htm - [En cache](#) - [Pages similaires](#)

[PDF] [Les laboratoires de mathématiques](#)
Format de fichier: PDF/Adobe Acrobat - [Version HTML](#)
Le **laboratoire de mathématique** du **lycée** Alphonse Daudet de ... www.eduscol.education.fr
- **Laboratoire de mathématiques** du **lycée** A. Daudet de Nîmes œ page 1 ...
eduscol.education.fr/D0015/labo_maths_Nimes.pdf - [Pages similaires](#)

[+ Plus de résultats de eduscol.education.fr](#)

[Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques ...](#)
Les **laboratoires de mathématiques**. Il s'agirait de créer, dans tous les **lycées** et collèges, des **laboratoires de mathématiques** semblables aux **laboratoires** de ...
smf.emath.fr/Enseignement/.../RapportsCommissionKahane.pdf - [Pages similaires](#)

[PDF] [des chercheurs et un laboratoire de mathématiques dans un lycée](#)
Format de fichier: PDF/Adobe Acrobat - [Afficher](#)
laboratoire de mathématiques dans un **lycée** par Jean-Claude Oriol. La rupture que l'on constate entre la ... **lycée** un **laboratoire de mathématiques**. Il me ...
mathenjeans.free.fr/amej/edition/actes/.../93219220.pdf - [Pages similaires](#)

Initiatives institutionnelles

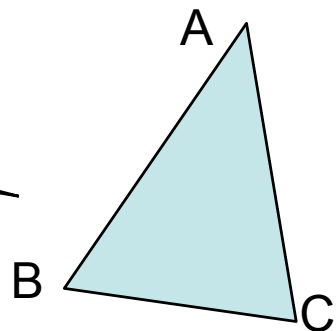
Initiatives personnelles soutenues par l'institution

Initiatives des sociétés savantes

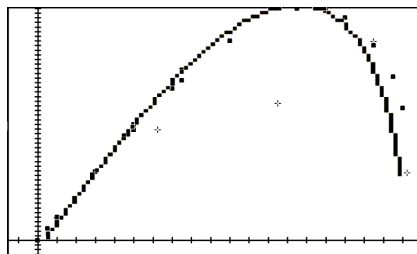
Initiatives d'associations spécifiques

Pas de laboratoire sans médiation...

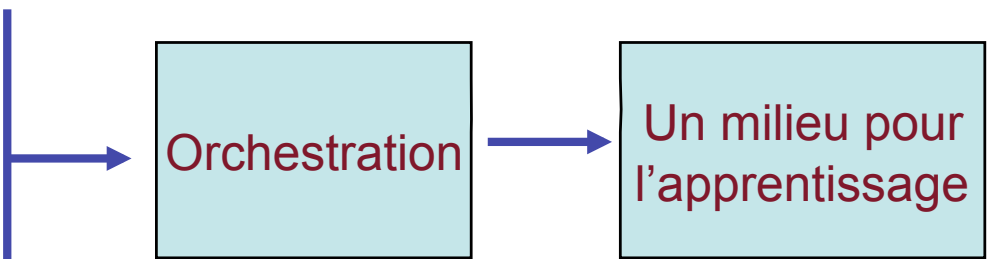
Un problème



Des objets mathématiques



Des machines



Orchestration : des configurations didactiques et des modes d'exploitation pensées a priori, gérées dans l'activité de la classe, repensées a posteriori.
(Trouche & Drijvers, to appear)

Pas de laboratoire sans médiation...

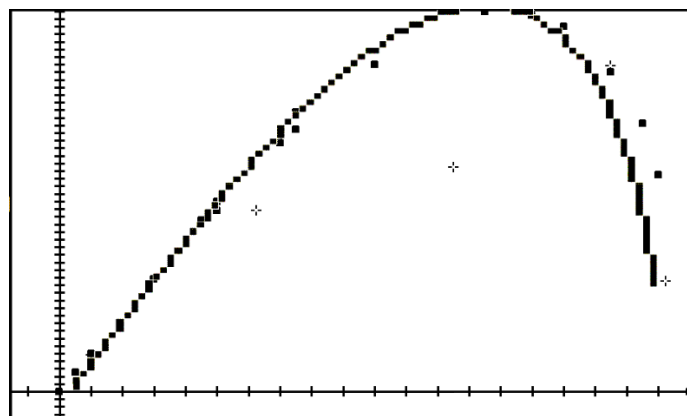
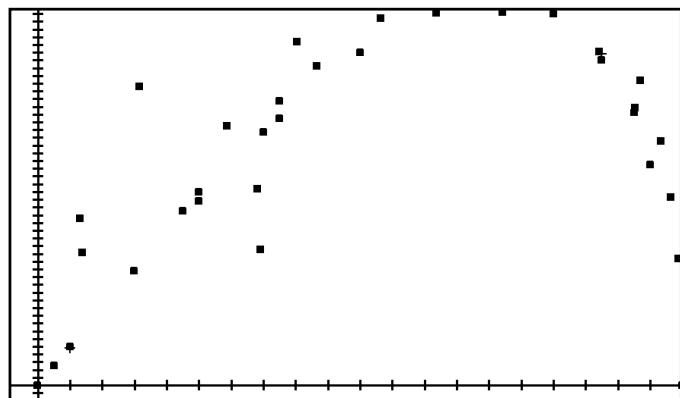
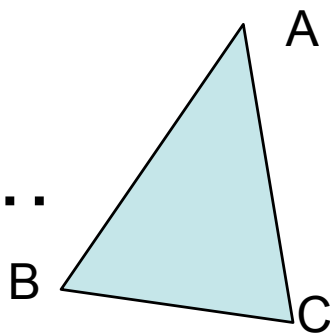


De nouveaux moyens pour soutenir le travail collectif
Des calculatrices en réseau, permettant au professeur d'exploiter différentes configurations :

- afficher toutes les données expérimentales des élèves dans un même repère ;
- comparer les graphiques obtenus par les élèves sur un même écran.

Un exemple...

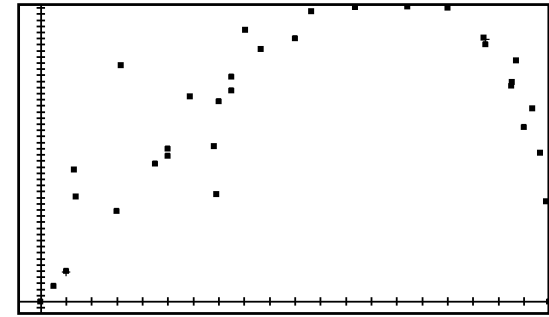
(Hoyles *et al.* 2009)



$AB = AC = 10$ cm, quelle est l'aire du triangle ABC ?

- ✓ objectif : le concept de fonction (aire fonction de BC) ;
- ✓ manipulation d'outils « anciens » (règle, compas)
- ✓ envoi des données sur l'écran ;
- ✓ un objet se constitue, création collective ;
- ✓ Co-élaboration d'une formule mathématique qui modélise le problème donné ;
- ✓ nombreux problèmes (incertitudes de mesure ou erreurs de calcul, courbe ou nuage, etc.)

Un exemple...

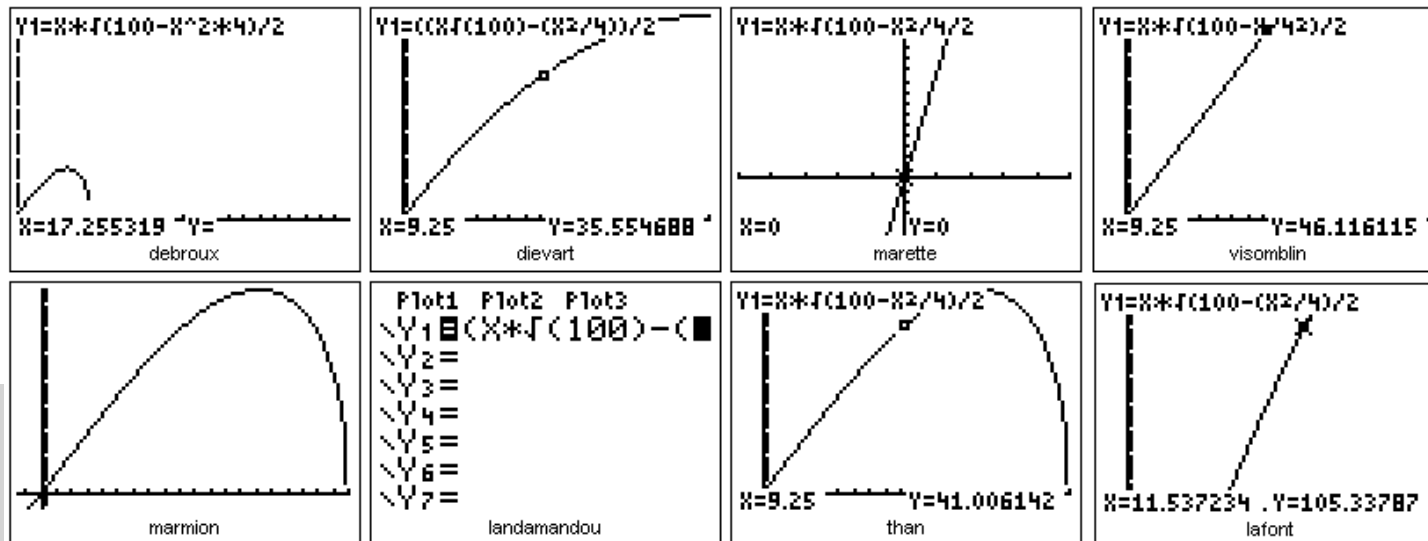


Choix didactiques complexes pour le professeur :

- ✓ afficher, ou non, les noms des élèves auteurs ;
- ✓ donner, ou non, la fenêtre à choisir pour le graphique ;
- ✓ comment gérer le débat scientifique, dégager des significations?

Une analyse a posteriori révélatrice

Une viabilité assurée par un *intérêt institutionnel* et le *travail collaboratif des professeurs*



Les évolutions institutionnelles...

Le ministère français expérimente, depuis 2007, une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat

« L'objectif de l'épreuve est d'évaluer les compétences des élèves dans l'utilisation des calculatrices et de certains logiciels spécifiques en mathématiques. Il s'agit d'évaluer chez les élèves, la capacité à mobiliser les technologies de l'informatique et de la communication pour l'enseignement (TICE) pour résoudre un problème mathématique

Les sujets proposés aux candidats sont des exercices mathématiques où l'utilisation des TICE (calculatrice graphique programmable, ordinateurs et logiciels spécifiques, logiciels libres de préférence, tableurs, géométrie dynamique, calcul formel) intervient de manière significative dans la résolution du problème posé ».

(MEN, 2007)

Un exemple...

Soit f la fonction définie sur \mathbb{R} par : $f(x) = -x + \sqrt{x^2 + 4}$.

On note C sa courbe représentative dans un repère orthogonal

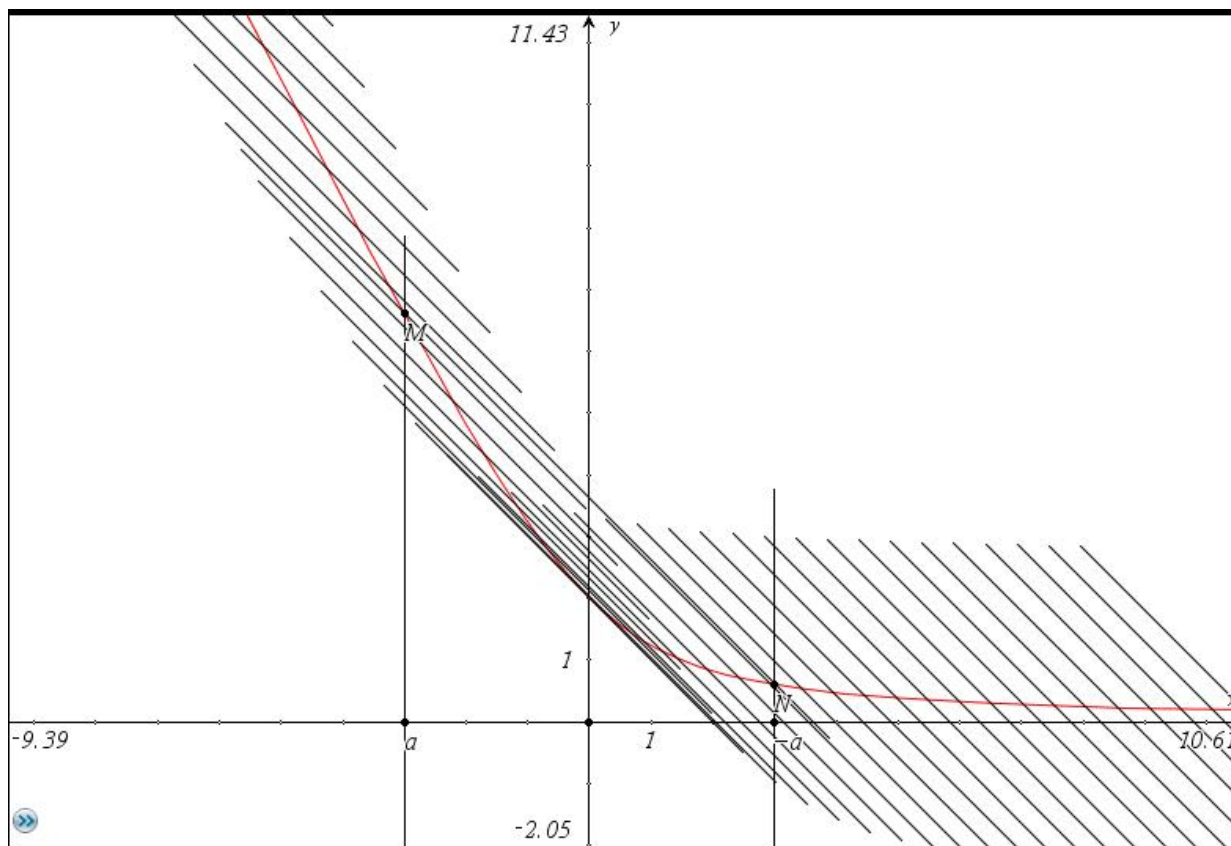
Soit a un réel quelconque, M et N les points de C d'abscisses respectives a et $-a$.

- 1) Construire la figure à l'aide d'un logiciel de votre choix; appeler l'examineur pour vérification de la figure
- 2) Faire varier a et émettre des conjectures concernant respectivement la droite (MN) et l'intersection I des tangentes à C en M et N . Appeler l'examineur pour vérification des conjectures
- 3) Déterminer en fonction de a les coordonnées des points M et N . Justifier les conjectures émises à la question 2.

Un exemple...



Un exemple...



Evaluation institutionnelle...

« L'épreuve induit un rapport différent des élèves aux mathématiques (activité expérimentale, plusieurs essais possibles en utilisant les TICE, conjectures nécessaires...)

Elle induit aussi des démarches d'enseignement différentes, donnant une place plus importante aux démarches d'investigation

Elle met en jeu une évaluation différentes, considérant l'activité de l'élève plus que son résultat

La généralisation de cette épreuve devrait faire évoluer l'enseignement des mathématiques » (Fort 2007)

Et pourtant...pas de généralisation prévue avant 2013 !

Difficulté des évolutions qui touchent un point sensible de l'enseignement des mathématiques...

Pas de laboratoires pour les élèves sans laboratoires pour les professeurs...

Sésamath (<http://www.sesamath.net/>, uma recente associação de professores de Matemática (2001)...

... um crescimento muito rápido (100 membros, 5000 professores em grupos de projeto, 100000 conexões por dia)...

... uma filosofia do doar, do dividir e do serviço público



Pas de laboratoires pour les élèves sans laboratoires pour les professeurs...

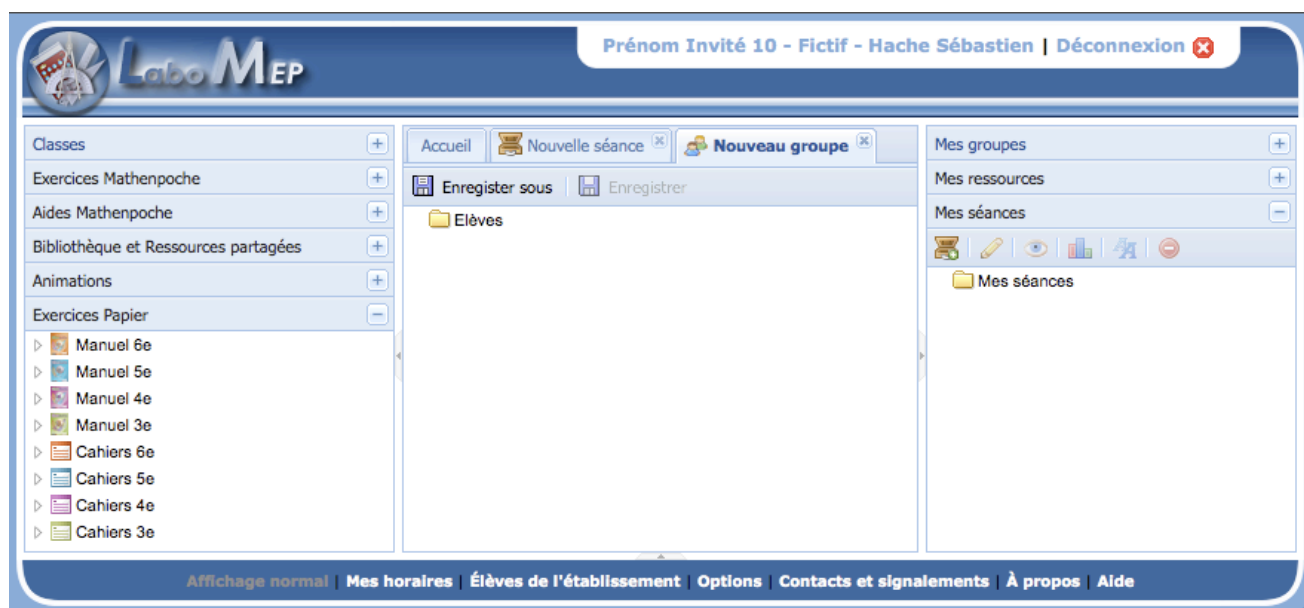
Mathenpoche, un des projets phares de l'association, des centaines d'exercices librement téléchargeables, que l'on peut commenter ou enrichir...



The screenshot shows the Mathenpoche website interface. At the top, there is a blue header with the Mathenpoche logo on the left and the text "Accès directs : 6^e | 5^e | 4^e | 3^e | CAP | 2^{nde}" on the right. Below the header, there is a navigation bar with the text "Je soutiens Sésamath : Mon email" and an "OK" button. The main content area on the left contains a paragraph: "Mathenpoche est un logiciel gratuit composé de centaines d'exercices de mathématiques : activités de découverte, de démonstration, exercices d'application, travaux de synthèse... Il est développé par des professeurs de mathématiques en exercice et diffusé par l'association Sésamath." On the right side of the main content area, there is a vertical menu with the following links: "Accueil", "Utiliser en ligne", "Téléchargements", and "Version réseau".

Pas de laboratoires pour les élèves sans laboratoires pour les professeurs...

LaboMep : une interface « laboratoire » de conception, d'expérimentation, et de mutualisation de ressources, à partir du vivier initial de Mep (Math en poche), une version adaptée pour travailler en réseau dans une classe.

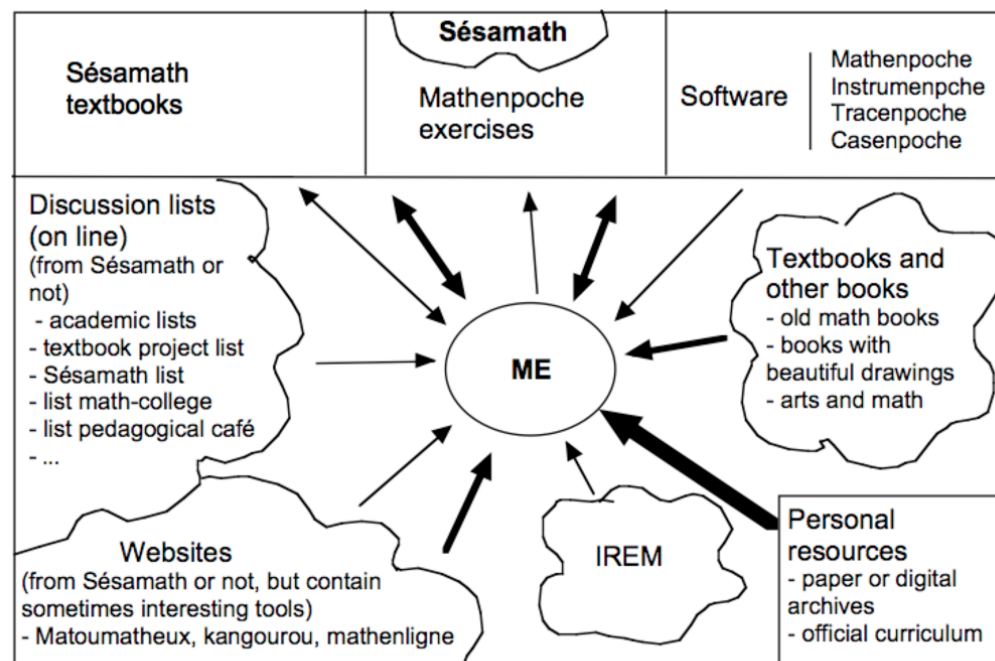


O trabalho do professor Pierre

Recursos pessoais = recursos do Sésamath

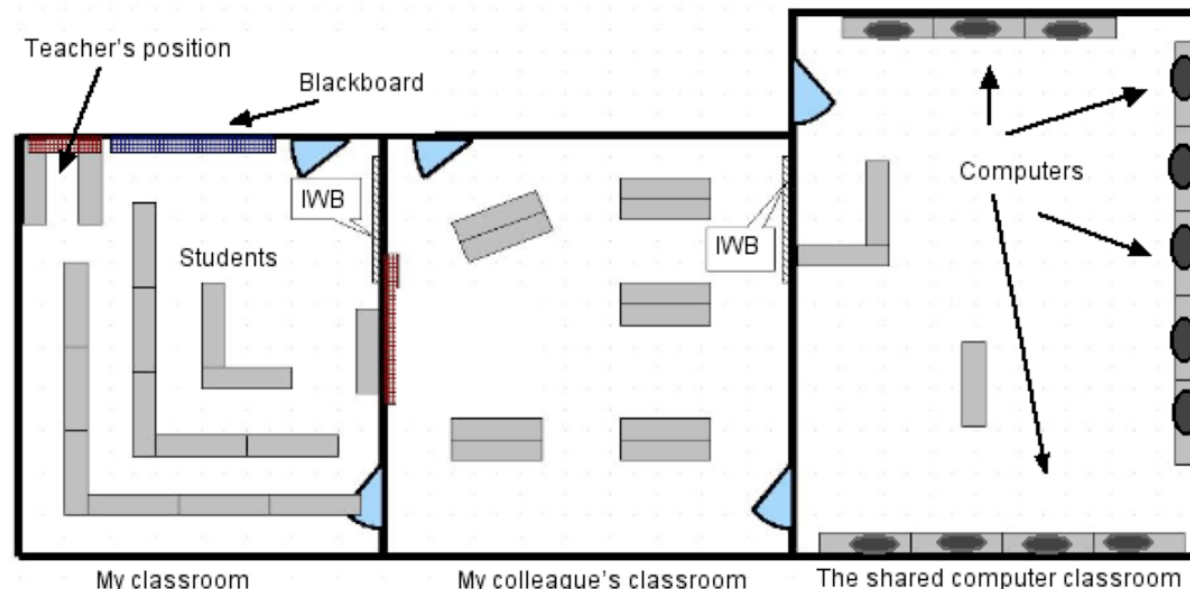
Recursos em permanente discussão na comunidade

Recursos vivos



A sala de aula do professor Pierre

Uma reorganização do espaço e das relações entre professores, alunos e ferramentas (quadro negro, lousa inteligente, softwares, recursos da *Internet...*)



Os alunos do professor Pierre



Usar Google para fazer uma multiplicação...

Busca-se o resultado de uma multiplicação da mesma forma que se busca o número de habitantes de São Paulo

O paradigma da rede substitui o paradigma da flecha

3,35*5,7 - Recherche Google

Web [Images](#) [Maps](#) [Actualités](#) [Vidéo](#) [Gmail](#) [plus](#) ▼

Google [Recherche avancée](#)
[Préférences](#)

Rechercher dans : Web Pages francophones Pages : France

Web

 **3,35 * 5,7 = 19,09500**

[Plus d'infos sur la fonction calculatrice.](#)

Rechercher les documents contenant les expressions [3,35*5,7.](#)

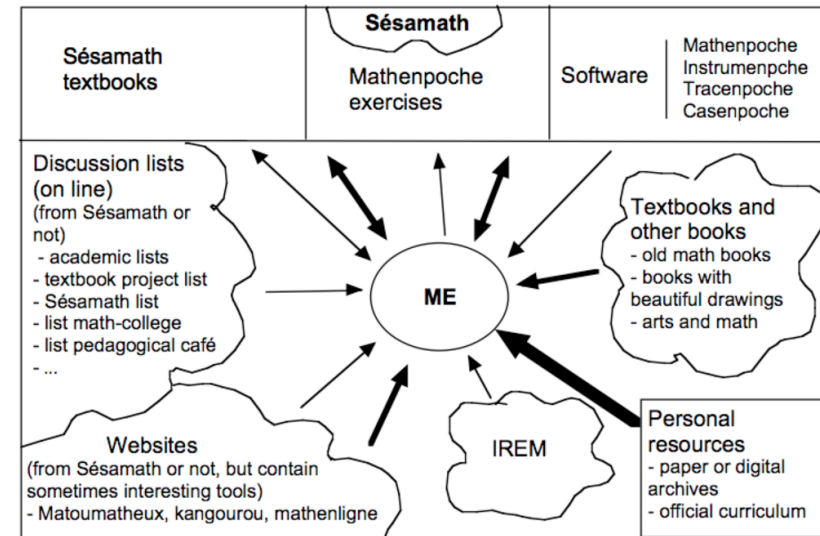
Accueil Google - Programmes de publicité - Solutions d'entreprise -

Novas questões...

Recursos...

(Re-sources en français

Re-source en anglais)



3,35*5,7 - Recherche Google

Web [Images](#) [Maps](#) [Actualités](#) [Vidéo](#) [Gmail](#) [plus](#) ▼

Google [Recherche avancée](#)
[Préférences](#)

Rechercher dans : Web Pages francophones Pages : France

Web

3,35 * 5,7 = 19,09500

[Plus d'infos sur la fonction calculatrice.](#)

Rechercher les documents contenant les expressions [3,35*5,7](#).

Accueil Google - Programmes de publicité - Solutions d'entreprise -

A qualidade dos recursos

Em uma situação de abundância de recursos, garantir a qualidade através de repertórios garantidos institucionalmente ou repertórios “vivos”, enriquecidos, atualizados e validados por comunidades de usuários?

O exemplo do projeto InterGeo

<http://i2geo.net>

(Trgalova *et al.* 2009)

The screenshot shows the homepage of the I2G (Interoperable Interactive Geometry for Europe) project. The header features the I2G logo and the text "Interoperable Interactive Geometry for Europe". Below the logo is a login section with a "login name" field, a "Go »" button, and a "Remember Me" checkbox. To the right is a "Faça-se Membro" (Become Member) button and a search bar with the placeholder text "pesquisa...". A language dropdown menu is set to "Português".

The main content area is divided into several sections:

- HOME**: A navigation menu with links for PESQUISAR, CONTRIBUIR, COLABORAÇÃO, AJUDA, and PROJECTO INTERGEO.
- TABLE OF CONTENTS**: A list of pages, with "WebHome" highlighted.
- WATCH I2GEO GROW**: A statistics table showing the number of resources, members, and groups.
- THE INTERGEO EU PROJECT**: A section titled "Interoperable Interactive Geometry for Europe" with a brief description and a list of links: "O que é o Intergeo?", "Quem é quem no Intergeo?", and "... e outras informações interessantes tais como: Conferências, materiais públicos, e o trabalho em curso." It includes the I2G logo and a small image of a landscape.
- RECURSOS EM DESTAQUE**: A section titled "Euler's Line and the 9 Points Circle" with a grid of geometric diagrams.
- GRUPOS EM DESTAQUE**: A section titled "IREM-INRP Academie de Lyon" with a small icon of two people.
- I2GEO NEWS**: A section at the bottom of the main content area.

At the bottom right of the page, there is a logo for "inrp ÉDUCTICE" and the text "INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE PÉDAGOGIQUE".

A qualidade dos recursos

Em uma situação de abundância de recursos, garantir a qualidade através de repertórios garantidos institucionalmente ou repertórios “vivos”, enriquecidos e validados por comunidades de usuários?

O exemplo do projeto
InterGeo

<http://i2geo.net>

(Trgalova *et al.* 2009)

Euler's Line and the 9 Points Circle



Euler's Line and the 9 Points Circle



Contributed By: Santiago Egado



(5 reviews, last on 2010-03-20)

Content

Information

Comments (0) & Reviews (5)

This applet lets you modify a triangle and draws its Euler's line and 9 Points Circle.

Show Files

Open or Download This File: ⓘ

EulersLineandthe9PointsCircle.zip (34kb)

Download



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE

Finalemment...

Les TIC (en particulier les ressources en ligne), de nouveaux moyens pour les laboratoires mathématiques

Articuler anciennes et nouvelles technologies (Maschietto et Trouche 2010)

Articuler nouvelles formes de travail des élèves et nouvelles formes de travail des professeurs

Articuler le changement par le haut (le curriculum, les évaluations) et le changement par les professeurs (collaboration entre pairs)

Pour la recherche, penser davantage les processus de conception de ressources vivantes (Gueudet et Trouche 2010) et les aspects collectifs du développement professionnel des enseignants.

Colaboração franco-brasileira

Projeto CAPES-COFECUB (2009-2011)

De l'étude du professeur et de son activité en classe des mathématiques vers la conception de ressources par et pour le professeur

<http://educmath.inrp.fr/Educmath/recherche/projets/capes-cofecub/>

Un premier rapport de recherche (2010) qui ouvre de nouvelles questions sur les *représentations sociales* des professeurs de mathématiques (Licia Maia), sur *décisions didactiques* des professeurs (Iranete Lima), sur le *contenus des ressources* pour enseigner les mathématiques (Ana Paula Jahn) et sur *la transition* entre le lycée et l'université (Tania Campos).

Des différences entre la France et le Brésil, qui éclairent les changements possibles, et les conditions des changements.

Concluindo...



« A 5 h 30 du matin, nous entrions en rade de Recife tandis que piaillaient les mouettes et qu'une flottille de marchands de fruits exotiques... , un si pauvre souvenir mérite-t-il que je lève la plume pour le fixer ? »

Claude Lévi-Strauss, 1955, Tristes tropiques

« Mais on sait déjà qu'aucune fraction de l'humanité ne peut se comprendre, sinon par référence à toutes les autres... »

Claude Lévi-Strauss, 2005, réception du prix Catalunya

Referências

- Anichini, G., Arzarello, F., Ciarrapico, L., Robutti, O. (2003), *Matematica 2001. La matematica per il cittadino. Attività didattiche e prove di verifica per un nuovo curriculum di Matematica*. LUCCA: Matteoni Stampatore
- Barbeau, E., Taylor, P. J. (2008), *Challenging mathematics in and beyond the classroom: the 16th ICMI study*. New York : Springer
- Borel, E. (1904), *Les exercices pratiques de mathématiques dans l'enseignement secondaire*, en ligne http://smf.emath.fr/Publications/Gazette/2002/93/smf_gazette_93_47-64.pdf
- Fort, M. (2007), Rapport sur l'expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au bac S, MEN, en ligne <http://educmath.inrp.fr/Educmath/en-debat/epreuve-pratique/rapportep>
- Gueudet, G., & Trouche, L. (eds.) (2010). *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. Rennes : PUR et Lyon : INRP http://educmath.inrp.fr/Educmath/recherche/approche_documentaire/Livre
- Hoyles, C., Kalas, I., Trouche, L., Hivon, L., Noss, R., & Wilensky, U. (2009), Connectivity and Virtual Networks for Learning, in C. Hoyles, & J.-B. Lagrange (eds.), *Mathematical Education and Digital Technologies: Rethinking the terrain* 439-462, Springer, New York
- ICMI (1908), Les tendances modernes de l'enseignement des mathématiques, L'enseignement mathématiques, 10, 454-456, <http://www.unige.ch/math/EnsMath>
- Kahane, J.-P. (dir.) (2000), *Informatique et enseignement des mathématiques*, en ligne <http://smf.emath.fr/Enseignement/CommissionKahane/RapportInfoMath/RapportInfoMath.pdf>
- Maschietto, M., & Trouche, L. (2010), Mathematics learning and tools from theoretical, historical and practical points of view: the productive notion of mathematics laboratories, *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 42(1), 33-47, <http://www.springerlink.com/content/48045470220u4073/> .
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2007), *L'épreuve pratique du baccalauréat de la série scientifique*, en ligne http://eduscol.education.fr/D1115/epr_pratique_presentation.htm
- Trgalova, J., Jahn, A.P, Soury-Lavergne, S. (2009). Quality process for dynamic geometry resources: the Intergeo project, in V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne & F. Arzarello, *Proceedings of CERME 6*, 1161-1170, INRP, <http://www.inrp.fr/editions/editions-electroniques/cerme6/working-group-7>
- Trouche, L., & Drijvers, P. (to appear), Handheld technology for mathematics education: flashback into the future, *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*

