

Quels cadres théoriques pour penser l'enseignement des sciences à l'ère du numérique ?

School 2.0

- Learning Ecosystem
- Leadership Resources
- Reflection Tool
- Bandwidth Planner
- Transformation Toolkit

- Learning Ecosystem
- Leadership Resources
- Reflection Tool
- Bandwidth Planner
- Transformation Toolkit

There is no one path to the school of tomorrow.

The **School 2.0 eToolkit** is designed to help schools, districts, and communities develop a common education vision and explore how that vision can be supported by technology.



School 2.0 provides a "big picture" perspective on community-based, next-generation schools that allows for a common point of entry so that all community stakeholders can participate in this important conversation.

Explore, share, and start a School 2.0 conversation in your community!

Luc Trouche
EducTice (INRP)
LEPS (Lyon 1)
luc.trouche@inrp.fr

Sommaire

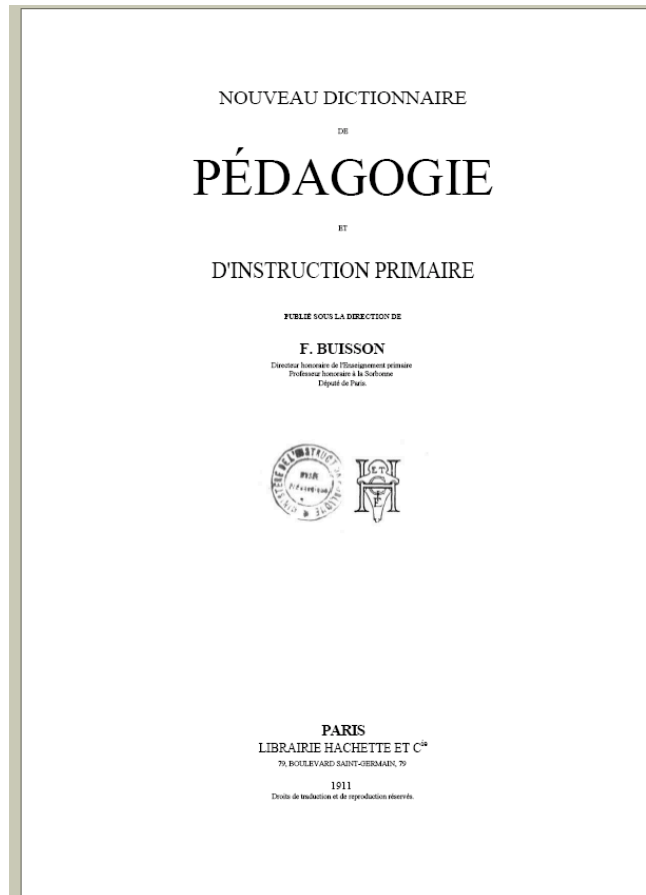
Prologue : réflexions sur le « dictionnaire pédagogique »

1. Atelier
2. Outils et outils numériques, continuité et ruptures
3. Une phase de questionnement dans les communautés de recherche
4. L'approche instrumentale (*instrumentation, instrumentalisation*)
5. Penser le rôle de l'enseignant (*orchestrations instrumentales*)
6. Un élargissement de l'approche (*ressources et documents*)

Références bibliographiques

Prologue: réflexion sur le dictionnaire pédagogique (1911)

<http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/>



Prologue: réflexion sur le dictionnaire pédagogique (1911)

<http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/>

Matériel d'enseignement

Pour la loi du 28 juin 1833 : un *local convenablement disposé*

Pour la loi du 15 mars 1850, outre le local, un *mobilier de classe* : tables-bancs, estrade du maître et poêle

Eco-musée de la
Margeride (Cantal)



Prologue: réflexion sur le dictionnaire pédagogique (1911)

<http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/>

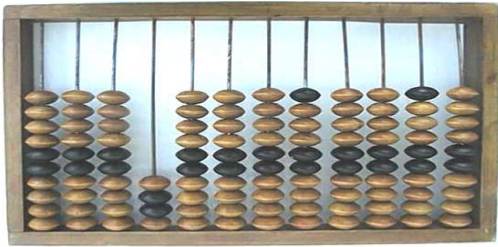
Pour le règlement des écoles publiques du département de la Seine, du 16 juin 1865 :

Les objets essentiels à chaque école sont :

- une estrade, une horloge, une bibliothèque-armoire,
- un crucifix (et en outre une statue de la sainte Vierge dans les écoles de filles),
- des tableaux noirs, des cartes murales de géographie : mappemonde, Europe, France, Palestine,
- la table de multiplication,
- une collection de tableaux de lecture pour le français et le latin,
- une collection de modèles d'écriture,
- un tableau ou une collection de tableaux du système métrique.

Prologue: réflexion sur le dictionnaire pédagogique (1911)

Le boulier



L'idée de faire compter par les enfants des objets matériels avant de leur parler des nombres abstraits et des chiffres qui les représentent est trop naturelle pour ne pas être aussi ancienne que la civilisation.

Chez nous, depuis la fin du moyen âge, on exerçait les enfants à *sommer avec les jets* (jetons) ; Montaigne dit quelque part : *Je ne sais compter ni à jet ni à plume.*

Les traces d'une discussion agitée :

« Le boulier corrompt l'enseignement de l'arithmétique. La principale utilité de cet enseignement est d'exercer de bonne heure, chez l'enfant, les capacités d'abstraction, de lui apprendre à voir *de tête*, par les yeux de l'esprit. Lui mettre les choses sous *les yeux de la chair*, c'est d'aller directement contre l'esprit de cet enseignement.

La nature a donné aux enfants leurs dix doigts pour boulier ; au lieu de leur en donner un second, il faut leur apprendre à se passer du premier ».

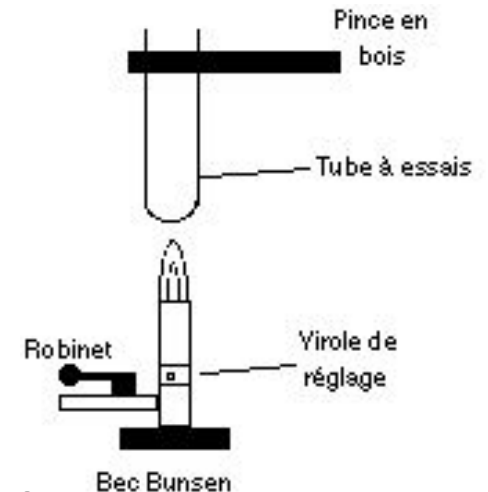
Réflexion sur le dictionnaire pédagogique (1911)

La chimie

Il y a encore un autre point de vue à propos duquel on peut parler de l'utilité de la chimie et de la physique.

Sans arriver à faire dans nos écoles primaires ou secondaires des menuisiers, des serruriers ou des maçons, il est certainement à désirer qu'on y pratique le travail manuel ; or les manipulations de la chimie sont à chaque instant l'occasion de tels travaux ; il y faut monter des *appareils* fragiles et délicats, ce qui exige une certaine *adresse* ; il faut *concevoir ces appareils*, les *monter*, les *réparer* : ce faisant, on apprend peu à peu à *travailler* le verre, à *se servir* d'une lime, à *utiliser* le gaz et l'électricité, à *faire* une distillation, etc.

Pour ces dernières raisons, nous croyons que les élèves gagneraient beaucoup à ce qu'on augmente le nombre d'heures où ils pratiquent la chimie, quand bien même il serait nécessaire pour cela de diminuer le temps consacré aux autres matières.



1) Outils et outils numériques

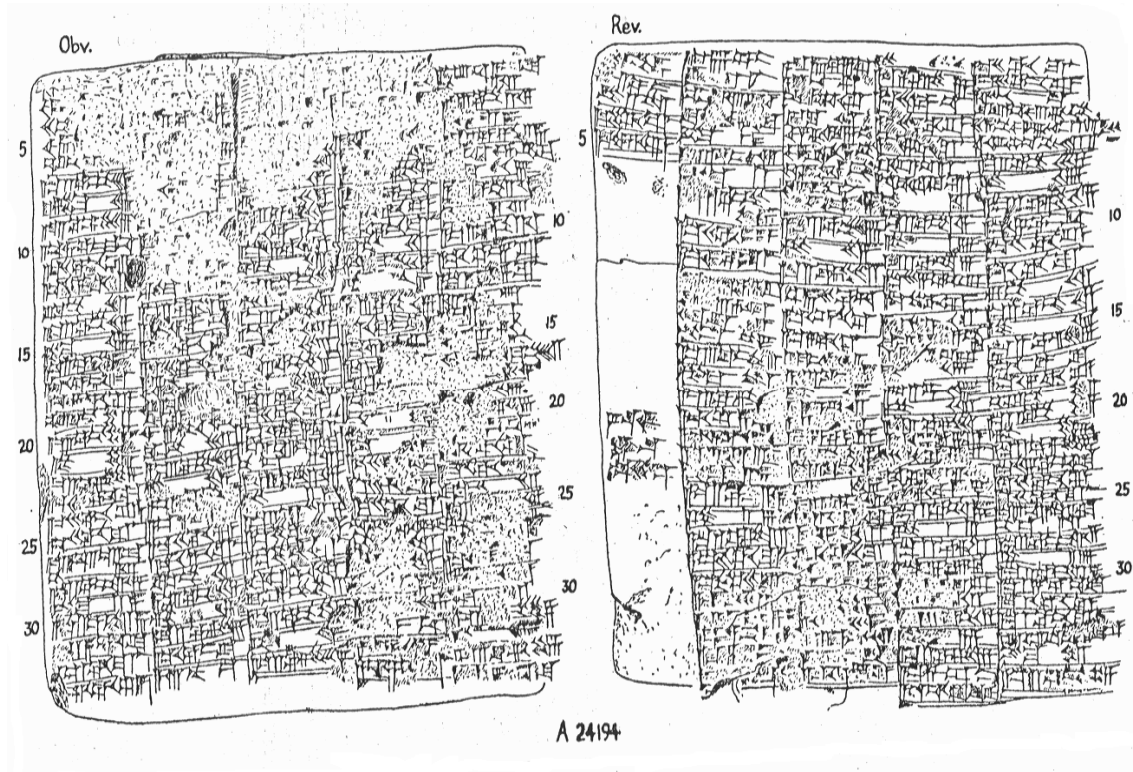
Ce qui n'est pas nouveau

Des outils pour la société et des outils pour l'école

Un ensemble d'outils à coordonner

Un processus de miniaturisation et de structuration

Illustration ci-contre :
une tablette de calcul
babylonienne (2000 ans
avant notre ère),
10 x 10 cm, recto-
verso, une structure en
5 niveaux, qui permet
d'intégrer plusieurs
centaines d'énoncés de
problèmes...



1) Outils et outils numériques

Ce qui n'est pas nouveau

Une évolution permanente et des phases de transition complexes, combinant des générations différentes d'outils

Illustration ci-contre : coexistence, pendant plusieurs siècles en France, du calcul « indien » avec le calcul « à jetons »



L'allégorie « TYPUS ARITHMETICAE », BM de Rouen

1) Outils et outils numériques

Ce qui n'est pas nouveau

Des « résistances » des enseignants (cf. l'introduction du tableau noir) qui traduit la complexité de l'adaptation à un nouvel environnement, adaptation qui suppose la recherche de nouveaux équilibres dans la classe.

Une influence forte des outils :

- pour le travail scientifique (le compas en mathématiques, le microscope en biologie...)
- pour l'organisation du curriculum (par exemple le seul remplacement, dans les écoles, de la plume d'oie par la plume de fer permet d'introduire l'écriture plus tôt et bouleverse l'organisation scolaire des apprentissages arithmétiques) ;
- ... et pour l'enseignement et les apprentissages (action médiée, modification de la perception des objets, des gestes que leur étude suscite).

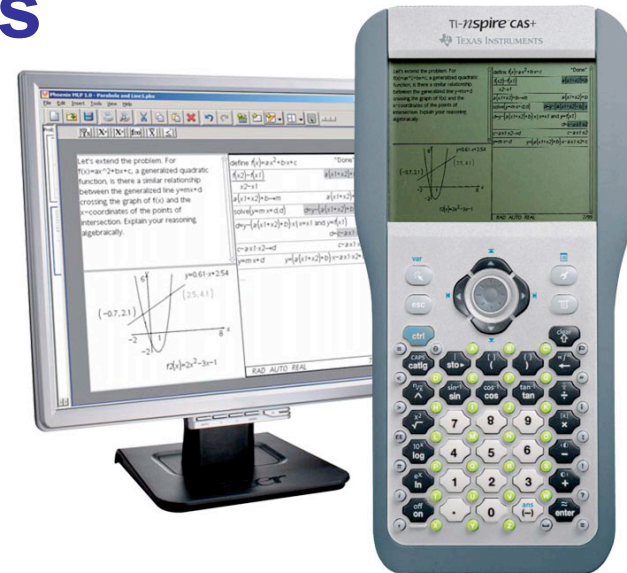
1) Outils et outils numériques

Continuité et rupture

Des évolutions importantes avec le numérique :

- dématérialisation des supports (expériences virtuelles...);
- des images animées;
- un ensemble d'outils, de nature différente, sous une même enveloppe;
- un foisonnement d'informations (paradigme de la flèche vs du filet);
- des outils importés dans la classe par les élèves...

Un mouvement initié par les calculettes touche désormais toutes les disciplines (par exemple les SIG...).



Google

3,57*1/3

Rechercher dans : Web Pages francophones Pages : Fr

Web [+ Afficher les options...](#)



$$(3,57 * 1) / 3 = 1,19$$

Google

sin 5

Rechercher dans : Web Pages francophones Pages : Fr

Web [+ Afficher les options...](#)



$$\sin(5) = -0.958924275$$

Google

10 km en milles

Rechercher dans : Web Pages francophones Pages : Fr

Web [+ Afficher les options...](#)

Résultats 1 à 10 sur un total d'environ 2



$$10 \text{ kilomètres} = 6,21371192 \text{ milles}$$

2) Atelier

School 2.0

□ Learning Ecosystem □ Leadership Resources □ Reflection Tool □ Bandwidth Planner □ Transformation Toolkit

Learning Ecosystem *There is no one path to the school of tomorrow.*

Leadership Resources The School 2.0 eToolkit is designed to help schools, districts, and communities develop a common education vision and explore how that vision can be supported by technology.

Reflection Tool

Bandwidth Planner

Transformation Toolkit

School 2.0 provides a "big picture" perspective on community-based, next-generation schools that allows for a common point of entry so that all community stakeholders can participate in this important conversation.

Explore, share, and start a School 2.0 conversation in your community!

Atelier par discipline

Dresser une typologie sommaire des outils exploitables pour l'enseignement de votre discipline.

En choisir un, qui vous semble particulièrement utile.

Quels en sont les avantages, les inconvénients pour l'apprentissage de cette discipline ?

Résultat

- préparation d'une synthèse, orale et écrite (une diapo).

Atelier 2009



Préparation

Choisir un outil exploité pour la pratique, ou l'enseignement de votre discipline :

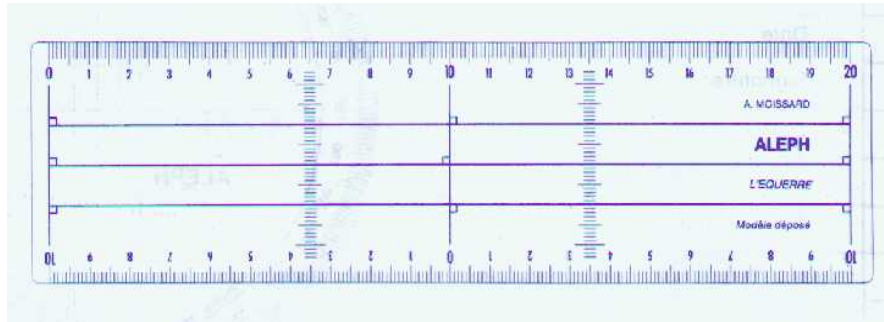
- quels en sont les avantages, les inconvénients ?
- précisez ce que veut dire, pour vous, "s'approprier cet outil".

Atelier

- préparation d'une synthèse, orale et écrite (une diapo) ;
- esquissez une typologie des outils pour l'enseignement ;

Un outil pour les mathématiques : la réquerre©

Rémy BOYER <remy-boyer@hotmail.fr>



Se l'approprier consiste :

- A pouvoir en utiliser toutes les capacités, reconnaître quand son utilisation est avantageuse, appropriée (par exemple tracer des droites parallèles sur un plan), ou inappropriée (par exemple tracer des méridiens sur une sphère).
- Comprendre que c'est un outil de construction ou de mesure, et non pas un argument de démonstration.
- Savoir l'instrumentaliser, l'utiliser de façon originale. Par exemple trissecter un angle ou se servir d'un triangle rectangle pour construire un angle.

Avantages :

Combine plusieurs outils : règle, équerre, parfois rapporteur, et permet de tracer des parallèles, des perpendiculaires.

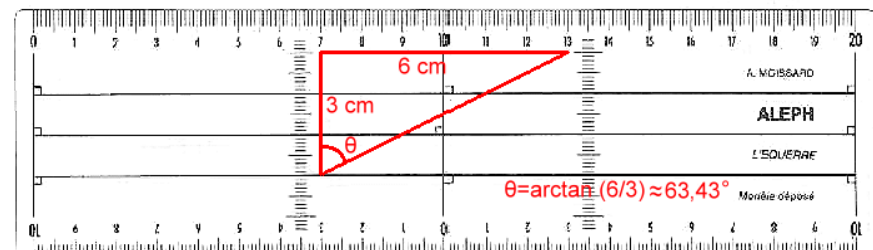
Permet de conceptualiser des règles géométriques. Par exemple le fait qu'une perpendiculaire à une droite l'est aussi à toutes ses parallèles.

Pas cher, manipulable par tous les élèves très rapidement, qui rentre dans la trousse.

Inconvénients :

Moins précis qu'un logiciel de géométrie et qu'un compas.

Tend à donner un sens démonstratif à la mesure : ce n'est pas parce que l'outil le dit, que c'est démontré.



Un autre outil en mathématiques : la calculatrice

Avantages de la calculatrice :

- Elle permet de se centrer sur la résolution des problèmes et laisser la calculatrice s'occuper de l'aspect calculatoire.
- Elle fait gagner du temps.
- Elle a des avantages en lien avec les travaux à réaliser.
- Elle sert à vérifier ses calculs.
- Elle permet de faire des choses nouvelles (conjecturer, expérimenter).
- Elle peut être utilisée comme un dictionnaire.

Inconvénients de la calculatrice :

- Il faut l'utiliser à bon escient : ce n'est pas un produit miracle !!!
- Elle s'occupe de tâches comme le tracé des graphiques (cf. la calculatrice graphique) ce qui enlève à l'élève le fait de les réaliser lui-même crayon en main.
- Elle est un obstacle au calcul mental (pour des situations simples qui légitimeraient qu'on utilise le calcul mental).



S'appropriier un outil

S'appropriier un outil, c'est :

- connaître l'ensemble de ses utilisations possibles.
- savoir s'en passer (un outil mais pas exclusif).
- le faire sien c'est-à-dire y mettre du sien : c'est l'instrumentalisation.



Un outil en SPC : un logiciel pour simuler la synthèse additive des lumières

Avantages:

- Permet une réalisation simple de la synthèse additive des lumières.
- En croisant les trois faisceaux de lumière (bleu, rouge et vert) on obtient un joli blanc (vérifie la théorie)
- Permet une meilleure distinction de s couleurs : lumières/pigments
- Si ils sont bien exprimés, cela permet de se rendre compte de l'importance de certains paramètres dans une expérience.

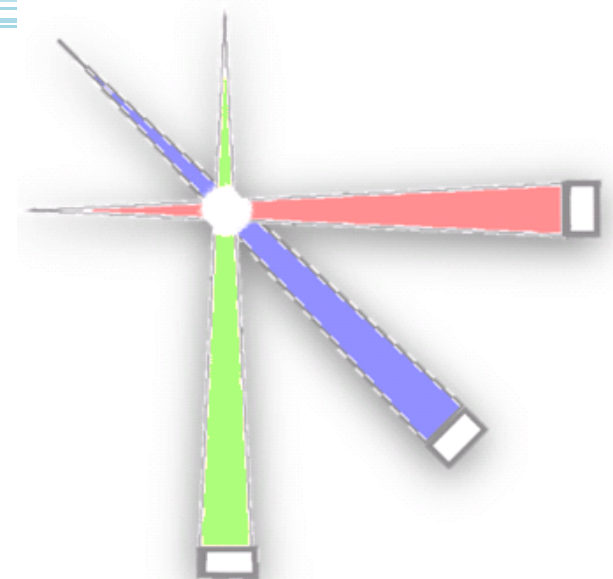
Inconvénients:

- Une telle expérience n'est pas vérifiable avec les conditions de manipulation de classe (budget pour de vrais filtres photo, en chambre noire). En TP le blanc sous forme d'un jaune/gris.
- Remet en cause l'intégrité de la matière et de l'enseignant « *le prof nous dit des trucs faux!* »

S'approprier cet outil signifie:

- Savoir utiliser le logiciel dans la situation précise pour laquelle il est utile. Cela nécessite de connaître son « domaine de validité » et ses limites.
- Savoir que le logiciel est une aide théorique, représentant a priori une expérimentation idéale.

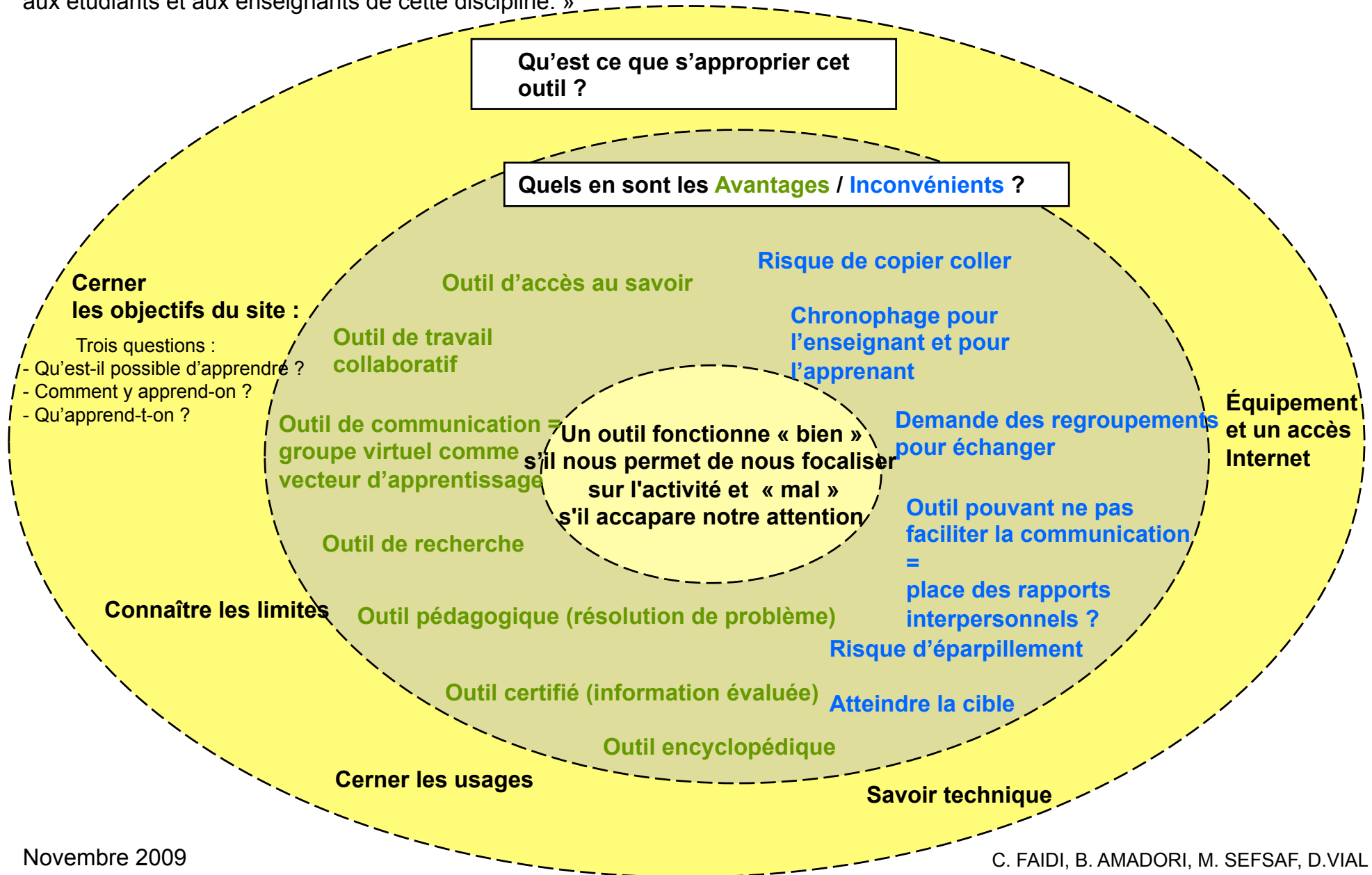
• Séverine DEROLEZ sesedr@hotmail.com



Un site web dédié à l'enseignement de la Biologie à l'Université Pierre et Marie Curie : un outil médiateur ?

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/index.htm>

« Le service BioMédia a pour but de réfléchir sur les moyens d'utiliser les TICE dans l'enseignement de la Biologie et de proposer des documents interactifs aux étudiants et aux enseignants de cette discipline. »

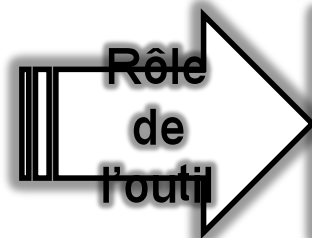


Outils d'apprentissage

Contribution de
nadia.roissac@free.fr

Type	Logiciel	Modèle moléculaire	Manuel scolaire
Potentialités	<ul style="list-style-type: none">• Phases de problématisation: développer une démarche d'investigation;• Procédure de simulation.	<ul style="list-style-type: none">• Permet de représenter la molécule dans l'espace;• Prise en main du problème par l'apprenant.	<ul style="list-style-type: none">• Référentiel commun de connaissances;• Instaurer une procédure de travail (activités, exercices,...);• Documents illustratifs.
Obstacles	<ul style="list-style-type: none">• Maîtrise de l'outil informatique;• Passage visuel → concret.	<ul style="list-style-type: none">• Vision classique de l'atome;• Pas représentatif de l'approche quantique.	<ul style="list-style-type: none">• Représentations parfois erronées/datées;• Les réponses sont données.
Questions d'Intégration	<ul style="list-style-type: none">• Problème d'évaluation, de gestion (élèves/matériels) et d'organisation de la classe.		<ul style="list-style-type: none">• Hors programme;• Modulation difficile de l'utilisation des docs par l'enseignant.

**Réponses
2008**



Susciter la curiosité et la recherche de la résolution du problème
Par l'appropriation de la connaissance en jeu :
Renforcer la relation **savoir ↔ apprenant**.

Les outils de l'apprentissage en sciences

Logiciels de suivi en chimie :

- + Permettent une simulation et donc une prédiction à confirmer par l'expérience
- + Donnent un lien entre la théorie et l'expérience
- Diminuent les compétences mobilisées, effet de « boîte noire »

**Réponses
2008**

Banc d'optique :

- + Permet d'observer aisément les phénomènes optiques décrits en cours
- Tout n'est pas observable (images virtuelles), tendance donc à oublier ce qu'on ne voit pas

Modèle atomique des boules solides :

- + Appréhension d'un phénomène microscopique à l'échelle macroscopique
- Modèle naïf, pouvant former une représentation qui fera obstacle à des modèles plus avancés

Tableau périodique :

- + Crée une cohérence dans la multitude des espèces chimiques
- + Aide à l'assimilation du modèle des couches électroniques
- Peut ensuite gêner pour introduire la notion d'isotopie qui paraît « rajoutée » par-dessus l'apparente complétude du tableau

Typologie :

- *Informatique ou Matériel ?*
- *Outil ou modèle ?*

3) Une phase de questionnement dans les communautés de recherche

Une revue dans les communautés de recherche, de postulats positifs à un questionnement du rôle des TICE dans l'enseignement.

Deux articles cruciaux, portant sur :

- *l'intégration* et la *viabilité* des objets informatiques (Chevallard 1992) ; entre le « hardware didactique » (les logiciels) et le « software didactique » (les problèmes posés aux élèves pour construire les concepts scientifiques), il reste à penser un « système d'exploitation didactique » ;
- la *transposition informatique* (Balacheff 1994), « ce travail sur la connaissance qui en permet une représentation symbolique et la manipulation de cette représentation par un dispositif informatique ».

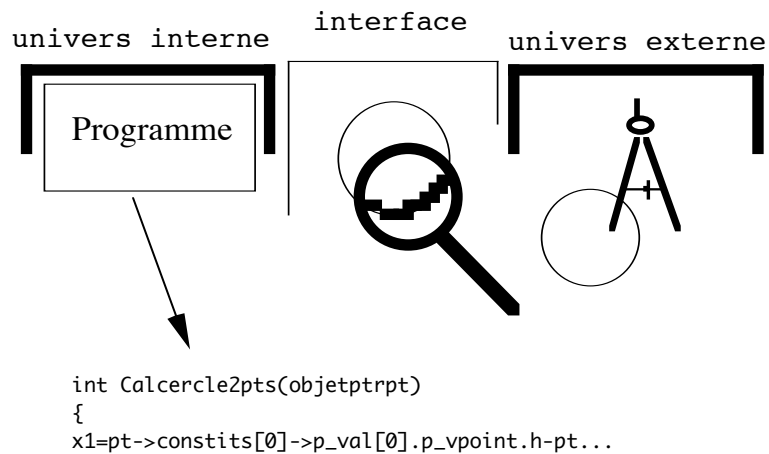
3) Une phase de questionnement dans les communautés de recherche

La transposition informatique

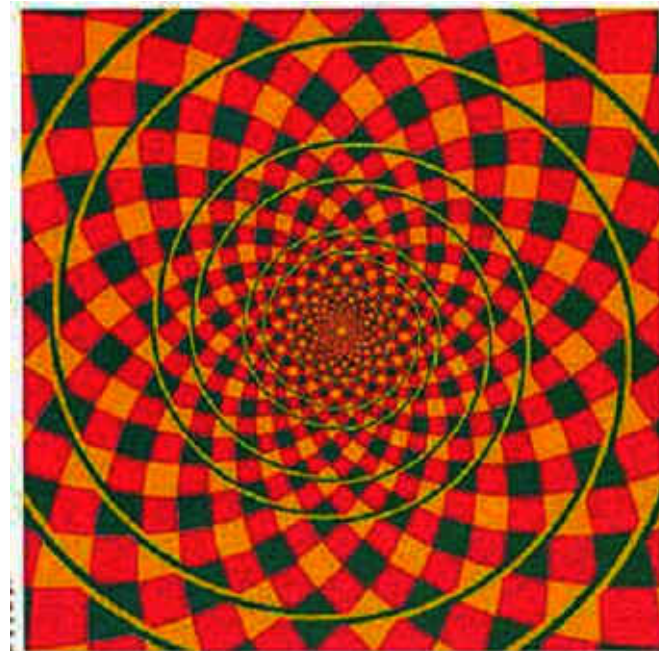
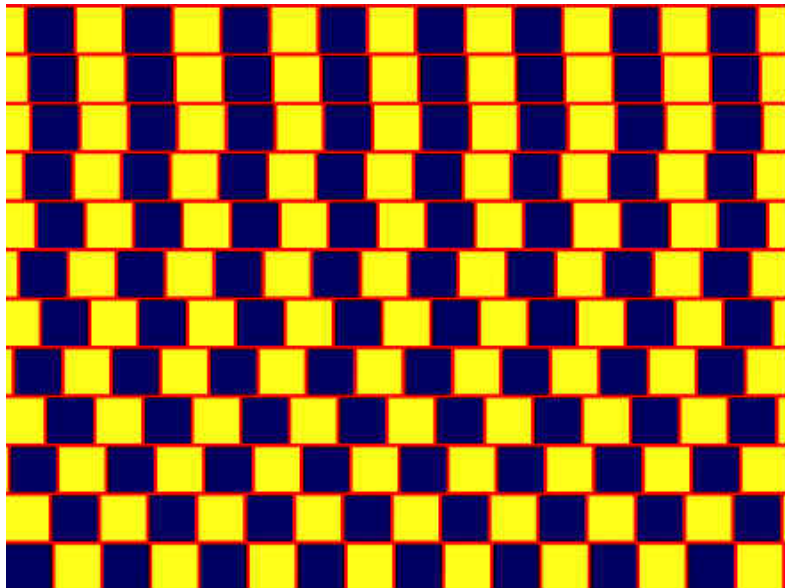
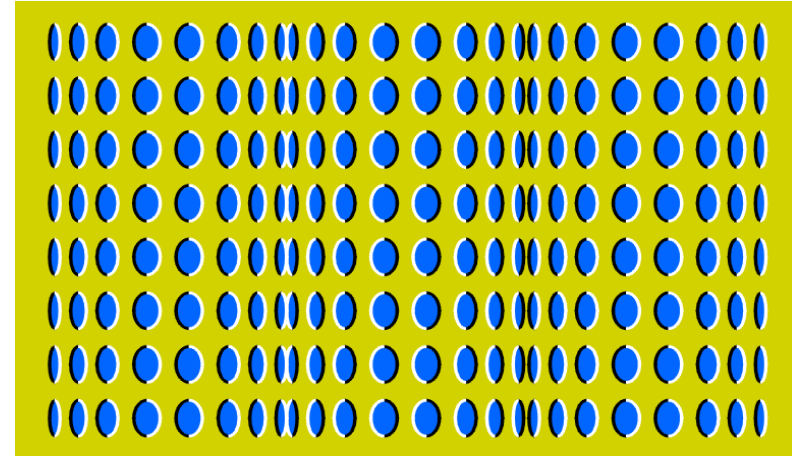
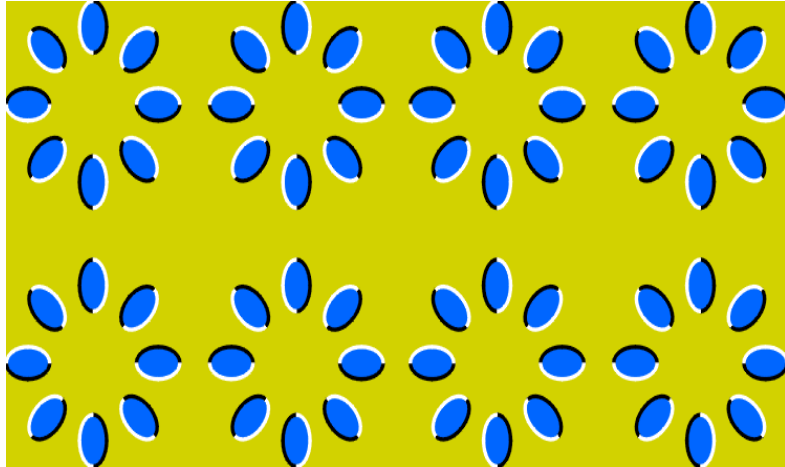
Son analyse suppose un travail préalable sur la connaissance (les objets, concepts, propriétés), puis sur sa transformation par l'artefact informatique

Trois niveaux à prendre en considération : les contraintes *internes*, les contraintes de *commande* et les contraintes *d'organisation des commandes*

Exemples : les nombres, le cercle, les fonctions



Pas seulement des « effets d'optique »...

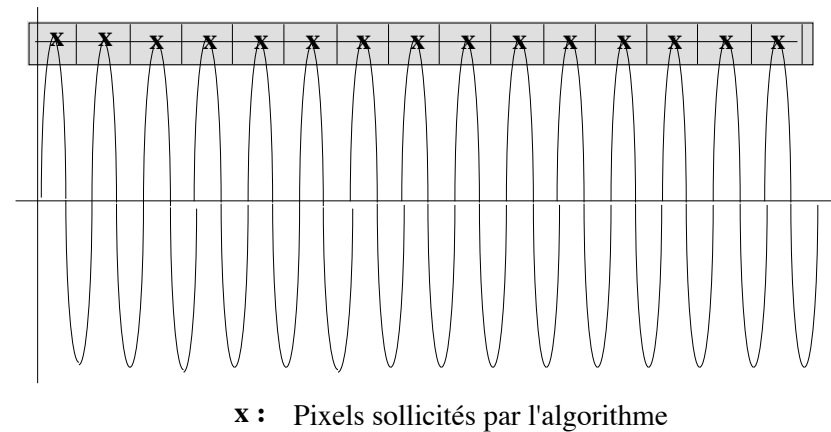


... mais des problèmes de traitements et de conversions de registres sémiotiques

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear	a-z...
$\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{5}-2} + \frac{2}{\sqrt{5}+2} = \sqrt{10} + \sqrt{5} + 2\sqrt{2} - 6$ false					
$\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{5}-2} + \frac{2}{\sqrt{5}+2} = \sqrt{10} + \sqrt{5} + 2\sqrt{2} - 6$ false					
$\text{expand}\left(\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{5}-2} + \frac{2}{\sqrt{5}+2}\right) = \sqrt{10} + \sqrt{5} + 2\sqrt{2} - 6$ true					
<code>expand((sqrt(2)-1)/(sqrt(5)-2)+2/(sqrt(5)+2))</code>					
MAIN RAD EXACT FUNC 3/30					

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clear	a-z...
$\cos\left(\frac{\pi}{8}\right)$					$\frac{\sqrt{\sqrt{2}+2}}{2}$
$\cos\left(\frac{\pi}{8}\right) = \frac{\sqrt{\sqrt{2}+2}}{2}$					true
$\cos\left(\frac{\pi}{8}\right) = \frac{\sqrt{\sqrt{2}+2}}{2}$					false
<code>cos(pi/8)=sqrt(sqrt(2)+2)/2</code>					
MAIN RAD EXACT FUNC 3/30					

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Zoom	Trace	ReGraph	Math	Draw		
MAIN RAD EXACT FUNC						



... sensibles dans toutes les disciplines scientifiques

Par exemple en chimie, le travail de R. El Bilani (thèse soutenue en 2007 à Lyon 2, dir. Le Marechal) : *Nature des connaissances mises en jeu par les élèves et les enseignants lors de l'utilisation des TICE en chimie - cas de la réaction chimique dans l'enseignement secondaire.*

Les limitations d'un simulateur (espace bi-dimensionnel, représentation seulement de réactions bi-moléculaires, etc.), conséquences sur les apprentissages (cf. une copie d'écran du logiciel ci-contre)

The screenshot shows the 'Calorimétrie' software interface. The main window displays the chemical reaction $C_2H_6O + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$ in the 'Micro' view, with ball-and-stick models of the molecules. A bar chart on the right indicates an energy change of +3,2. The 'Macro' view shows the reaction equation. The 'Options' tab is selected. The 'Données' section lists bond energies in $10^{-18} J$: $D_{C-H} = 0,681 \cdot 10^{-18} J$, $D_{C-C} = 0,578 \cdot 10^{-18} J$, $D_{O=O} = 0,821 \cdot 10^{-18} J$, $D_{C-O} = 0,591 \cdot 10^{-18} J$, $D_{O-H} = 0,764 \cdot 10^{-18} J$, $D_{C=O} \text{ (dans } CO_2) = 1,32 \cdot 10^{-18} J$, and $Q_r = -2,07 \cdot 10^{-18} J$. The 'Exercices' section is titled 'Calorimétrie' and provides instructions for using the software.

4) Un cadre pour penser le travail instrumenté, dans le fil de...

Francis Bacon, 1561-1626

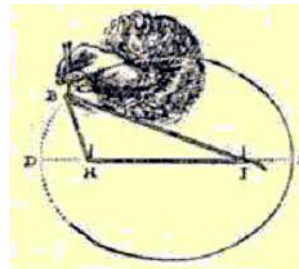
Nec manus, nisi intellectus, sibi permissus, multum valent: instrumentis et auxiliis res perfectur

La main et l'intelligence humaines, privées des outils nécessaires, restent impuissantes. Ce qui renforce leur puissance, ce sont les outils offerts par la culture..

Descartes, 1596-1650

L'ellipse est une ligne courbe que j'ai vu dessiner par les jardiniers dans leurs parterres, où ils la décrivent d'une façon fort grossière, mais qui fait mieux comprendre sa nature.

La Dioptrique, Discours VIII



Diderot et d'Alembert, 1751-1772

Démontrer que le savoir-faire des artisans est porteur d'une connaissance universelle...

L'encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers.



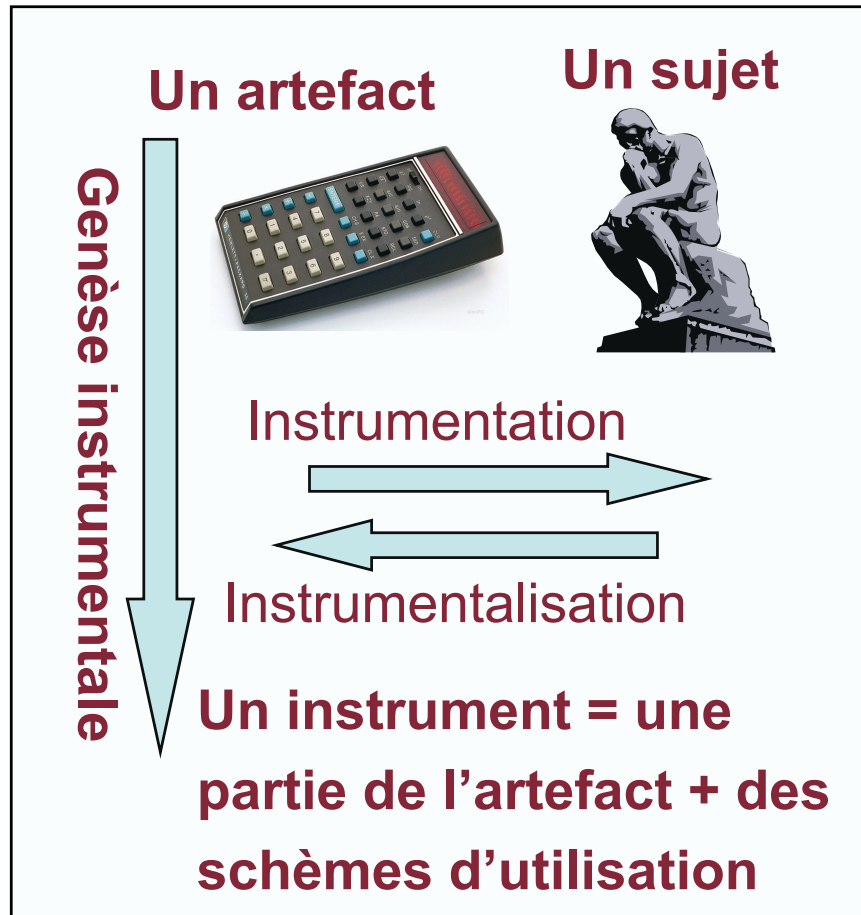
Vygotski, 1896-1934

L'apprentissage dans un mode de culture, où les instruments jouent un rôle essentiel

Engeström, théorie de l'activité

Vergnaud, la notion de schème...

4) Un cadre pour penser le travail instrumenté, l'approche instrumentale (Rabardel 1999)



Relations dialectiques entre les sujets et les artefacts qu'ils utilisent et/ou constituent au cours de leur activité

Deux processus en étroite relation, *instrumentation* et *instrumentalisation*

Un instrument, entité mixte, comme résultat d'une *construction individuelle*

Schèmes d'utilisation = schèmes d'usage et schèmes d'action instrumentée

4) Une approche instrumentale de l'activité

Qu'est-ce qu'un artefact ?



langage



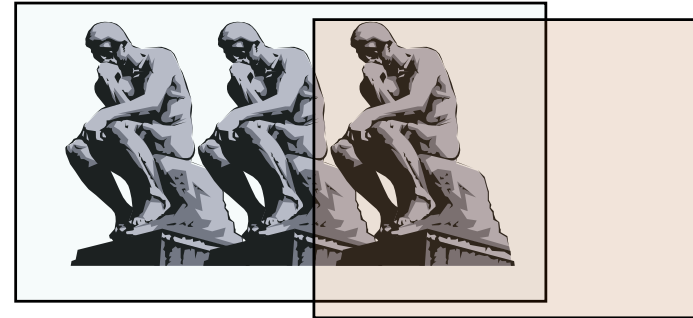
Vygotski, artefact...

- *psychologique* : médiations réflexives et inter-subjectives ;
- *technique* : pragmatiques et épistémiques

Rabardel : un artefact (matériel ou non) donne naissance à un instrument *subjectif* (supportant les 4 types de médiation)

(Pas un seul, mais) *un ensemble* d'artefacts

Qu'est-ce qu'un sujet ?



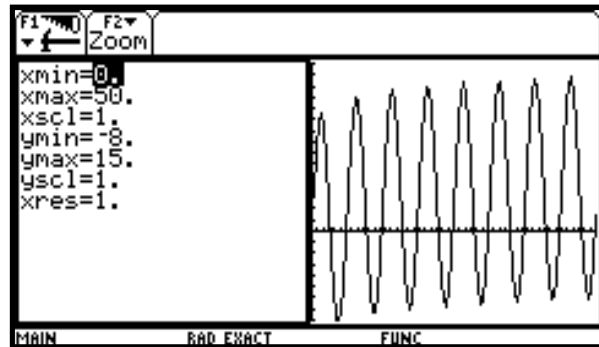
Schémes individuels, part sociale : collectifs, institutions, culture, histoire...

Un instrument, comme résultat d'une *construction*, orientée par des tâches, donc dépendante d'un contexte, d'une institution.

4) Une approche instrumentale de l'activité



Instrumentation



“Si la fonction augmente rapidement, c’est bon. Par contre, si la fonction oscille fortement, alors pas de limite infinie”. On peut émettre l’hypothèse que le schème de l’étudiant intègre un théorème-en-action du type “si la limite de f est infinie, alors f est nécessairement croissante”.

Artifacts shape human activity

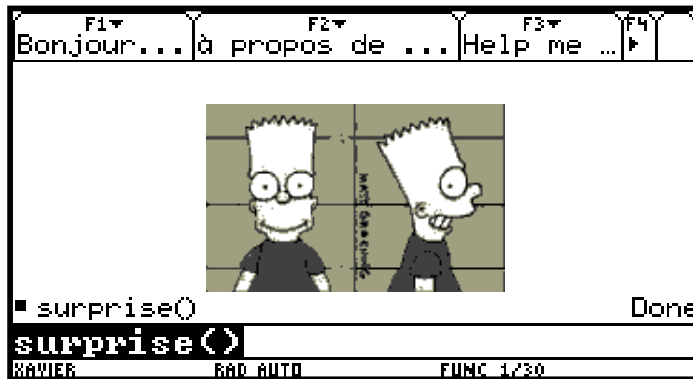
L’instrumentation est un processus par lequel les contraintes et potentialités de l’artefact conformement l’activité du sujet. Il se développe à travers l’émergence et l’évolution de schèmes pour la réalisation de tâches

Exemple, étudier la limite en $+\infty$ de la fonction $f : x \rightarrow \ln x + 100 \sin x$

4) Une approche instrumentale de l'activité



Instrumentalisation

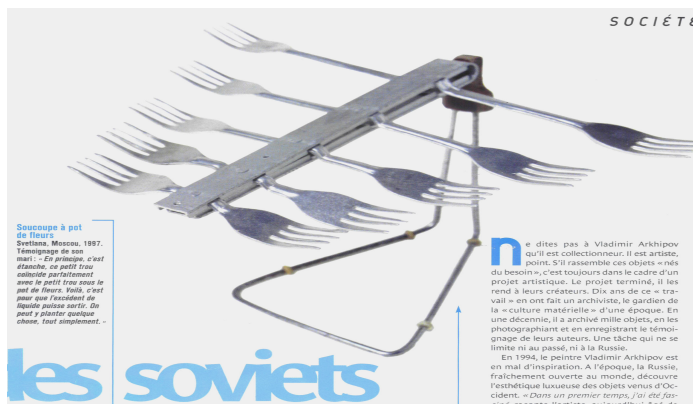


Un processus de personnalisation et de transformation de l'artefact
Externalisation, vs. internalisation. "Vygotski (...) n'a pas seulement étudié les instruments comme médiateurs de la cognition, mais a aussi regardé comment les enfants *créent* des artefacts par eux-mêmes pour faciliter leurs performances" (Engeström)

Ni une diversion, ni un braconnage...

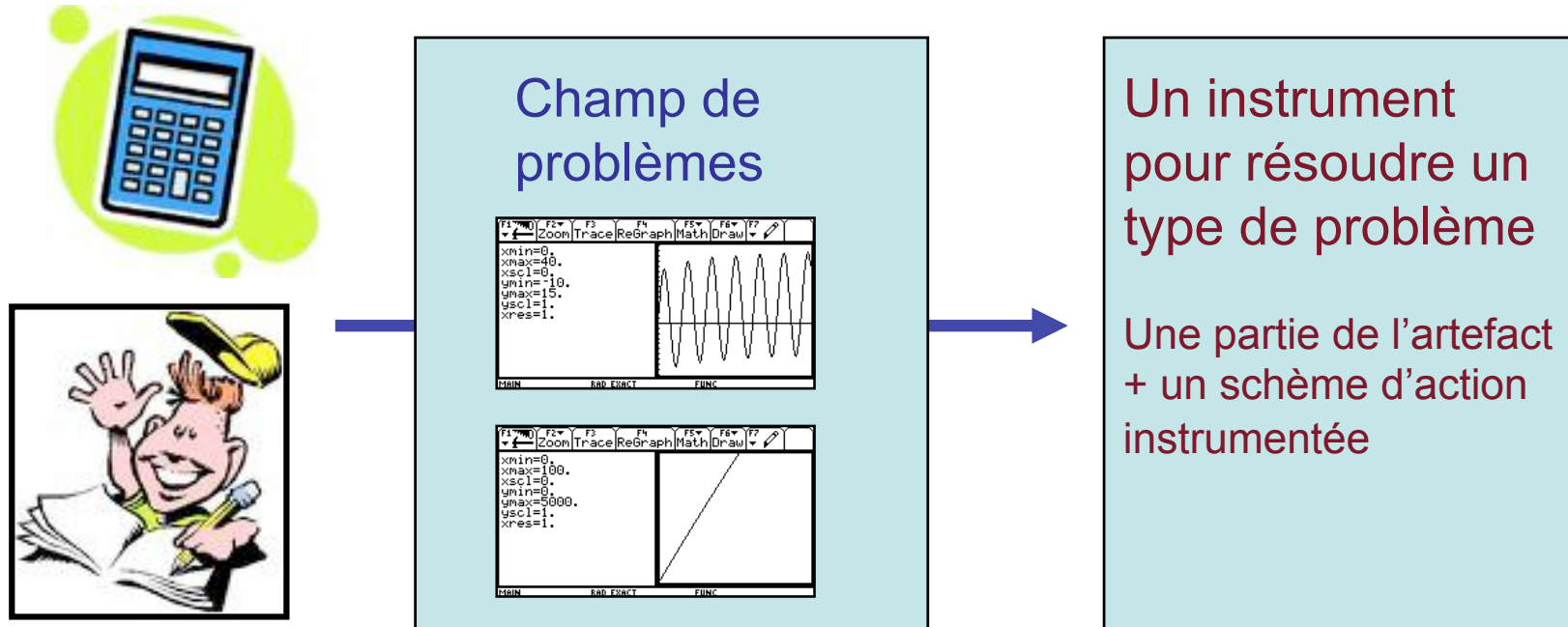
Mais une contribution essentielle au développement des artefacts

Comme conséquence, l'idée d'une conception *continuée* et *distribuée*



Un exemple

Elèves de terminale, calculatrices, étude de limites de fonction



Un instrument ne vit pas isolé :

- pour résoudre le même type de problème, d'autres artefacts peuvent être mobilisés ;
- certains invariants opératoires du schème en question peuvent intervenir dans d'autres schèmes (calcul de limite et étude de variation).

La question cruciale des *systèmes d'instruments*

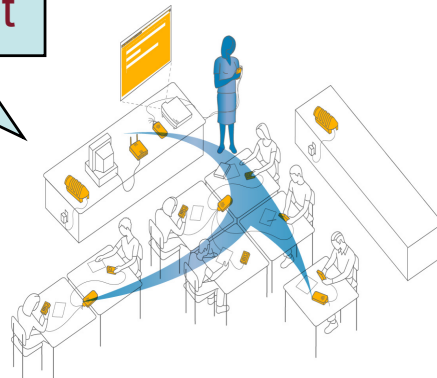
5) Penser le rôle de l'enseignant

Les orchestrations instrumentales (Trouche et Drijvers 2010)

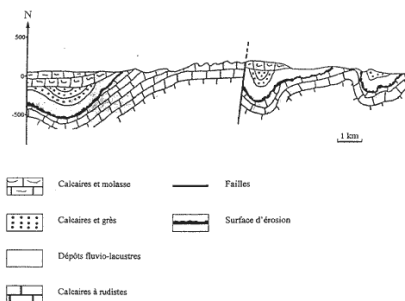
Nécessité d'accompagner les genèses instrumentales

Orchestration instrumentale : apprêt d'un problème pour le mettre en œuvre dans un environnement donné.

Un environnement



Un problème

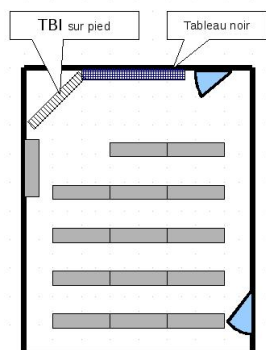


Un milieu pour l'apprentissage

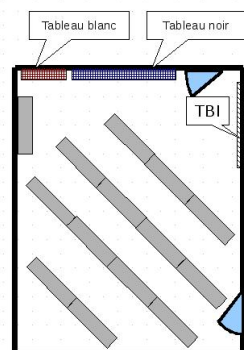
Penser l'espace, le temps, la gestion des artefacts disponibles (ou à introduire), en relation avec : le problème, les phases de résolution, les variables didactiques, les objectifs pédagogiques...

5) Penser le rôle de l'enseignant

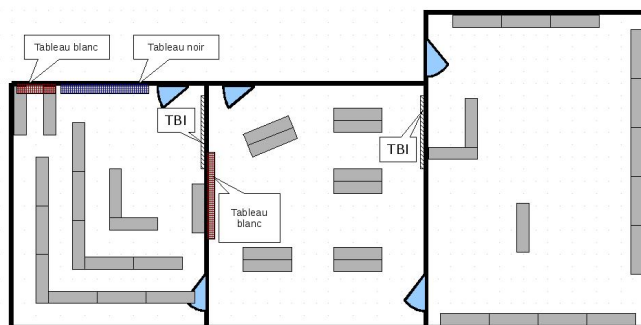
Les orchestrations instrumentales



Ma salle 2.6 il y a 3 ans



Ma salle 2.6 il y a 2 ans



Ma salle 2.6

Salle de mon collègue 2.7

Salle info 2.8

Un professeur décrit l'évolution de l'agencement de sa salle de classe

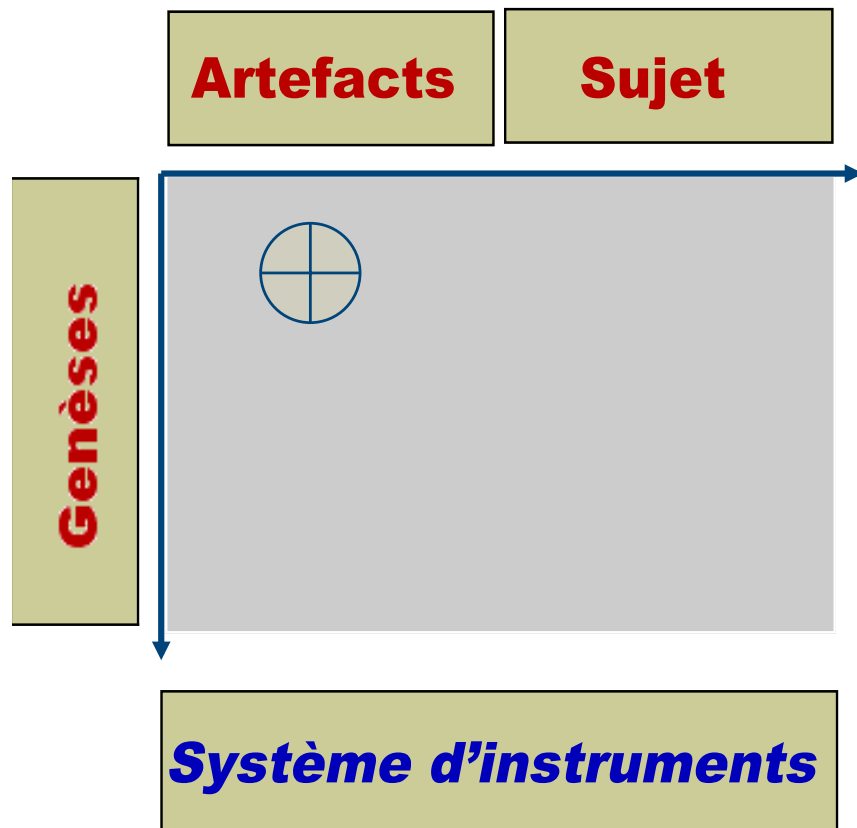
L'idée d'assister les genèses instrumentales (piloter, guider, assister, accompagner)

Reposant sur une bonne connaissance des musiciens et de leurs instruments

Penser les *configurations* didactiques et les *modes d'exploitations...*

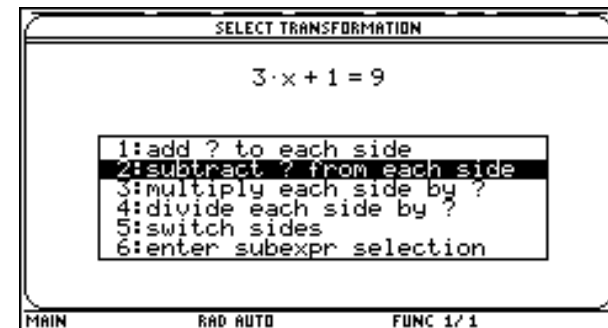
Reposant aussi sur une bonne connaissance de l'œuvre, de ses nuances, des interprétations possibles.

Un répertoire de configurations et de modes d'exploitations... infini

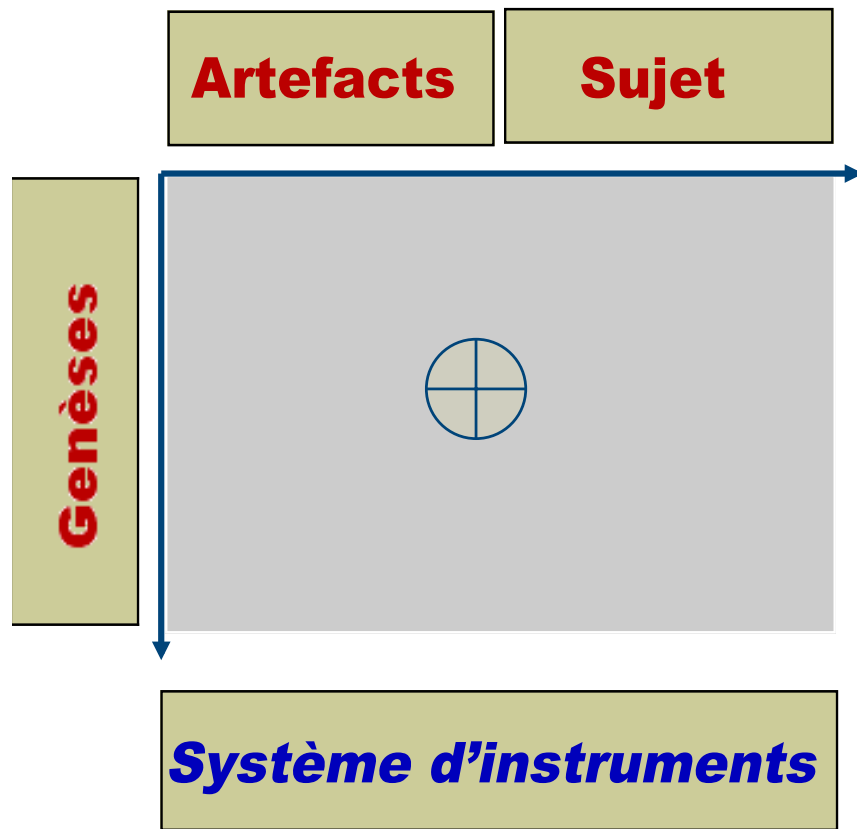


Premier niveau de configuration, l'agencement de l'artefact lui-même

Exemple, ci-dessous, d'une configuration d'une calculatrice pour assister l'élève dans la résolution de l'équation.

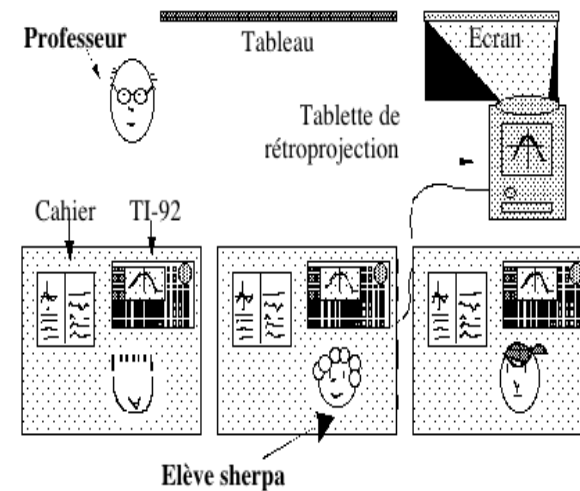


Un répertoire de configurations et de modes d'exploitations... infini

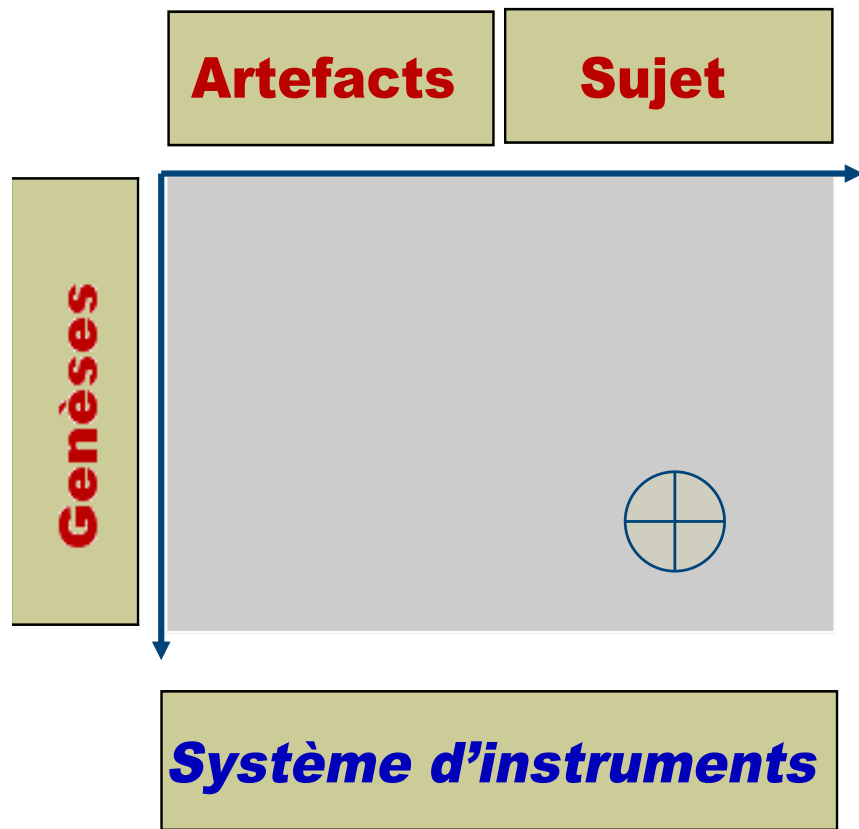


Deuxième niveau de configuration, relatifs à l'agencement des artefacts dans la classe

Exemple, ci-dessous, d'une configuration qui « ouvre une fenêtre » sur l'activité d'un élève donné.

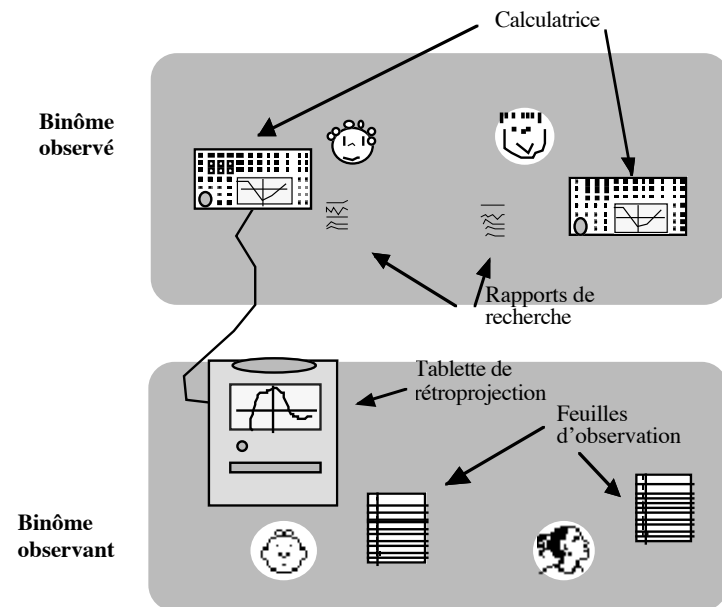


Un répertoire de configurations et de modes d'exploitations... infini

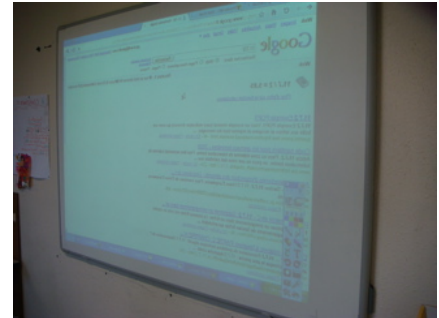


Troisième niveau de configuration, prenant en compte la nécessité d'une réflexivité sur son propre travail

Exemple, ci-dessous, d'une configuration qui développe une observation en miroir des modes d'usages des artefacts.



Un point de vue largement renouvelé par les environnements numériques

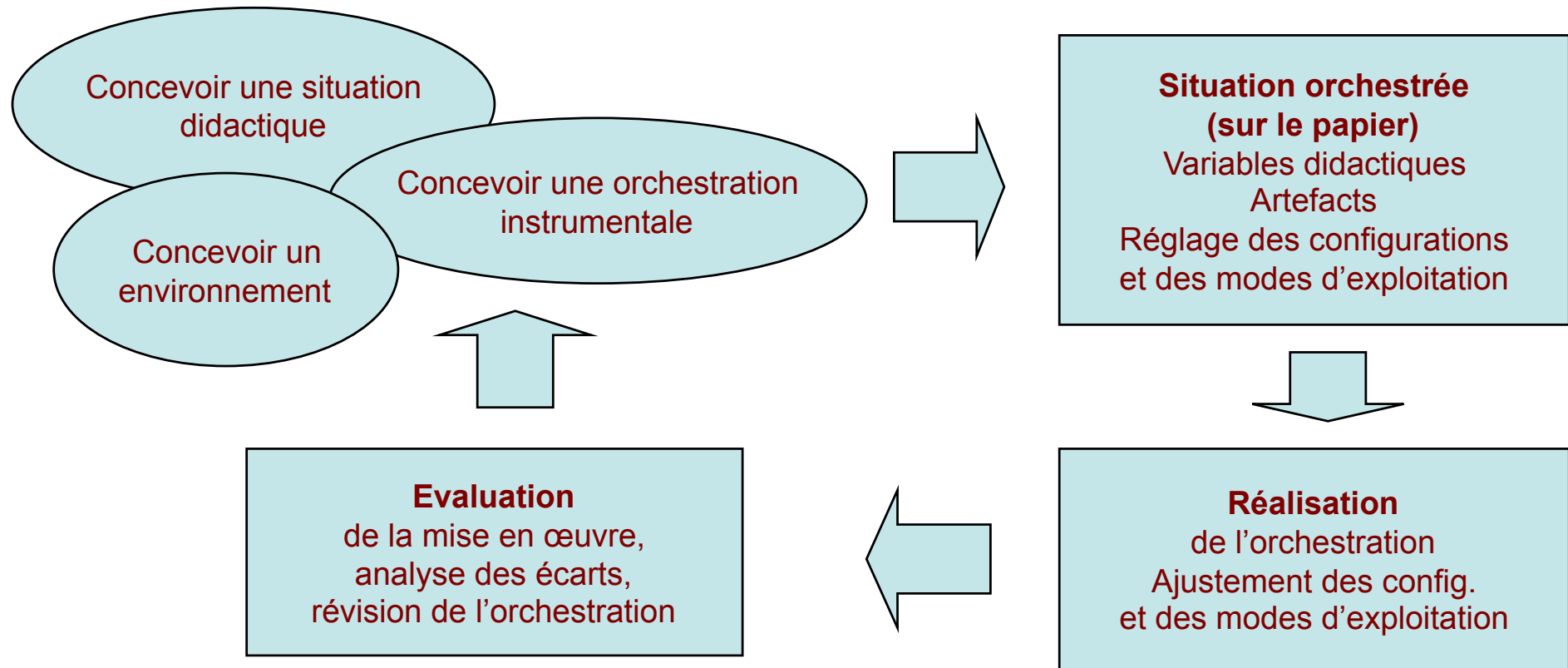


De nouveaux environnements (comme le tableau blanc interactif ou les réseaux de calculatrice) qui permettent :

- le développement du travail collectif et du débat dans la classe,
- la sauvegarde des traces des interactions...

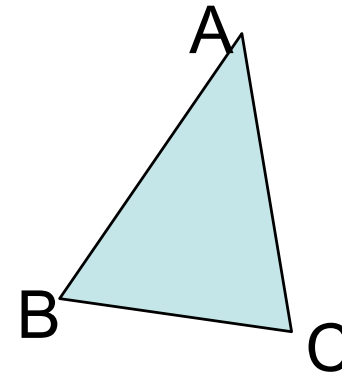
Pour le professeur, un ensemble de ressources dynamiques

Penser, de façon conjointe, situations, environnement et orchestration



Un exemple...

ABC est un triangle isocèle, avec
 $AB = AC = 10$ cm, quelle est l'aire
maximale ?

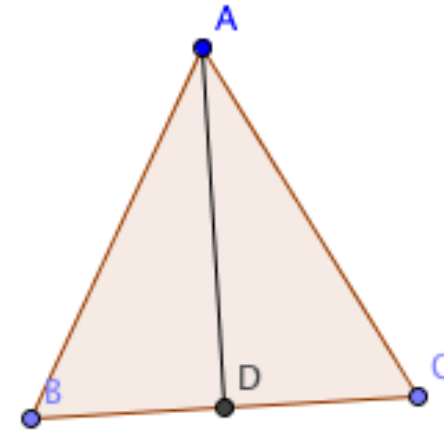


Un problème simple...

Première instanciación

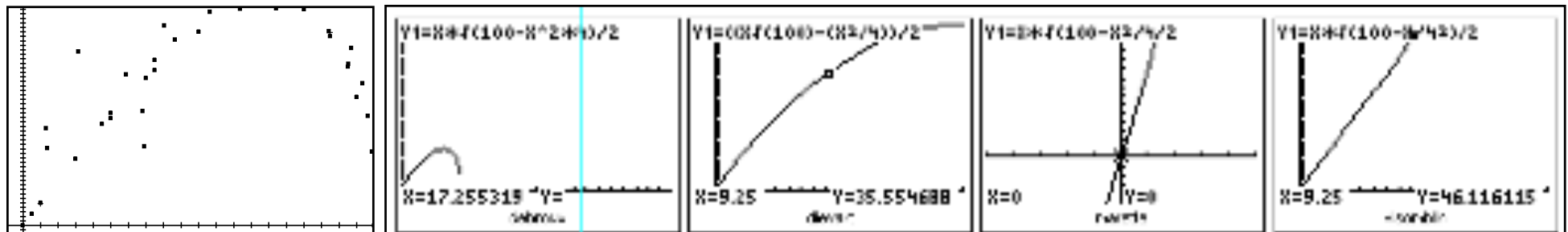
ABC es un triángulo isocèle, con
 $AB = AC = 10$ cm, ¿cuál es su área ?

- élèves de classe de seconde
- objectif : le concept de fonction ;
- outils : “classiques” (règle *graduée*, compas) et réseau de calculatrices ;
- gestion des données et de l'écran communs par le professeur ;
- deux types de configurations possibles.

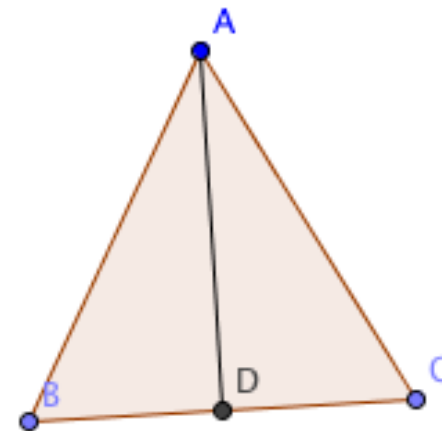


1

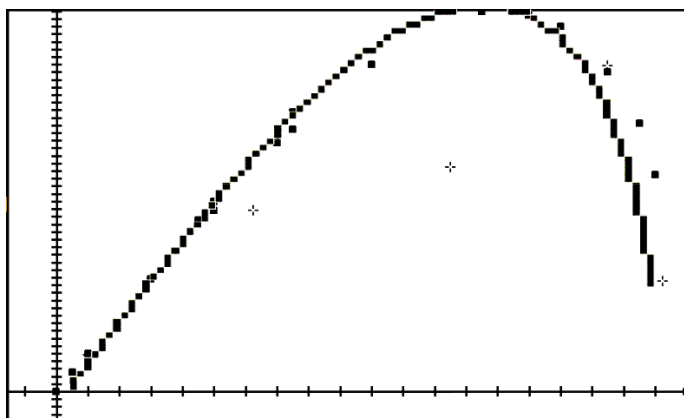
2



Première instantiation



$$\frac{x}{2} \sqrt{100 - \frac{x^2}{4}}$$



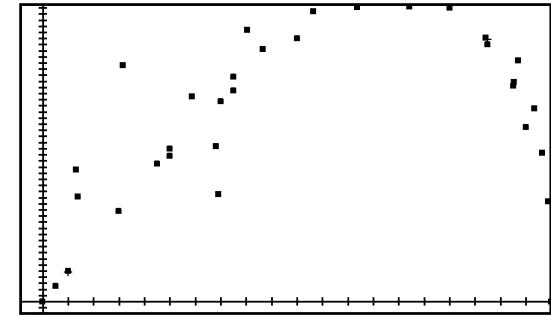
Construction au compas, mesures à la règle, multiplication avec la calculatrice, envoi des données (base ; aire), via le réseau, sur l'écran commun ;

Un objet se constitue, création commune

Nuage de point? « courbe »?

Détermination d'une formule mathématique, comme moyen économique et précis d'avoir de nouveaux résultats, et de valider les précédents.

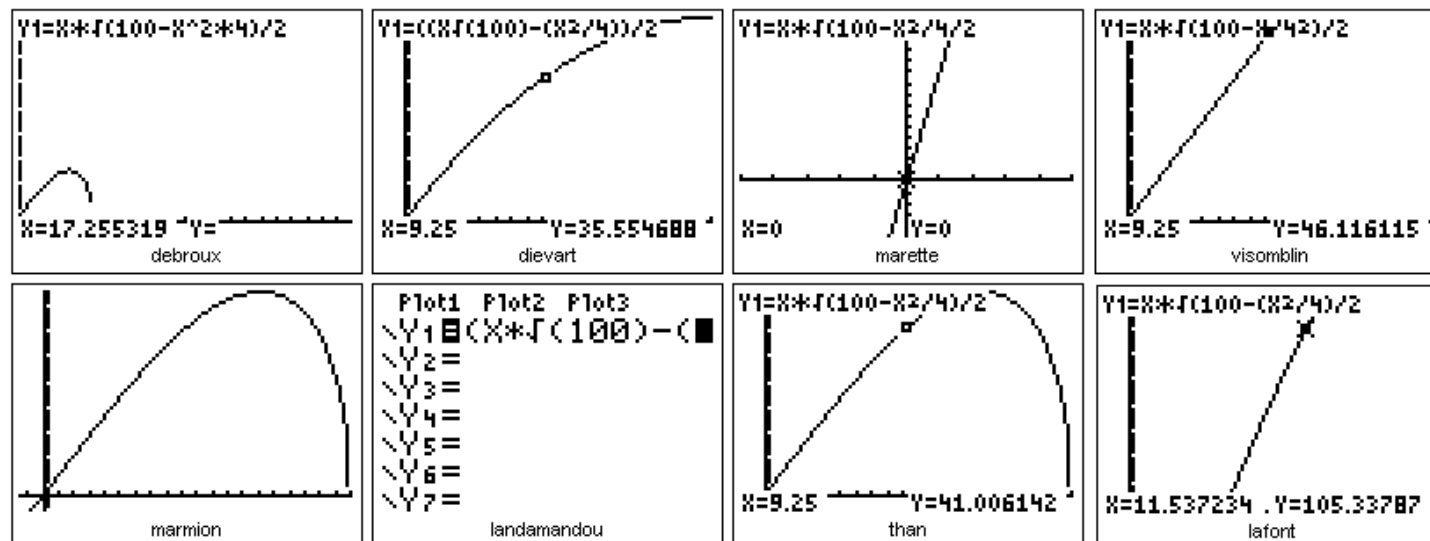
Première instantiation



Des choix didactiques à faire à tout moment :

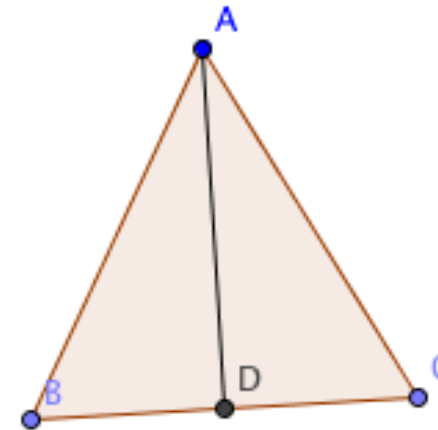
- ✓ montrer, ou ne pas montrer, les noms des élèves auteurs des résultats ;
- ✓ proposer, ou non, des repères pertinents ;
- ✓ trier dans la discussion les éléments cruciaux relativement aux objectifs didactiques...

Une analyse a posteriori révélatrice...



Deuxième instanciación

- $AB = AC = 5$
- stage de formation de professeurs
- objectif, le concept de fonction
- environnement : GeoGebra
- les stagiaires travaillent par deux

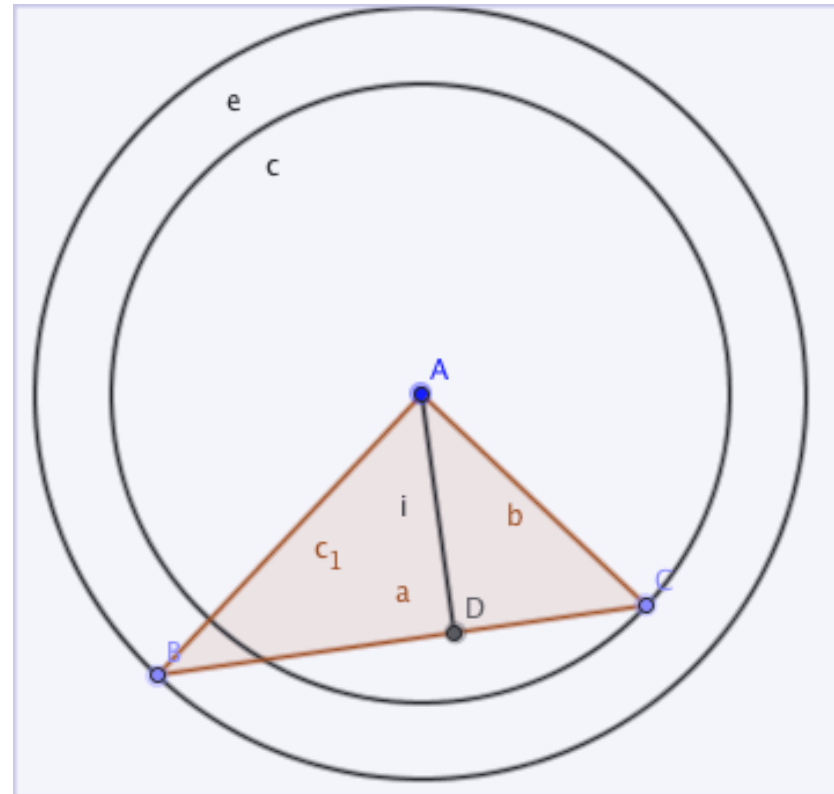


Aire : Arcavi &
Hadas 2000

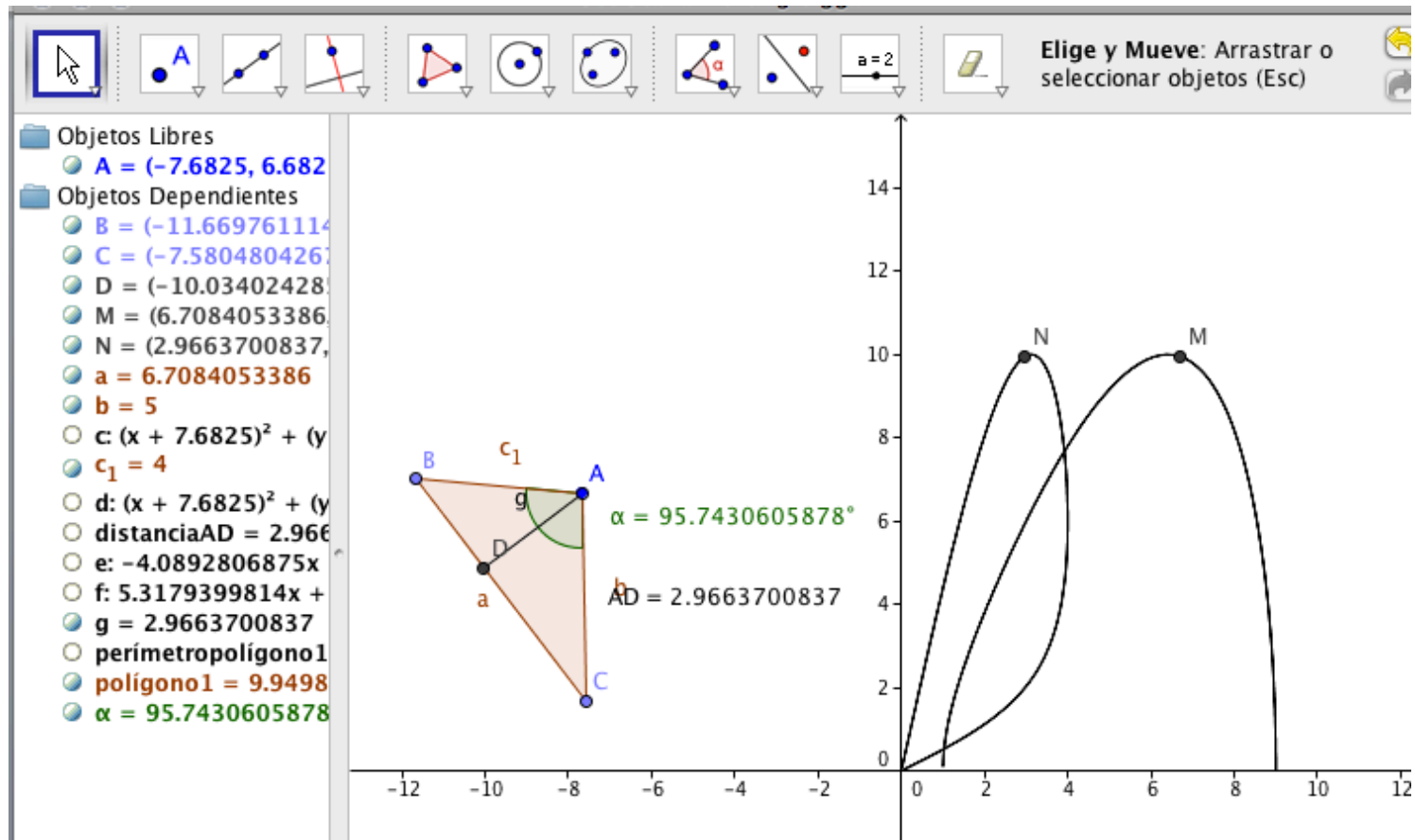
Deuxième instanciation

Extension du problème

$$AB = 5, AC = 4$$

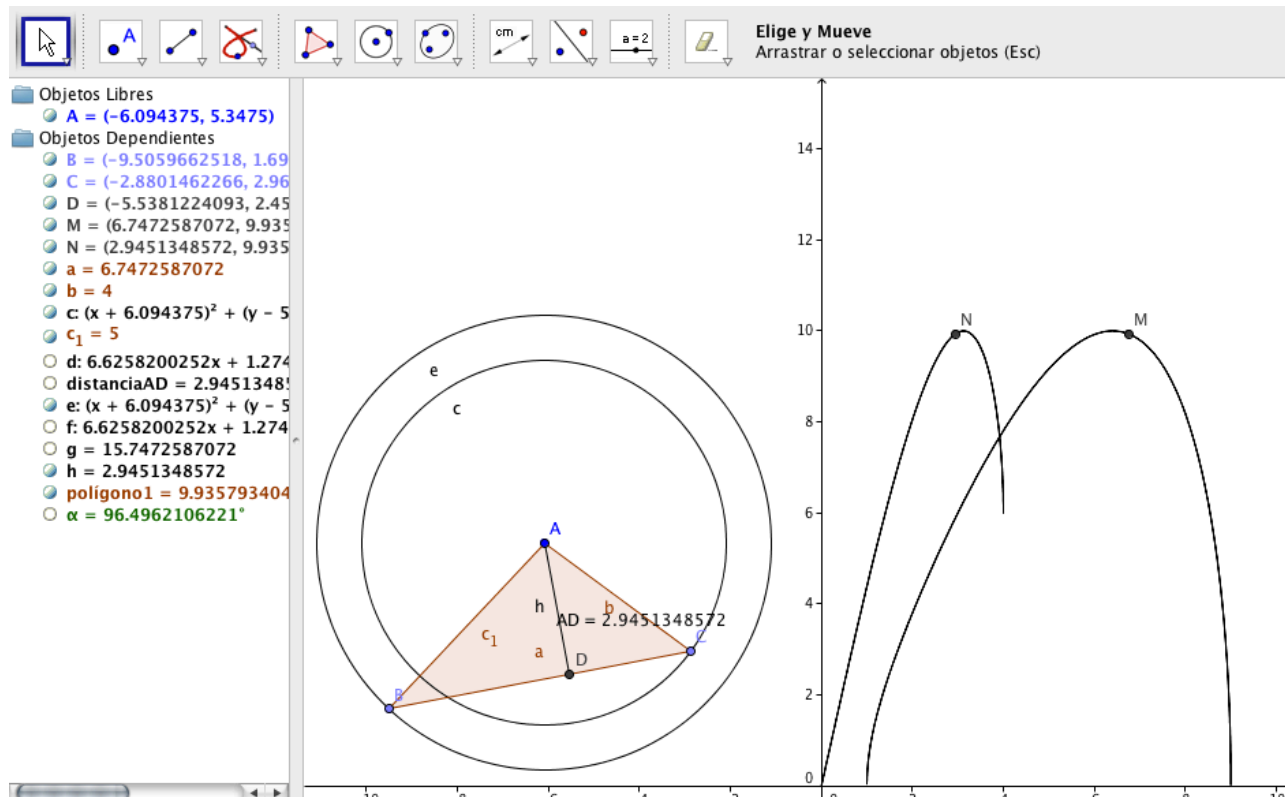


Deuxième instanciación



Deux fonctions ?

Deuxième instanciación



Variété des constructions, variété des lieux...

Une activité mathématique sensible aux choix d'orchestration des situations

6) *Artefacts vs ressources*

Une évolution profonde des ressources et des modes d'accès aux ressources (Pédauque 2006)

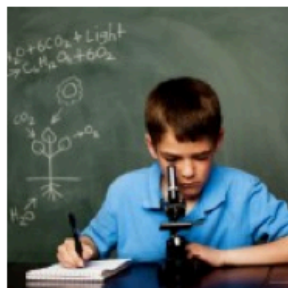
Sites personnels, sites associatifs : Sésamath, Clionautes...

Sites fondés sur des recherches : Pégase, EducMath

Sites institutionnels : Educnet (France) ; Descartes (Espagne) ; Enciclomedia (Mexique) ; Enlaces (Chili)

Sites commerciaux (à but lucratif ou non) : le Web Pédagogique

<http://lewebpedagogique.com/blog/2010/10/26/dossier-des-blogs-pour-decouvrir-les-sciences/>



Dossier de la semaine : des blogs pour découvrir les sciences

le 26 octobre 2010, dans A la Une, Sciences, par Marie

Pas évident d'inciter les élèves à devenir de futurs scientifiques. Les plus brillants s'orientent facilement vers les filières scientifiques mais pour devenir qui trader, qui journaliste. Peu d'élèves issus des séries scientifiques se retrouveront plus tard dans un laboratoire. Comment donc susciter des vocations scientifiques quand les footballeurs sont davantage reconnus que les prix Nobel ? C'est le dossier de la semaine pour lequel nous soutenons que les blogs de profs peuvent apporter leurs contributions !

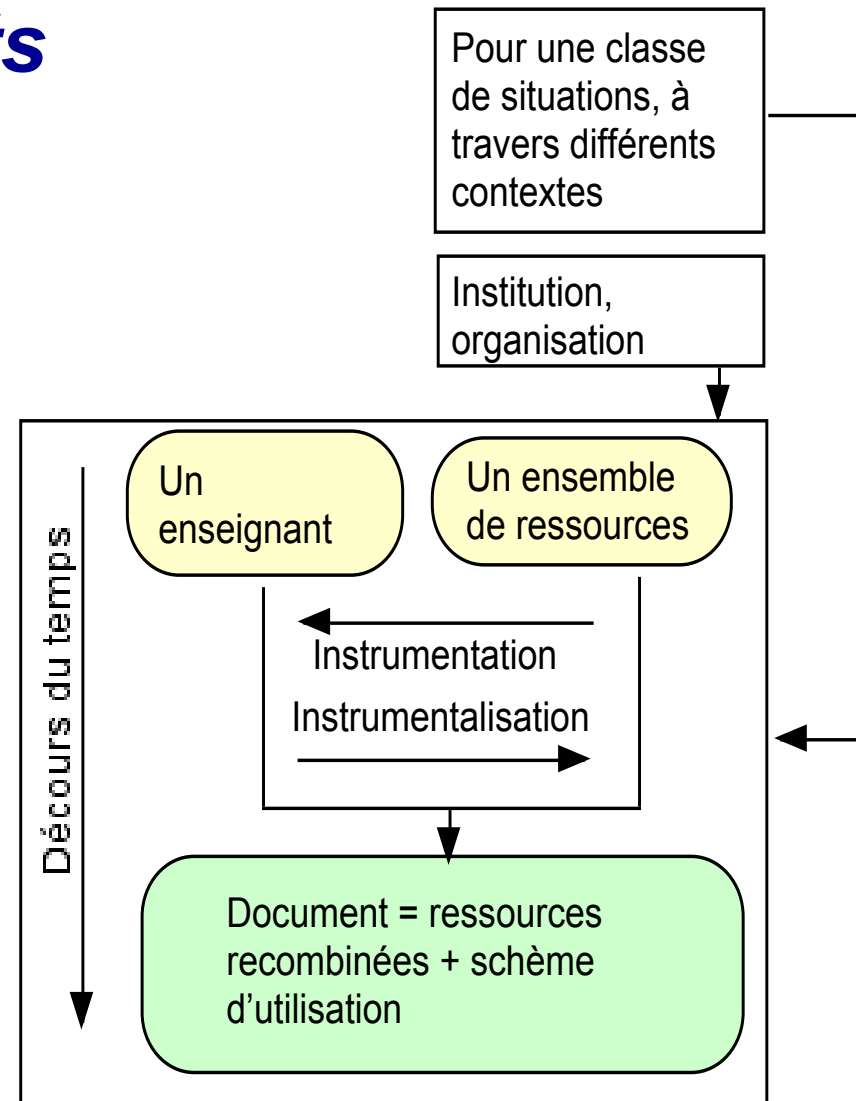
6) Une extension de l'approche instrumentale, *artefacts vs documents*

Ressources : ce qui re-source l'activité du professeur

Dans *l'ingénierie documentaire* : le document est porteur d'une *intention spécifique* à un contexte d'usage (Pédauque 2006)

Des *ressources* donnent matière, pour un professeur, dans le cours d'une *activité finalisée*, à un *document*

Des *genèses instrumentales* aux *genèses documentaires*...



Un croisement d'approches nécessaire

Croisement d'approches didactiques

Croisements d'approches disciplinaires (didactique, historique,...) ;

Croisement d'approches internationales.

Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques (Gueudet & Trouche 2010)

Sources et ressources du professeur

Adler, Chevallard, Gueudet et Trouche, Bachimont, Mariotti

Ressources du professeur, dimensions collectives

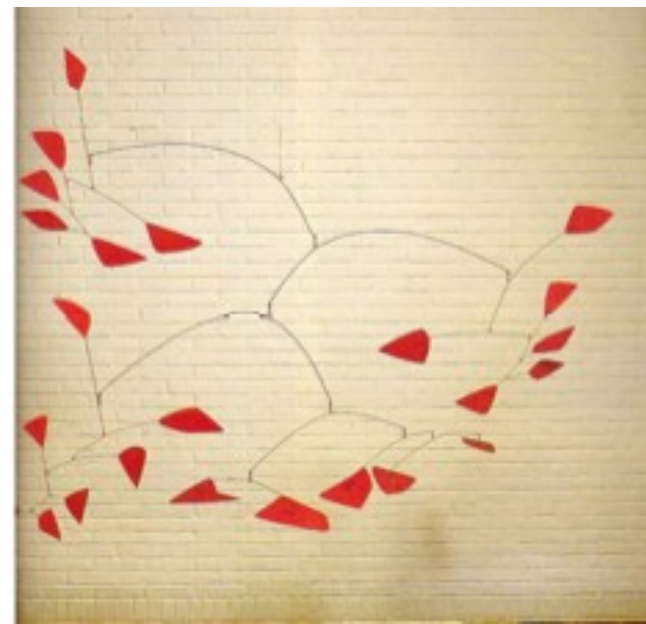
Winslow, Gueudet et Trouche, Sensevy

Ressources pour et par le curriculum

Proust, Ruthven, Remillard, Bruillard, Margolinas et Wozniak

Ressources du professeur et action didactique

Vandebrouck, Ligozat, Trgalova, Forest et Mercier, Assude.



Les recherches en cours

Travail sur le triplet ressources/pratiques/apprentissages (ou développement professionnel) :

- le projet e-CoLab : analyse des apprentissages, conditions pour la mutualisation, modèles de ressources (Artigue & Bardini 2009) ;
- le projet Pairform@nce : conception d'un catalogue de parcours de formation en ligne pour assister les formateurs d'enseignants, notion d'assistants méthodologiques (Gueudet *et al.* 2009) ;
- le projet TRIPLE (Teaching Resources In the Professional LEarning of secondary-school mathematics teachers) UK-NL-FR.

Thèses :

- orchestration de situation de pavages dans un environnement de géométrie dynamique (Puig-Renault 2010) ;
- développement professionnel et travail collectif des enseignants de mathématiques, le cas de l'association Sésamath (Sabra 2009) ;
- documentation des professeurs et activité des élèves dans la classe (Aldon 2010) ;
- démarches d'investigation dans l'enseignement de la chimie et travail collectif des enseignants (Hammoud à paraître)

Bibliographie

- Aldon, G. (2010). Handheld calculators between instrument and document, *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 42(7), 733-745, <http://www.springerlink.com/content/6635p0374q138962/>
- Arcavi, A., & Hadas, N. (2000), Computer mediated learning, an example of an approach, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5, 25-45.
- Balacheff, N. (1994). Didactique et intelligence artificielle, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(1/2), 9-42
- Artigue, M., & Bardini, C. (2009). New didactical phenomena prompted by TI-Nspire specificities The mathematical component of the instrumentation process. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of CERME 6* (pp. 1171-1190), INRP, <http://www.inrp.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg7-13-artigue-bardini.pdf>
- Chevallard, Y. (1992). Intégration et viabilité des objets informatiques, in B. Cornu (dir.), *L'ordinateur pour enseigner les mathématiques*, PUF, 182-203
- Gueudet, G., Soury-Lavergne, S., & Trouche, L. (2009). Soutenir l'intégration des TICE : quels assistants méthodologiques pour le développement de la documentation collective des professeurs ? Exemples du SFoDEM et du dispositif Pairform@nce. In C. Ouvrier-Bufferet & M.-J. Perrin-Glorian (dir.), *Approches plurielles en didactique des mathématiques* (pp. 161-173). Paris : Laboratoire de didactique André Revuz, Université Paris Diderot.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2010). *Ressources vives : le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. PUR et INRP.
- Hammoud, R. (à paraître). Démarches d'investigation : conceptions et usages de ressources, impact du travail collectif des professeurs, communication pour les *Journées scientifiques sur les démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences*, INRP.
- Pédauque, R. T. (2006). *Le document à la lumière du numérique*. Caen : C & F éditions
- Puig-Renault, I. (2010). Composer des environnements pour résoudre des problèmes de géométrie, *Repères IREM*, 81, http://www.univirem.fr/spip.php?article=71&id_numero=81
- Rabardel, P. (1999). Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In M. Bailleul (dir.), *Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp. 202-213). Houlgate: IUFM de Caen.
- Sabra, H. (2009). Entre monde du professeur et monde du collectif : réflexion sur la dynamique de l'association Sésamath. *Petit x*, 81, 55-78.
- Trouche, L., & Drijvers, P. (2010). Handheld technology for mathematics education: flashback into the future. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 42(7), 667-681 <http://www.springerlink.com/content/68n07260752h5260/>

Réactions



Réaction, réalisée quelques jours après le cours (cours 2009, puis cours 2008)

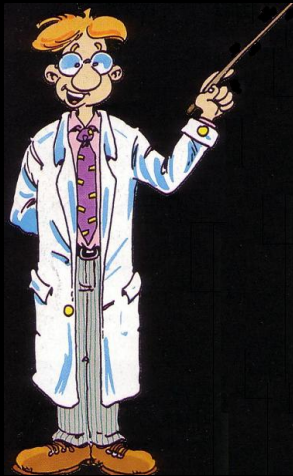
Instruments, instrumentations, instrumentalisation L.Trouche, M2 HPDS 11/2009

L'insertion d'un ou plusieurs instruments dans une activité



Situation instrumentalisée

Rabardel



Instrument

Artefact

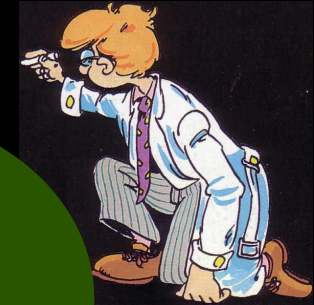
Schème

Objet (matériel ou symbolique) transformé par l'apprenant

Action organisée, structurée et généralisable à d'autres situations

Vygotski - Piaget - Vergnaud

Sujet



Situation instrumentalisée

Objet

Instrument

Rabardel

Enseignant

Instrumentalisation

(évolution de l'instrument par l'enseignant)



Instrument

Instrumentation

(adaptation de l'enseignant aux contraintes de l'instrument)



Rabardel

Réaction synthétique de Imad El Dirani (imad_el_dirani@yahoo.com) et Landry Gagnaire Landry (landry.gagnaire@gmail.com) (2008)

Historiquement, l'intégration d'outils dans l'enseignement a toujours été source de polémique. L'intégration d'un outil en classe selon certains philosophes, peut corrompre l'apprentissage, c'est-à-dire au lieu d'apprendre de nouvelles connaissances les élèves apprennent à utiliser les outils (exemple du boulier). **Question** : comment exploiter les situations didactiques avec les nouveaux outils ?

Des contraintes sont à prendre en compte, résultant de la transposition informatique (selon Balacheff) :

- contraintes internes liées aux limites technologiques de l'outil ;
- contraintes de commande ;
- contraintes d'organisation de commande.

L'outil est en étroite relation avec le sujet par des processus d'instrumentation/instrumentalisation participant à la constitution des schèmes d'utilisation. Ces schèmes d'utilisation regroupent les schèmes d'usage et ceux d'action instrumentée. On a ainsi la naissance d'un instrument. Cet instrument contribue au développement de quatre types de médiation (selon Vygotski) :

- une médiation réflexive ;
- une médiation d'échange ;
- une médiation épistémique (permet de faire) ;
- une médiation pragmatique (permet de comprendre).

Le sujet va dans un premier temps utiliser l'instrument pour répondre à un besoin d'action médiée, puis il va transformer (détourner) l'instrument pour d'autres utilisations qui ne sont pas inscrites dans les schèmes d'usage initiaux.

Avec le développement des outils utilisés dans une classe, l'enseignant devient, à l'image d'un chef d'orchestre, responsable de l'organisation du milieu d'apprentissage. Il doit piloter, (guider, assister, accompagner) les genèses instrumentales pour répondre à un problème dans un environnement didactique donné.



**Réponses
2008**