



Concepts, conceptions, champs conceptuels, conceptualisation

Luc.Trouche@ens-lyon.fr

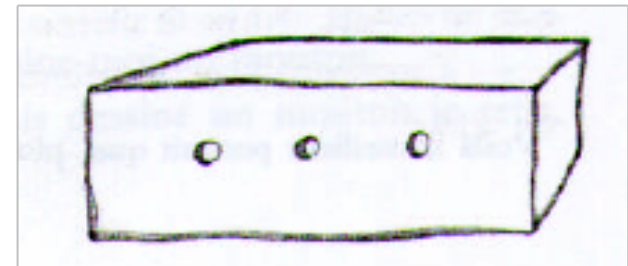
EducTice-S2HEP

Ecole Normale Supérieure de Lyon

Master HPDS, octobre 2011

Programme de la matinée

- 0) Prologues
- 1) Représentations sémiotiques et internalisation
- 2) Conceptualisation et développement
- 3) Le couple schème/situation
- 4) Concepts et conceptualisation
- 5) Atelier
- 6) Différentes approches didactiques



Prologue 1 :

concept de cours

Comment définir ce qu'est un cours à l'université ?

Premières propositions reçues (à être complétées par l'ensemble des étudiants présents)

Un cours à l'université est un cours donné par un maître de conférence donc quelqu'un de reconnu dans sa discipline, à des étudiants intéressés, le but étant pour le professeur de faire passer des connaissances à ses étudiants, il est assez souvent magistral si les étudiants sont nombreux mais peut parfois être plus interactif laura.pallez@gmail.com

- pourquoi "d'université" : un cours a les mêmes caractéristiques fondamentales quelque soit le lieu

-situation organisée par le professeur permettant au maximum d'étudiants de comprendre une notion préalablement déterminée antoine.leroux@ac-grenoble.fr

Il s'agit d'une séance au cours de laquelle un acteur spécialiste de son domaine expose des notions à une assemblée d'élèves intéressés, leur grand nombre et la limitation temporelle rendant absente les interactions intervenant/élèves agnes.de_montaigne@ens-lyon.fr

Un cours à l'université a typiquement lieu en amphi, il est donné typiquement par un chercheur, son but est la transmission de connaissances, mais pour assimiler ces connaissances, beaucoup de travail personnel ultérieur est nécessaire julianna.zsido@univ-montp2.fr

Présentation de concept qui est en rapport avec la spécificité de recherche de l'intervenant, base pour réfléchir par la suite Christelle MARTIN christelle.martin4@wanadoo.fr

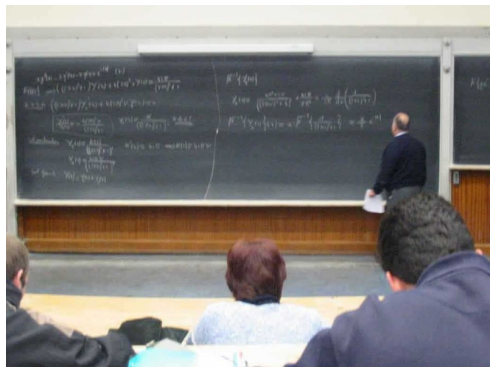
Prologue 1 : concept de cours

Concept « valise » (un cours *en amphi*, un cours *à distance*, un cours *magistral*...)

Lié à des situations (*faire cours*, *sécher un cours*, *apprendre un cours*...)

Lié à des propriétés énonçables (Bourdieu : *faire un cours*, *c'est raconter des choses dont on n'est pas tout à fait sûr pour les éprouver*)

Lié à des représentations



Prologue 1 : concept de cours

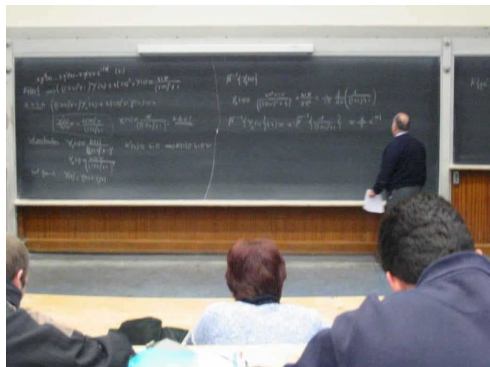
Apports du professeur

Action conjointe professeur/étudiants

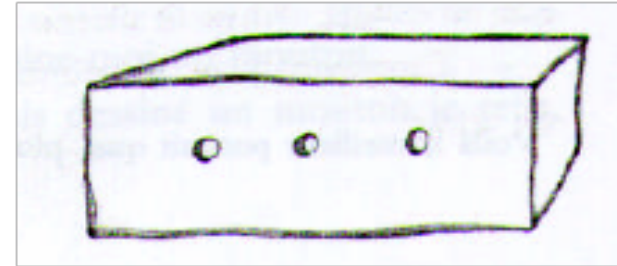
Retour réflexif sur le travail réalisé

Co-construction d'un document de référence

Élément d'un parcours cohérent



Prologue 2 : les cours antérieurs



Cours 1, 14 sept.

Jacques Toussaint, *les théories de l'apprentissage*

Cours 2, 21 sept.

Catherine Bruguière, *les conceptions*

Cours 3, 21 sept.

Alain Bronner, *la transposition didactique*

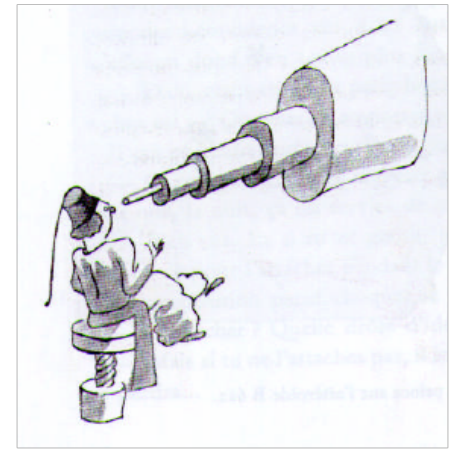
Cours 4, 28 sept.

Alain Bronner, *la théorie des situations didactiques*

Cours 5, 28 sept.

Eric Sanchez, *l'ingénierie didactique*

Prologue 3 : rôles et acteurs



Pendant les cours...

Tous acteurs... (écoute, questionnement critique...)

Rôles particuliers de *relais* du cours sur le site distant

A la fin des cours, *réacteurs à chaud* : proposent une réaction de 5mn (ce que l'on retient du cours, questionnements, éléments d'organisation à modifier)

Une semaine après le cours, *réacteurs à froid* : proposent une diapo de commentaire libre sur le cours.

Pour l'atelier : *animateur* et *rapporteur*

L'animateur lance la discussion, veille au timing, à la circulation de la parole, intervient si la discussion s'enlise ou s'éloigne du sujet.

Prologue 4 : décrire les choses

Dictionnaires et encyclopédies (Eco 1999)

Dictionnaire : un paquet de *catégories sémantiques hiérarchiquement organisées*, qui nous permet, même ne sachant rien sur le monde, de faire des inférences

Encyclopédie : de nature désordonnée, de format incontrôlable, veut donner *tout ce que l'on sait sur une chose*

Le chat

- dictionnaire de l'Académie de la Crusca (1612) : « Animal bien connu, qui vit dans les maisons en raison de l'inimitié particulière qu'il a envers les souris, afin qu'il les tue »

- bestiaire de Cambridge (1575) : « Le chat est appelé *musio* parce qu'il est traditionnellement l'ennemi des souris. Le nom plus commun de *catus* lui vient de son habitude de capturer... parce qu'il capte, c'est-à-dire qu'il voit. Il a en effet une vue si perçante qu'il peut pénétrer la nuit de ses yeux brillants... »

Prologue 5 : comprendre/connaitre les choses

Kant, les arbres, les pierres et les chevaux

Pour former des *concepts* à partir de *représentations*, il faut donc comparer, réfléchir et abstraire, car ces trois opérations logiques de l'entendement sont les conditions essentielles et universelles de tout concept en général. Par exemple, je vois un pin, un saule et un tilleul [...] si je réfléchis uniquement à ce qu'ils ont de *commun* entre eux, le tronc, les branches et les feuilles mêmes, et si je fais abstraction de leur taille, de leur configuration, etc. j'obtiens un concept d'arbre (Logique, I, 6)

St Exupéry, le petit prince et le renard

On ne connaît que les choses que l'on apprivoise, dit le renard [...]. Qu'est-ce que signifie apprivoiser ? C'est une chose trop oubliée, dit le renard, cela signifie *créer des liens*...

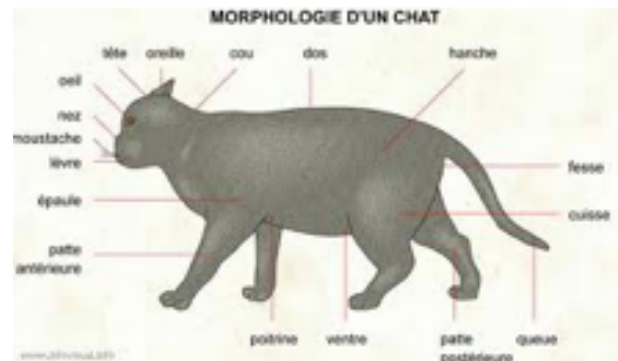
Prologue 6 : de la flèche au filet

La révolution du numérique

A la *raison graphique*, qui repose sur les listes, les tableaux, les schémas, se substitue la *raison numérique*, qui repose sur les réseaux et les programmes (Bachimont, in Gueudet et Trouche 2010)



Página 3



1) Les représentations sémiotiques

(Duval 1996, Eco 1999)

Un registre sémiotique = un système de signes qui a des fonctions *d'objectivation*, de *communication* et de *traitement*

Exemples : une langue, les graphiques cartésiens, les formules chimiques...

Deux types de travail sur les registres : *traitement* (à l'intérieur d'un même registre) et *conversion* (passage d'un registre à un autre)

Complexité des traitements et des conversions...

1) Les représentations sémiotiques

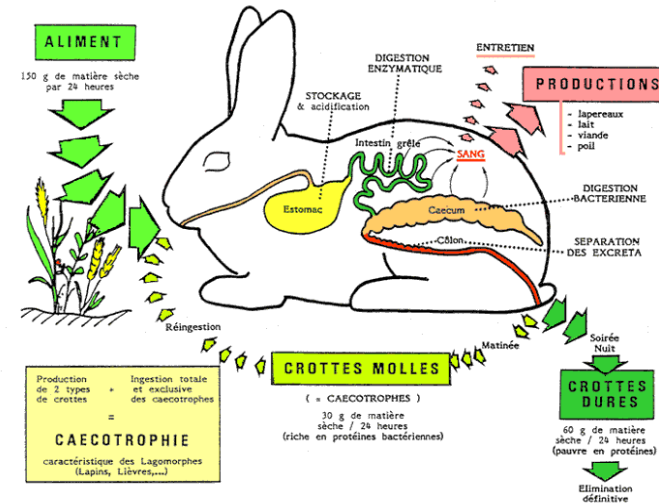
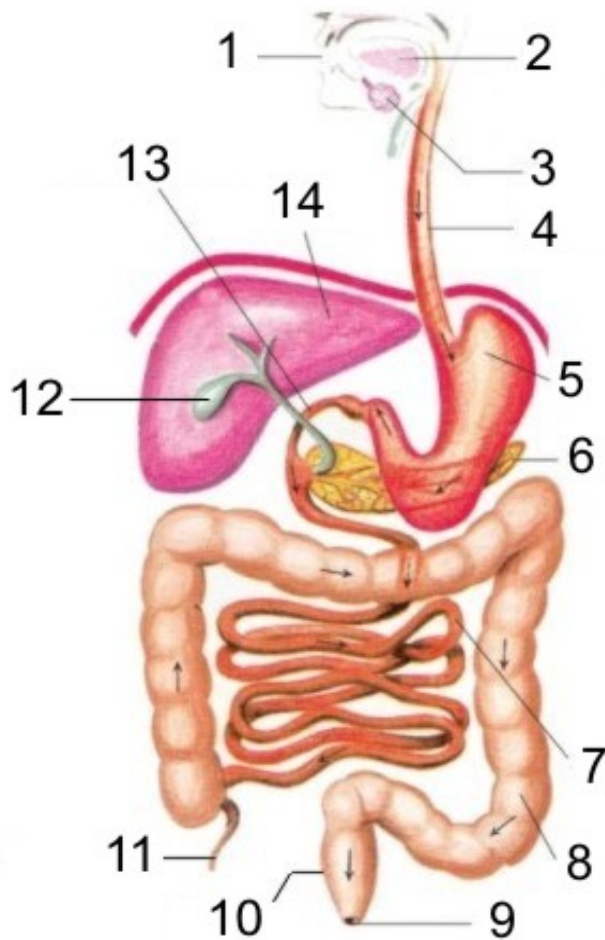
(Duval 1996, Eco 1999)

Activité 3 : Des fractions décimales à l'écriture décimale

1. Combien de centièmes y a-t-il dans un dixième ? Dans une unité ?
Combien de millièmes y a-t-il dans un centième ? Dans un dixième ? Dans une unité ?
Déduis-en des égalités entre fractions décimales.
2. Écris chacun des nombres $\frac{74}{100}$, $\frac{4}{10} + \frac{7}{100}$ et $1 + \frac{2}{10} + \frac{3}{100}$ sous une autre forme en utilisant uniquement des fractions décimales.
3. Combien de centièmes y a-t-il dans 7 unités 4 dixièmes ? Et dans 25 unités 8 dixièmes et 7 centièmes ?
4. Dans l'écriture décimale d'un nombre, où se trouve le chiffre des unités ?
Que désigne le chiffre placé immédiatement à droite de la virgule ? Et celui encore à droite ?
5. Le nombre 123,409 peut se lire « 123 virgule 409 ». Donne une autre lecture possible en utilisant les mots unités, dixièmes, centièmes ou/et millièmes.
Que représente chacun des chiffres de ce nombre ? 4 est-il le chiffre des centaines ?

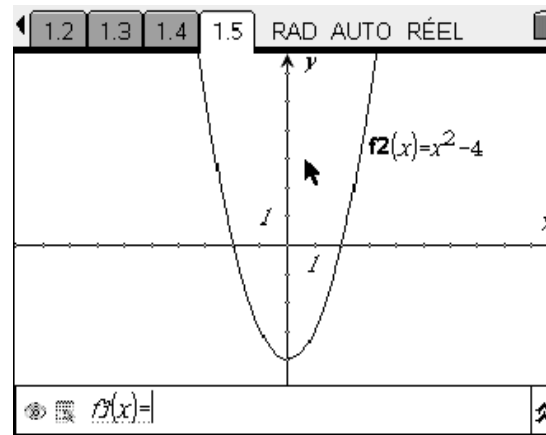
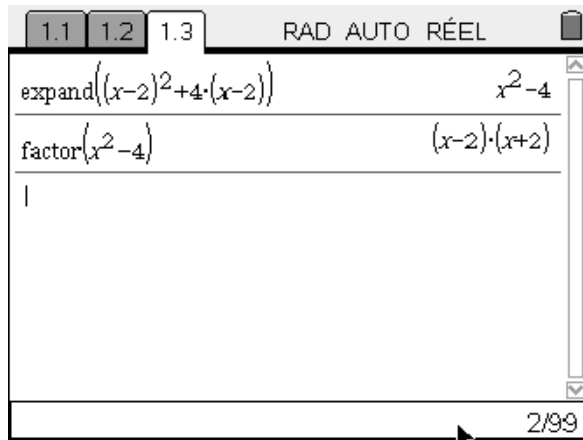
1) Les représentations sémiotiques

Représentations et obstacles épistémologiques (Bachelard 1938, Johsua & Dupin 1993)



	La bouche	estomac	duodénum		
ALIMENTS	Grosses molécules			NUTRIMENTS	
	glucides				sucre ou oses (glucose)
	protéines				acides aminés
	lipides				acide gras glycérol
	petites molécules				
	Eau				
	Sels minéraux ☆				
				vitamines ▲	

1) Les représentations sémiotiques



Spécificité des mathématiques (pas d'accès direct aux objets, accès uniquement à travers des représentations)

Problèmes de *congruence* entre registres

1) Les représentations sémiotiques

Deux points de vue forts sur la cognition :

- nécessité de la *différentiation* des registres et de leur *coordination* pour la conceptualisation (distinguer un objet de ses représentations)
- représentations internes = *internalisation* de représentations externes

2) Conceptualisation et développement

Gérard Vergnaud, une œuvre majeure : didactique des mathématiques, didactique professionnelle et psychologie...

Une mise en perspective de l'œuvre de Jean Piaget et Lev Vygotski (*Lev Vygostky, pédagogue et penseur de notre temps*, 2000)



2) Conceptualisation et développement

Elargir nos études sur les processus de *transmission* et *d'appropriation* des connaissances (enfant, adulte, école, entreprise, vie)

L'apprentissage se construit sur *des durées longues* (idée de *genèse*, au sens de *développement*)

Deux formes essentielles de connaissance, la forme *opératoire* (celle qui permet de faire et de réussir) et la forme *prédicative*, qui prend la forme de textes, de traités et de manuels. La forme opératoire issue de l'expérience est toujours plus riche que la forme prédicative (« la résolution de problème est la source et le critère de toute connaissance »)

Dans toute activité, il y a un aspect *productif* (les résultats correspondants aux buts poursuivis) et un aspect *constructif* (les connaissances que l'activité déstabilise, installe ou renforce)

2) Conceptualisation et développement

Les archives audio de la recherche,
une source précieuse à fréquenter,
bonne façon d'entrer dans une oeuvre



+ une vidéo, comme puzzle de définitions et explications :

http://www.archivesaudiovisuelles.fr/FR/_video.asp?id=413&ress=1378&video=104288&format=69#4057

Voir en particulier : les travaux de Jean Piaget ; le schème ; la didactique ; la notion de "mise en scène didactique » ; la différence entre la didactique professionnelle et la didactique des disciplines

3) Le couple schème/situations

Le *schème*, outil pour modéliser les relations entre le *geste* et la *pensée*, concept nomade (Rabardel 1995), dévastateur (Eco 1999)

« Entre force et douceur, la main trouve, l'esprit répond. Par approximations successives, la main trouve le geste juste. L'esprit enregistre les résultats et en tire peu à peu le schème du geste efficace, qui est d'une grande *complexité* physique et mathématique, mais simple pour celui qui le possède.

Le geste est une *synthèse* (...).

L'adulte ne se rend plus compte qu'il lui a fallu accomplir un travail de synthèse pour mettre au point chacun des gestes qui forment le soubassement de son activité consciente, y compris de son activité intellectuelle. Il ne voit plus ce fondement et ne peut par conséquent plus le modifier » (Billeter 2002).

3) Le couple schème/situations



Le *schème*, éléments de genèse :

- Les schèmes pour Kant : aspects productifs, aspects temporels, aspects « propriétés », liés à un concept. Un schème n'est pas un schéma (Eco 1999), c'est la faculté de *figurer* quelque chose. Le schème du nombre, c'est la « représentation d'une méthode pour représenter une multitude (par exemple, 1000, une image, *conformément à un certain concept*, plutôt que ce concept même) ;
- Les schèmes pour Piaget : un ensemble *structuré* et *finalisé* de *mouvements* (sucrer, prendre...) ou *d'opérations* (classer, mesurer...). Ils s'ancrent dans l'esprit, lorsque l'expérience les conforte, se modifient, lorsque l'expérience résiste. Notions *d'assimilation*, *d'accommodation*, *d'équilibration* ;
- Schèmes *sensori-moteur*.

3) Le couple schème/situations



Une définition générale selon Vergnaud :

Un schème est une *organisation invariante* de l'activité pour *une classe de situations* (exemple, le schème du sauteur à la perche) :

- schèmes *perceptivo-gestuels*, plutôt que *sensori-moteur* ; lien fondamental entre geste et pensée, automate intelligent ;
- les schèmes ont une portée *heuristique* (ils permettent *d'inventer*), *pragmatique* (aspect productif, ils permettent de *faire*), *épistémique* (aspect *constructif*, ils permettent de *comprendre* ce que l'on fait) ;
- évolution des schèmes = développement : s'y prendre de *meilleure manière* (plus rapide, plus efficace, plus compatible avec les autres), incorporer de nouvelles situations, intégrer de nouvelles médiations...

3) Le couple schème/situations

Un schème, pour Vergnaud, comporte quatre catégories de composants :

- un but (ou plusieurs), des sous-buts et des anticipations ;
- des règles d'action, de prise d'information et de contrôle ;
- des *invariants opératoires* (concepts-en-actes, théorèmes en actes) ;
- des possibilités d'inférence.

Les invariants opératoires, composante épistémique des schèmes :

- concept-en-acte = concept tenu pour pertinent (un concept n'est pas susceptible de vérité et de fausseté, il est seulement pertinent, ou non, pour prélever l'information) ;
- théorème-en-acte = proposition tenue pour vraie (les théorèmes, eux, sont susceptibles de vérité, ou de fausseté, à l'intérieur d'un certain domaine).

3) Le couple schème/situations

Une dialectique fondamentale schème/
situations (dans un sens plus général que
les *situations didactiques* de Brousseau)

Exemple 1 : schème de la taille de la vigne

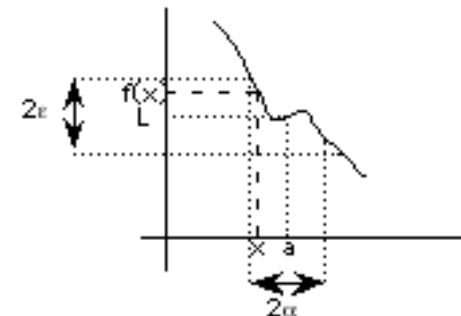
Montée de la sève, équilibre des charges...

Exemple 2 : schème de la résolution
d'équations numériques du second degré

Exemple 3 : schème de recherche de limite
de fonction en $+\infty$

Des conséquences méthodologiques

Variété des situations, le *temps* du
développement, inférence des invariants,
l'activité plus que le résultat.

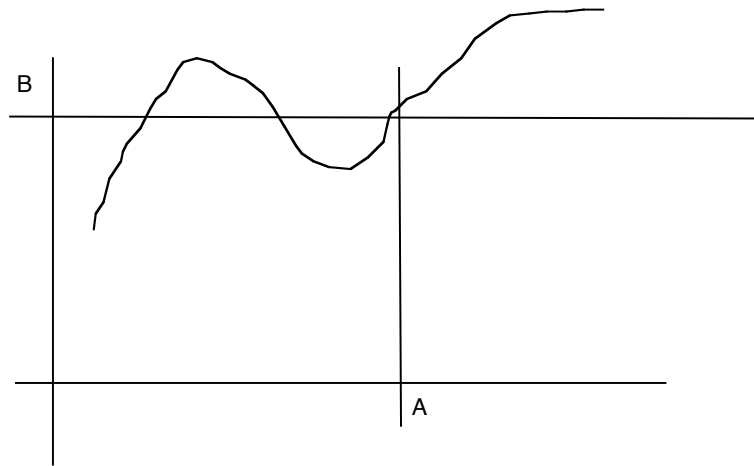


3) Le couple schème/situations

Que veut dire : une fonction tend vers $+\infty$ quand x tend vers $+\infty$?

« $f(x)$ peut être aussi grand que l'on veut, pourvu que x soit suffisamment grand »

Quel que soit $B > 0$, il existe $A > 0$ tel que, si $x > A$, alors $f(x) > B$



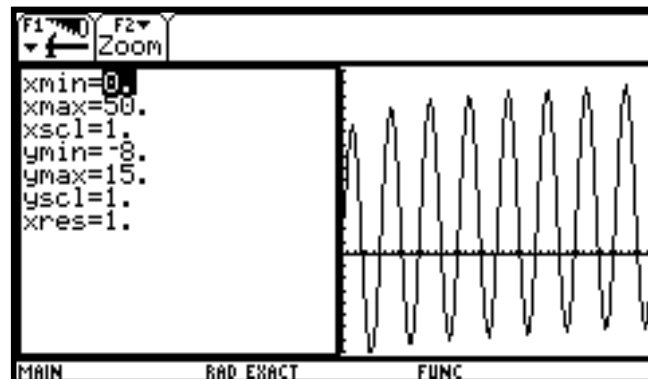
3) Le couple schème/situations

Développement d'un schème de calcul de limite de fonction dans un environnement graphique

1. Recherche de la limite en $+\infty$ de fonctions de références monotones

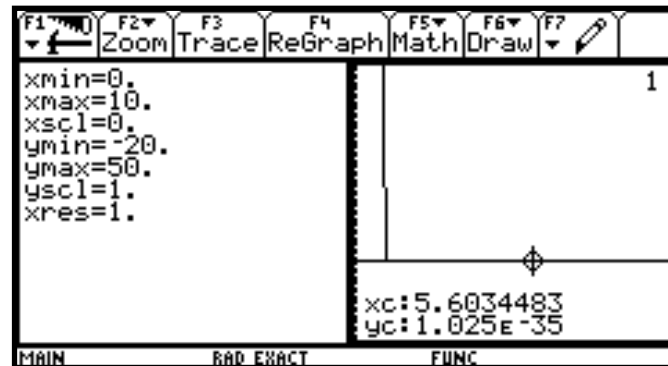
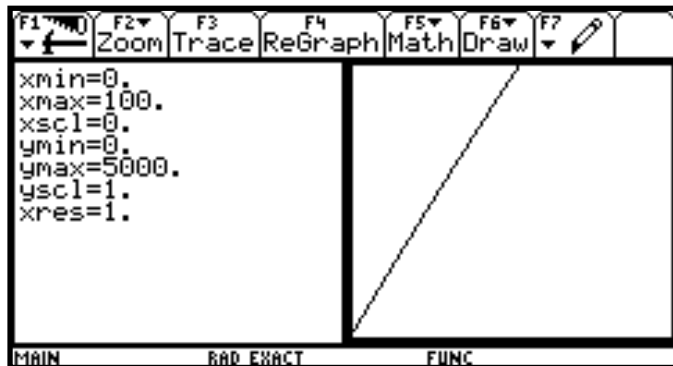
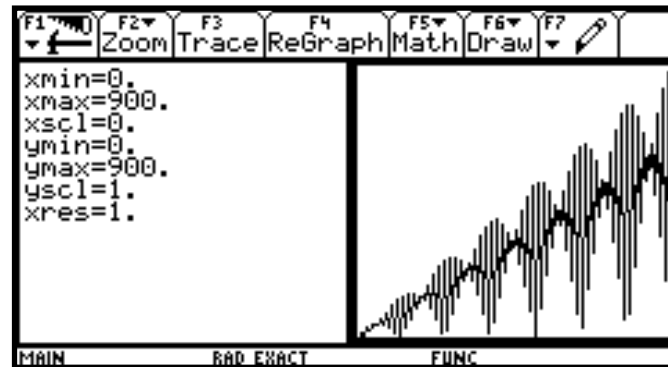
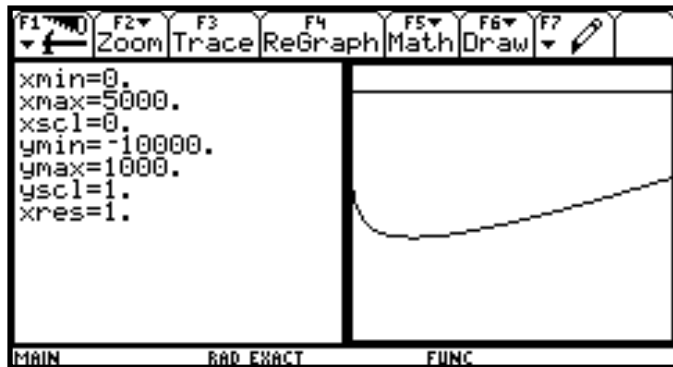
Concept en acte : une fonction qui tend vers $+\infty$ est une fonction qui prend des valeurs de plus en plus grande

2. Recherche de la limite en $+\infty$ de fonctions non monotones, (exemple $\ln(x) + 100 \sin(x)$)



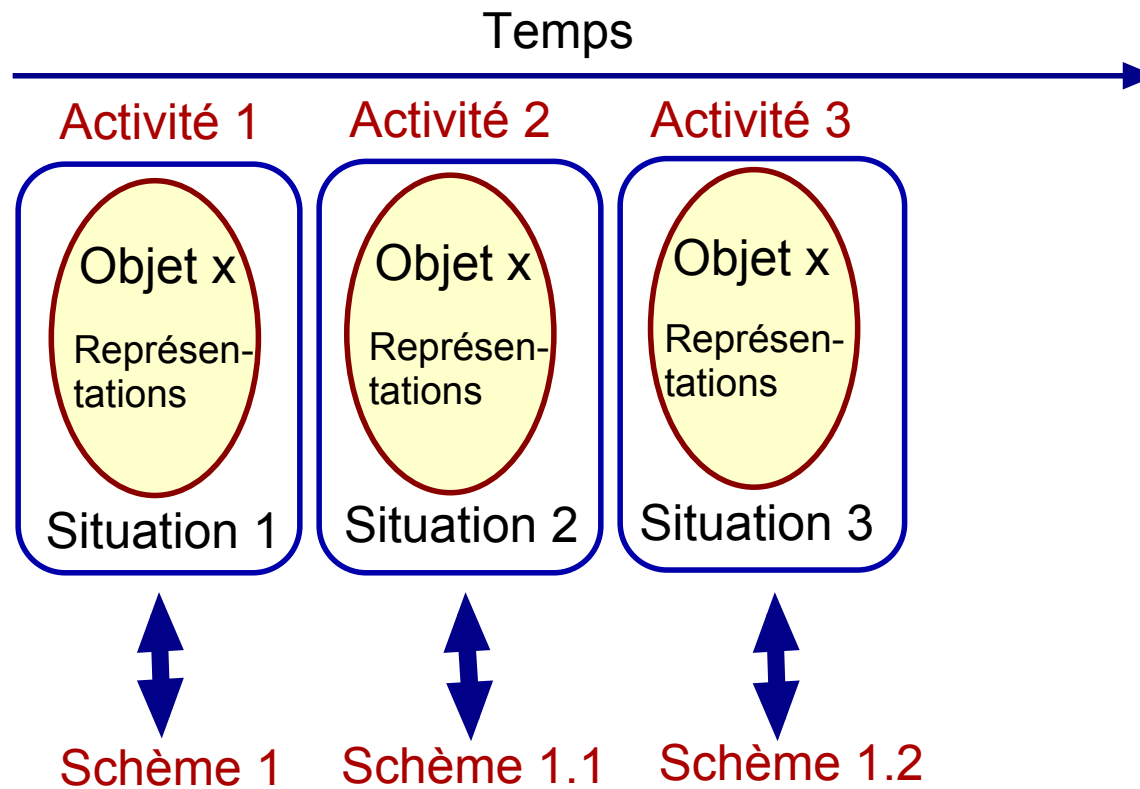
3) Le couple schème/situations

3. Extension de la classe des fonctions envisagées



$(10000x - 50) / (x + 1000)$, e^x / x^{50} , $|x \cdot \sin x|$, $x - 1000 \cdot \ln x$

3) Le couple schème/situations



4) Concepts et conceptualisation

Schémes et concepts, quelle articulation ?

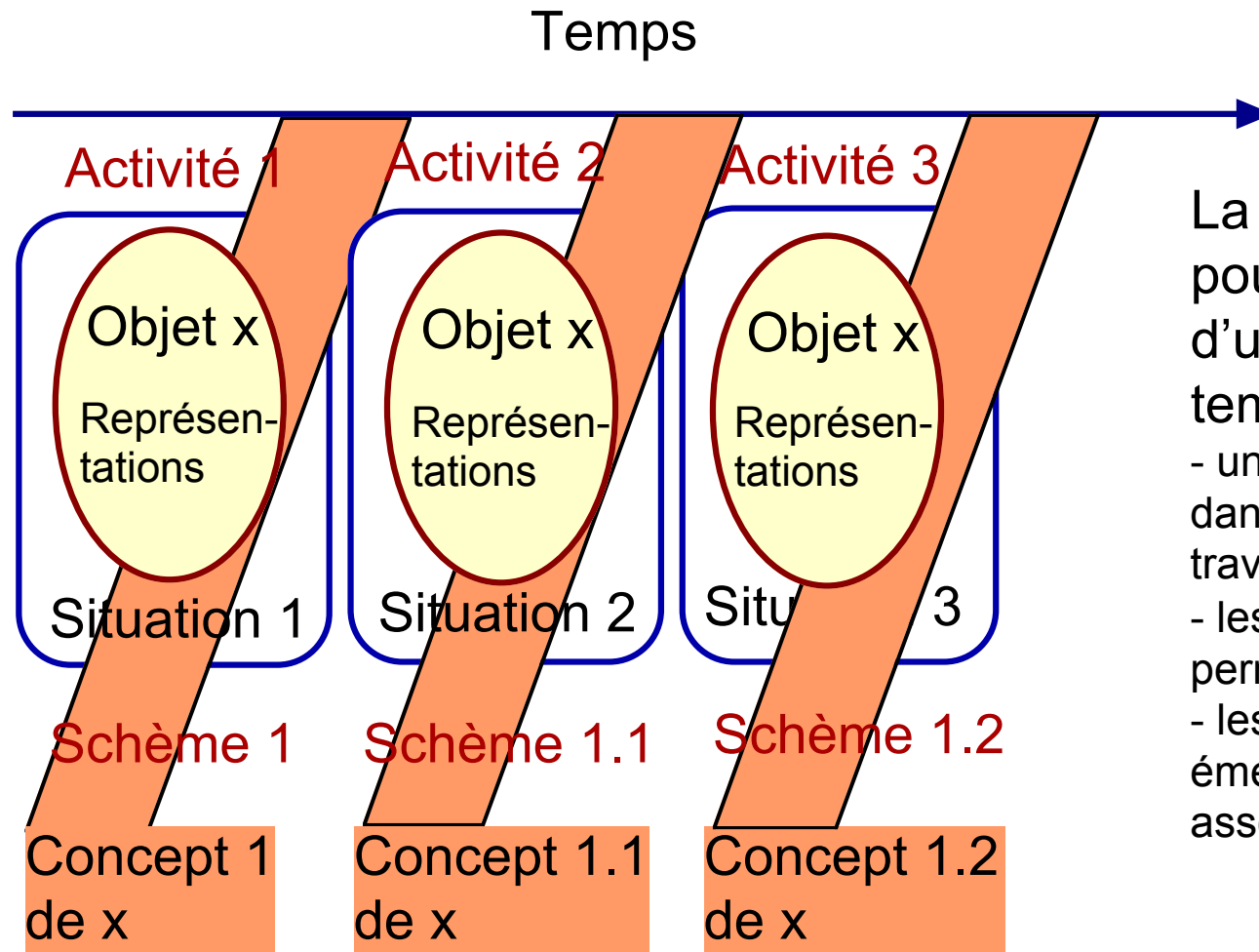
Alors, qu'est-ce qu'un concept ?

Un concept peut-être défini comme un triplet :

- l'ensemble des *situations* qui donnent du sens au concept (la référence) ;
- l'ensemble des *invariants* sur lesquels repose l'opérationnalité des schèmes (le signifié) ;
- l'ensemble des formes langagières et non langagières qui permettent de *représenter symboliquement le concept*, ses propriétés et les procédures de traitement (le signifiant).

4) Concepts et conceptualisation

Schémes et concepts, quelle articulation ?



La conceptualisation, pour un individu donné, d'un objet donné, à un temps donné :

- un ensemble de situations dans lesquelles l'objet a été travaillé ;
- les représentations qui ont permis ce travail ;
- les schèmes qui ont émergé au cours de l'activité associée.

4) Concepts et conceptualisation

« G. Brousseau me questionne : ne vaudrait-il pas mieux parler de *conceptions* concernant le sujet, de manière à les distinguer des *connaissances* transmises par l'école ?

Je réponds que le mouvement de la conceptualisation dans la culture n'est pas très différent du mouvement de la conceptualisation chez un sujet individuel, à ceci près évidemment que l'histoire est faite par des adultes experts et non par des enfants entourés d'adultes.

Si on regarde l'histoire des mathématiques, on est frappé par le fait que les connaissances nouvelles produites ont un caractère local, comme chez l'élève qui apprend.

Je ne vois pas pourquoi il faudrait se priver du mot *concept* pour parler des connaissances des élèves alors que, de toute évidence, c'est un mot qui n'a pas une signification univoque, guère plus dans l'histoire et la culture que chez les élèves » (Vergnaud 2005)

4) Concepts et conceptualisation

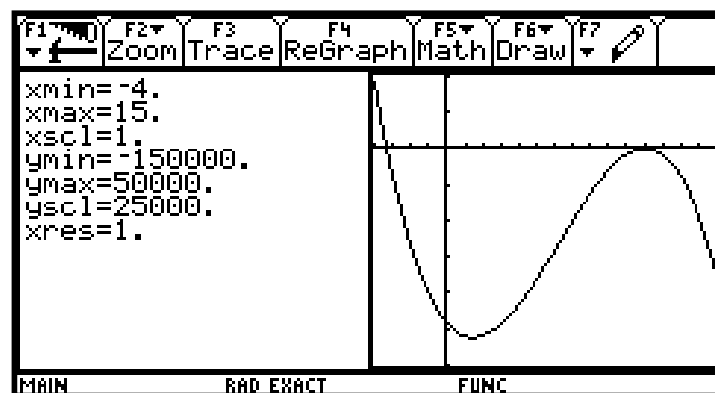
Le concept de « limite infinie » pour une fonction...

Une classe de situations dans un environnement donné, un schème, des théorèmes et des concepts en acte

4. Résolutions d'équation pour lesquelles l'existence d'une limite infinie constitue une clé dans des environnements variés

Exemple 1 : l'équation $100 \sin(x) = \ln(x)$ a-t-elle un nombre fini, ou infini, de solutions ?

Exemple 2 : combien l'équation $121011 - 14290.1989 x + 5601.73023 x^2 - 300.56003 x^3 + 0.03 x^4 = 0$ a-t-elle de solutions ?



4) Concepts et conceptualisation

Des concepts aux champs conceptuels

On ne peut pas comprendre le développement d'un concept sans le replacer dans un *système*, que Vergnaud appelle *champ conceptuel*.

Un champ conceptuel, c'est à la fois :

- un *ensemble de situations* dont la maîtrise progressive appelle une variété de concepts, de procédures et de représentations symboliques en étroite connexion;
- *l'ensemble des concepts* qui contribuent à la maîtrise des situations.

Exemples :

- comprendre le développement du concept de limite suppose de le situer dans le champ conceptuel de l'analyse mathématique ;
- ...

4) Concepts et conceptualisation

Le concept de mole...

Le concept de gravité...

Le concept de respiration...

Le concept de boucle...

Le concept de variable...

5) Atelier



A faire :

- Identifier un concept scientifique ;
- Penser des *situations* pour développer cette conceptualisation ;
- Conjecturer un *schème* de traitement de ces situations (en particulier *les invariants opératoires* qui pilotent ce schème) ;
- Décrire ce que pourrait être le concept pour un élève (situations, représentations, invariants opératoires)

Réaliser ces travaux par groupe (2, 3, 4 personnes) disciplinaire (math, SPC, SVT), ...ou non. Produire :

- une courte présentation orale (rapporteur, 5 mn) ;
- une diapositive, retravaillée pour la semaine suivante.

6) Différentes approches théoriques

Vergnaud/Chevallard, deux formes de dialectique

Vergnaud, champs conceptuels

Dialectique situations/schèmes

- *situations*
- *schèmes*
- *invariants opératoires*
- *le temps...*

Chevallard, les praxéologies

Dialectique praxis/logos

- *types de tâches*
- *techniques*
- *technologies et théorie*
- *les institutions...*

Des conceptualisations liées à des besoins d'étude différents :

- analyse d'un curriculum ;
- analyse d'un ouvrage scolaire ;
- préparation d'un cours ou d'un atelier ;
- suivi de processus d'apprentissage ;
- suivi sur une séance, ou sur l'année ;
- suivi d'un individu, suivi d'une population...

6) Différentes approches théoriques

Vygotski, la dialectique entre concepts quotidiens/scientifiques

Concepts quotidiens

Source : la vie

Exemple : *frère*

*Gorgés de contenu
empirique*

Concepts scientifiques

Source : l'école

Exemple : *parenté*

*Généralité et niveau
conscient*

Ces deux types de concepts entretiennent des rapports différents avec les objets, ce qui fait la force de l'un est la faiblesse de l'autre
Double germination : CQ du bas vers le haut, CS du haut vers le bas, les CQ fraient la voie à l'assimilation des CS, les CS fraient la voie au développement des CQ

Développement et apprentissage en étroite relation

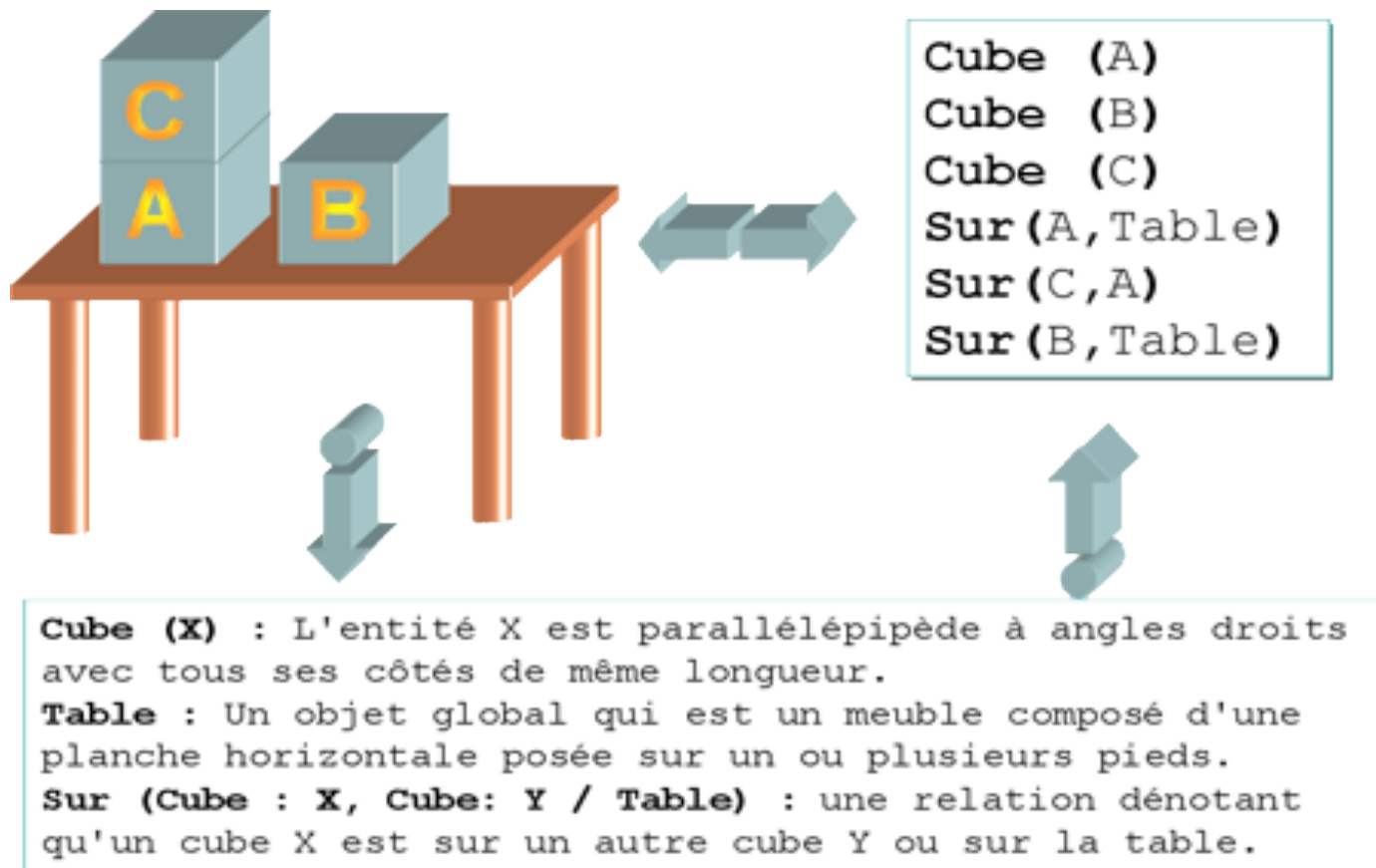
Vision dialectique, plus que progressive (cf. la notion de limite)

(Vygotski 1985, Vergnaud 2004)

6) Différentes approches théoriques

Privilégier les aspects formels : les ontologies

= modèle d'organisation des connaissances dans un domaine donné (Wikipedia)



6) Différentes approches théoriques

Privilégier les aspects formels : les ontologies

Une application dans le projet Intergeo, décrire les compétences d'une façon générique pour mettre en relation curricula et exercices (<http://i2geo.net/files/D2.5-Curricula-Categorisation.pdf>)

- in the class “Construct”: “Construct net of solids”, “Construct quadrilateral”, “Construct triangle”, “Construct the transformed figure”, “Construct with ruler and compasses”;
- in the class “Use”: “Use for calculating magnitudes” “Use in algebra”, “Use in geometry”, “Use in numerical calculations”; the subclass “Use in geometry” comprises two subclasses “Use definitions” (a repetitive demand of the French curriculum of Collège), “Use figure properties”
- in the class “Calculate”: “Calculate approximate values”, “Calculate magnitudes”, “Calculate results of numerical operations”; the subclass “Calculate magnitudes” is subdivided itself into subclasses “Calculate angles”, “Calculate lengths”, “Calculate areas”, “Calculate volumes”

6) Questions

Une question qui n'a pas été traitée, et source d'études nombreuses, la conceptualisation comme fait social global

Un point de vue anthropologique, historique, sociologique, un point de vue, là aussi, de développement, mais collectif :

- Marcel Mauss et les *faits sociaux globaux*
 - Ludwig Fleck et les *collectifs de pensée*
 - Pierre Bourdieu et la notion *d'habitus*
 - Etienne Wenger et la notion de *communauté de pratique*
- ... Le travail collaboratif, les interactions épistémiques, les schèmes sociaux (ou la valence sociale des schèmes...)

6) Questions

Le développement des idées comme résultat d'une *discussion agitée* (Fleck 1934)

« Il est difficile, voire impossible, de décrire de manière juste l'histoire d'un domaine du savoir. Elle est composée de nombreuses lignes de développement de pensée qui se croisent les unes les autres et qui s'influencent mutuellement.

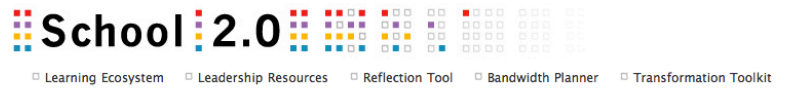
C'est comme si nous voulions retranscrire fidèlement par écrit le cours naturel d'une discussion agitée, dans laquelle plusieurs personnes parleraient en même temps les unes avec les autres, chacune d'entre elles cherchant à se faire entendre, et dont il résulterait cependant une pensée commune.

Nous serions en permanence obligés d'interrompre la continuité temporelle des lignes de pensée décrites afin d'introduire d'autres lignes de développement, de faire une pause dans le développement afin d'expliquer les liens, de laisser de côté un grand nombre d'éléments afin de conserver la ligne directrice idéalisée ».

Références

- Bachelard, G. (1938), *La formation de l'esprit scientifique*, Librairie philosophique Vrin
- Billeter, J.-F. (2002), *Leçons sur Tchouang-Tseu*, Editions Allia
- Brousseau, G. (1998), *Théorie des situations didactiques*, La Pensée sauvage, Grenoble.
- Chevallard, Y. (1999), L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique, *Recherches en didactique des mathématiques* 19, 221-266.
- Duval, R. (1996), Quel cognitif retenir en didactique ? *Recherches en didactique des mathématiques* 16(3), 349-382.
- Eco, U. (1997/1999), *Kant et l'ornithorynque*, Edition Grasset.
- Fleck, L. (1934, 2005), *Genèse et développement d'un fait scientifique*, Les Belles Lettres, Paris.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2010), *Ressources vives, la documentation des professeurs en mathématiques*. PUR et INRP.
- Johsua, S., & Dupin, J.-J. (1993), *Introduction à la didactique des mathématiques et des sciences*, PUF
- Vergnaud, G. (2004), *Lev Vygotski, pédagogue et penseur de notre temps*, Hachette éducation.
- Vergnaud (1999). A quoi sert la didactique? *Sciences humaines* 24, http://www.scienceshumaines.com/a-quoi-sert-la-didactique-_fr_11865.html
- Vygotski, L.S. (1985), *Pensée et langage*, Editions sociales, Paris.

Conceptualisation/ instrumentation



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!

Luc Trouche
 EducTice-S2HEP
 Ecole Normale Supérieure de Lyon
 luc.trouche@ens-lyon.fr

Master HPDS, octobre 2011

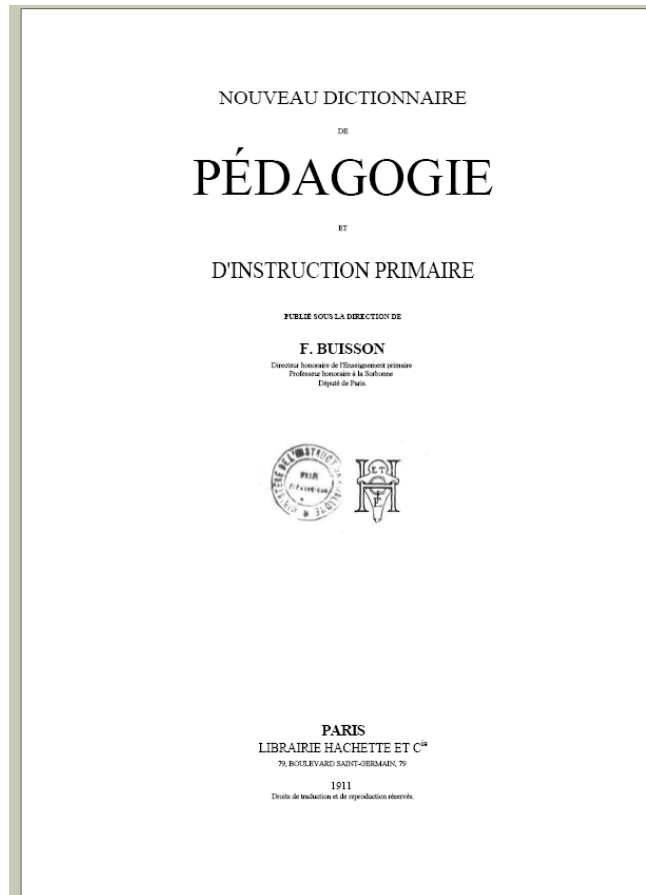
Sommaire

0. Prologue : retour sur le dictionnaire pédagogique...
1. Outils et outils numériques, continuité et ruptures
2. Renouvellement du questionnement des représentations et des situations
3. L'approche instrumentale (*instrumentation, instrumentalisation*)

Références bibliographiques

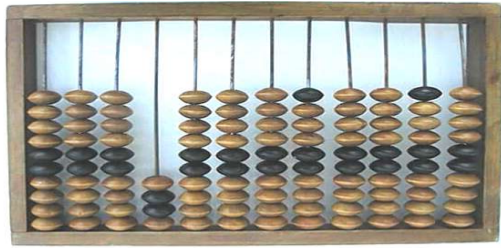
Prologue: réflexion sur le dictionnaire pédagogique (1911)

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



Prologue: réflexion sur le dictionnaire pédagogique (1911)

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 ».

1) Outils et outils numériques

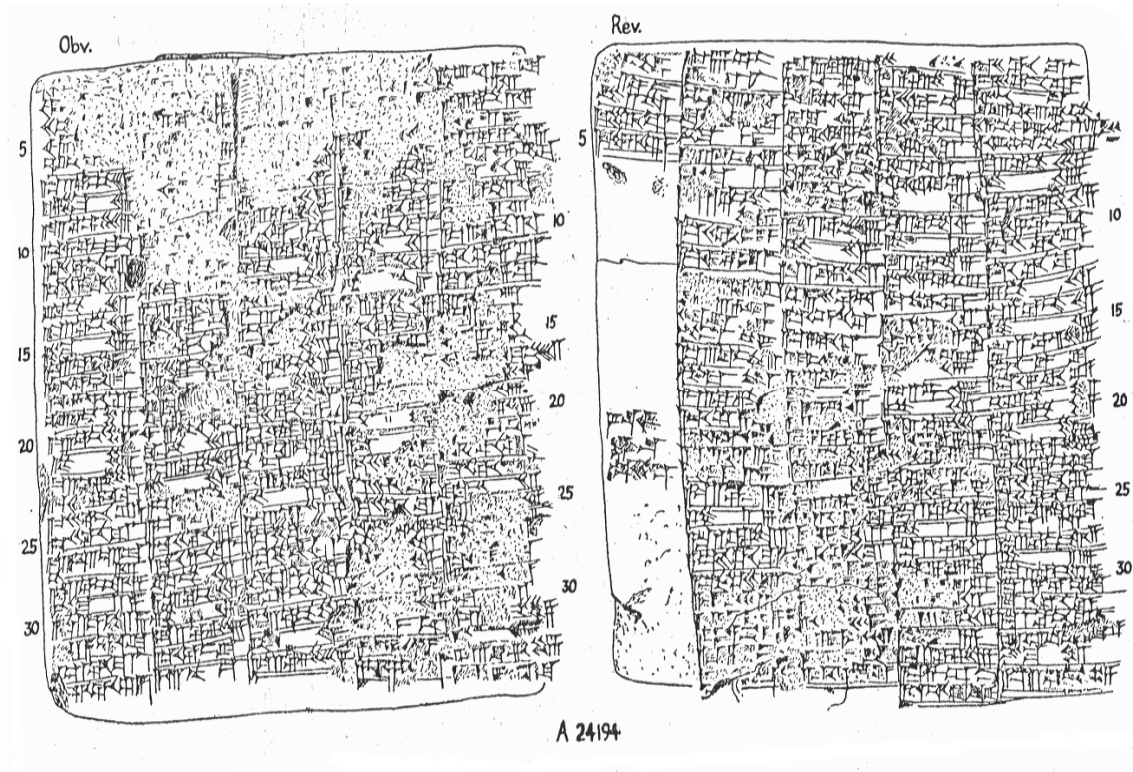
Ce qui n'est pas nouveau

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).

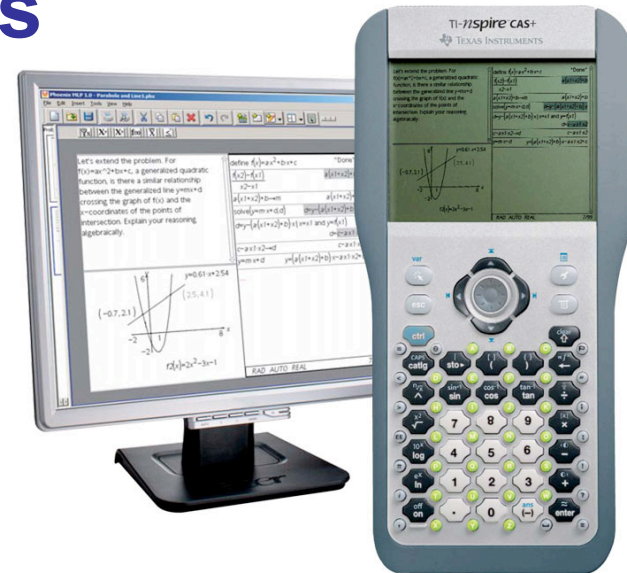
1) Outils et outils numériques

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

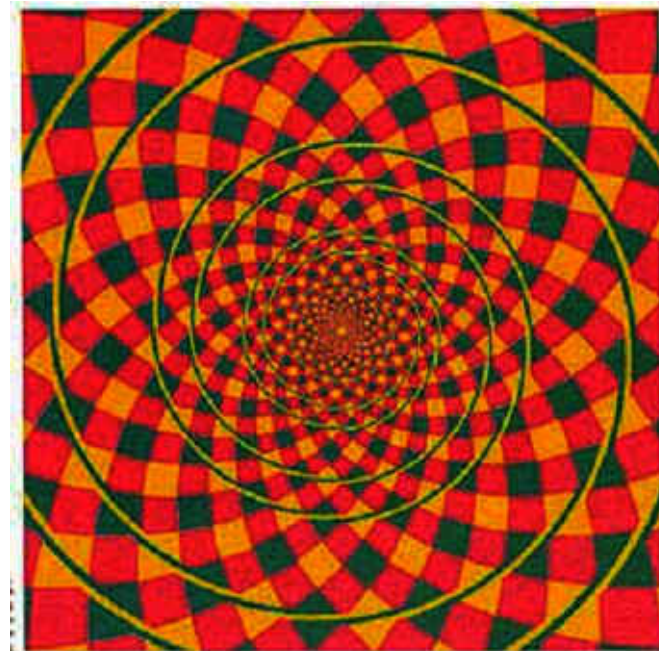
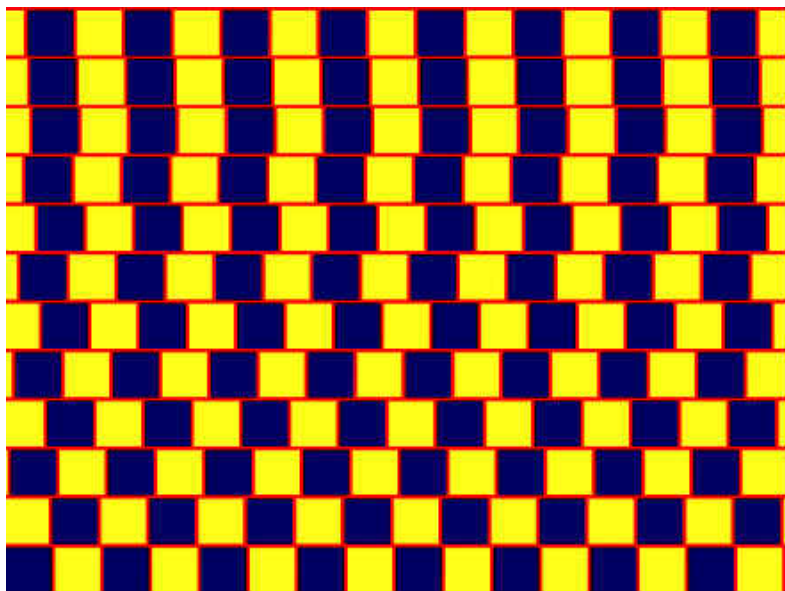
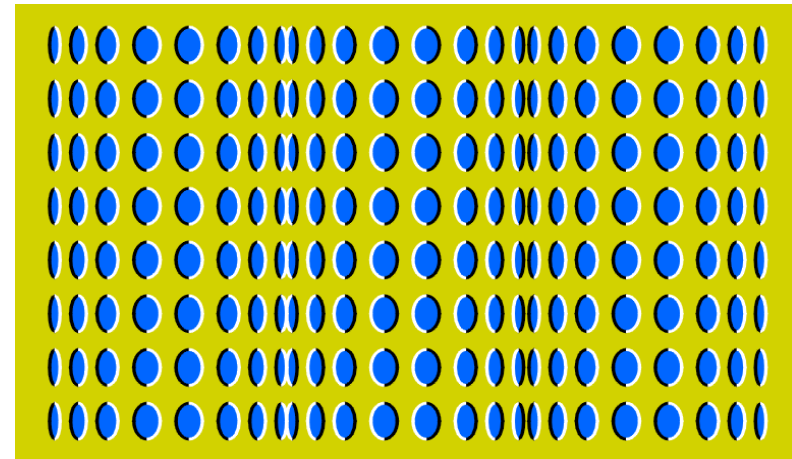
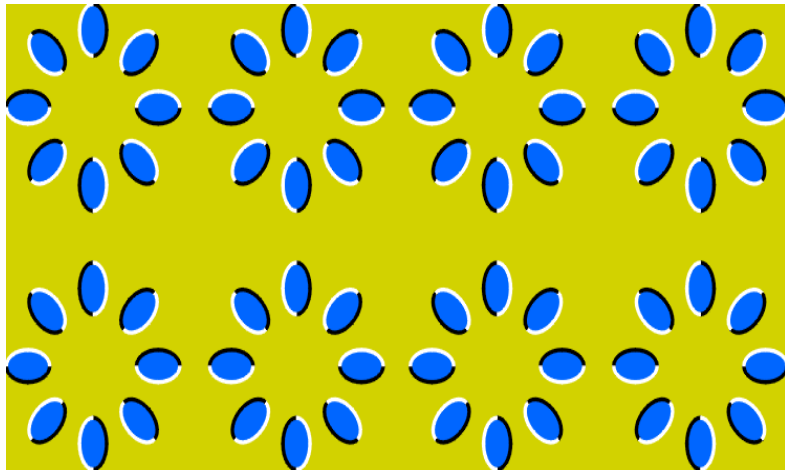
Web [+ Afficher les options...](#)

Résultats 1 à 10 sur un total d'environ 2



10 kilomètres = 6,21371192 milles

2) Renouveaulement du questionnement sur les représentations et les situations



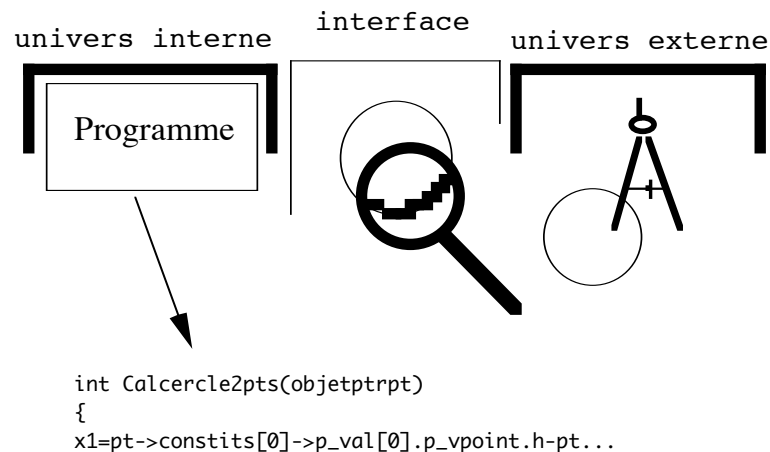
2) Renouvellement du questionnement sur les représentations et les situations

La transposition informatique

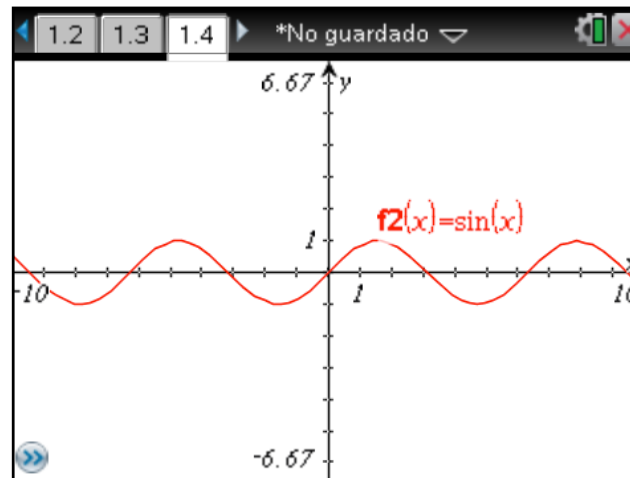
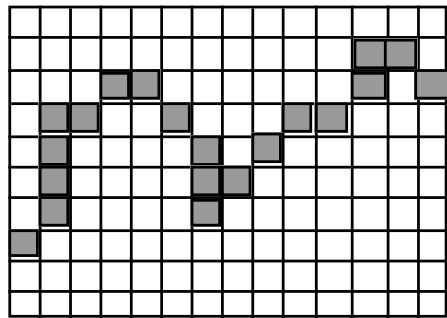
Son analyse suppose un travail préalable sur la connaissance (les objets, concepts, propriétés), puis sur sa transformation par l'artefact informatique

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; les graphiques...



2) Renouvellement du questionnement sur les représentations et les situations



Configuraciones de ventana

XMín:

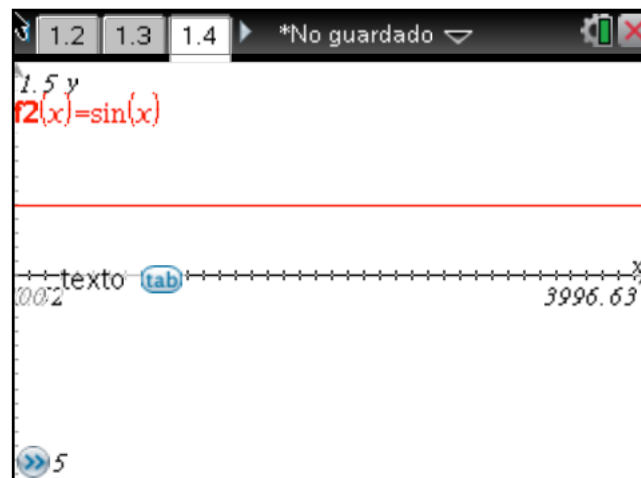
XMáx:

XEscala:

YMín:

YMáx:

YEscala:



Configuraciones de ventana

XMín:

XMáx:

XEscala:

YMín:

YMáx:

YEscala:

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

Francis Bacon, 1561-1626

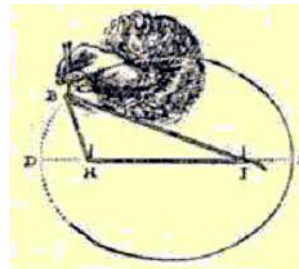
Nec manus, nisi intellectus, sibi permissus, multum valent: instrumentis et auxiliis res perfectur

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.



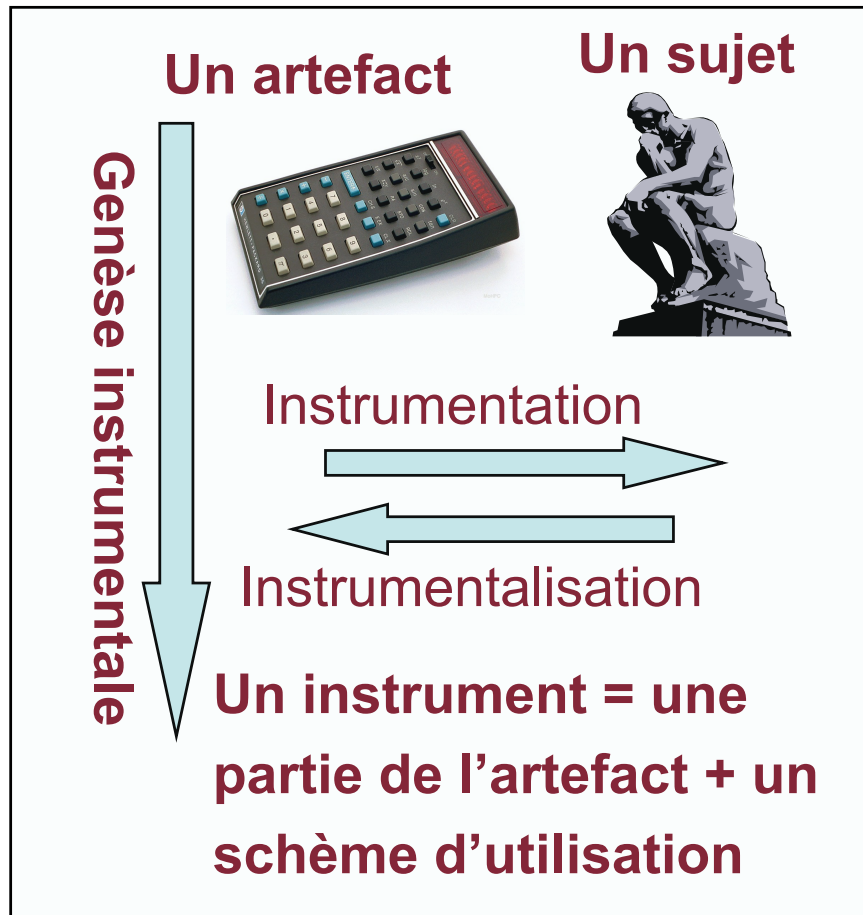
Vygotski, 1896-1934

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

Engeström, théorie de l'activité

Vergnaud, la notion de schème...

3) 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*

Schémes d'utilisation = schémes d'usage et schémes d'action instrumentée

3) Une approche instrumentale de l'activité

Qu'est-ce qu'un artefact ?



langage



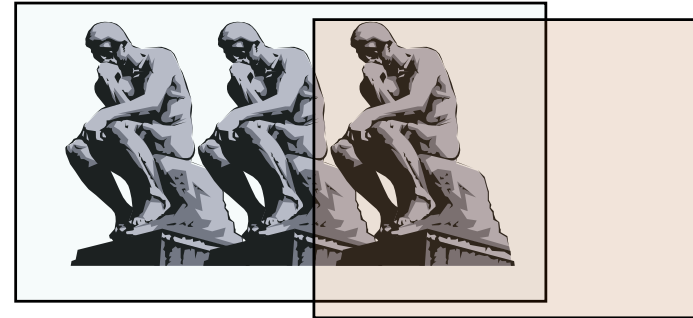
Vygotski, artefact...

- *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 ?



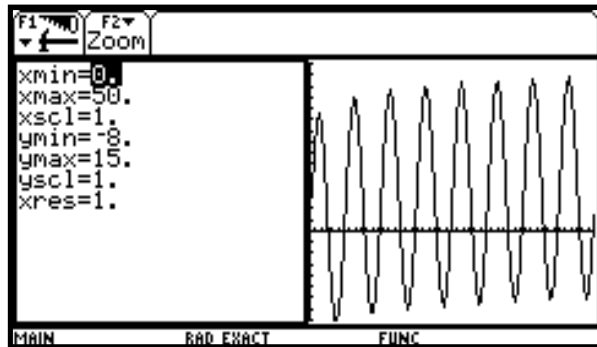
Schémas individuels, part sociale : collectifs, institutions, culture, histoire...

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

3) 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

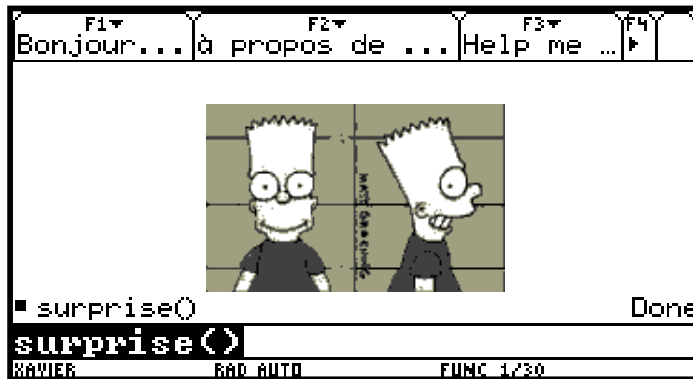
L’instrumentation est un processus par lequel les contraintes et potentialités de l’artefact conforment l’activité du sujet. Il se développe à travers l’émergence et l’évolution de schèmes pour la réalisation de tâches

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

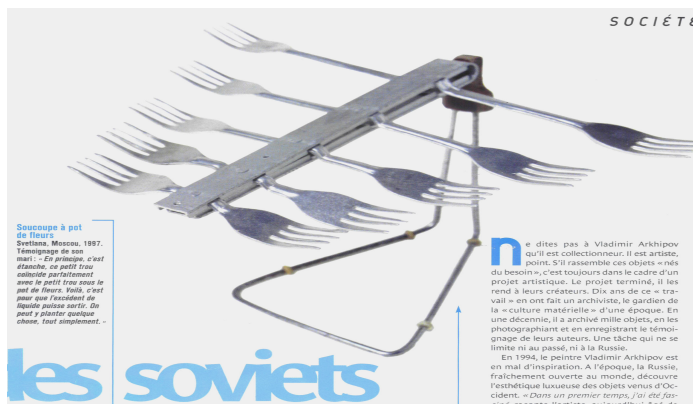


Un processus de personnalisation et de transformation de l'artefact
Externalisation, vs. internalisation. "Vygotski (...) n'a pas seulement étudié les instruments comme médiateurs de la cognition, mais a aussi regardé comment les enfants *créent* des artefacts par eux-mêmes pour faciliter leurs performances"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

Ni une diversion, ni un braconnage...

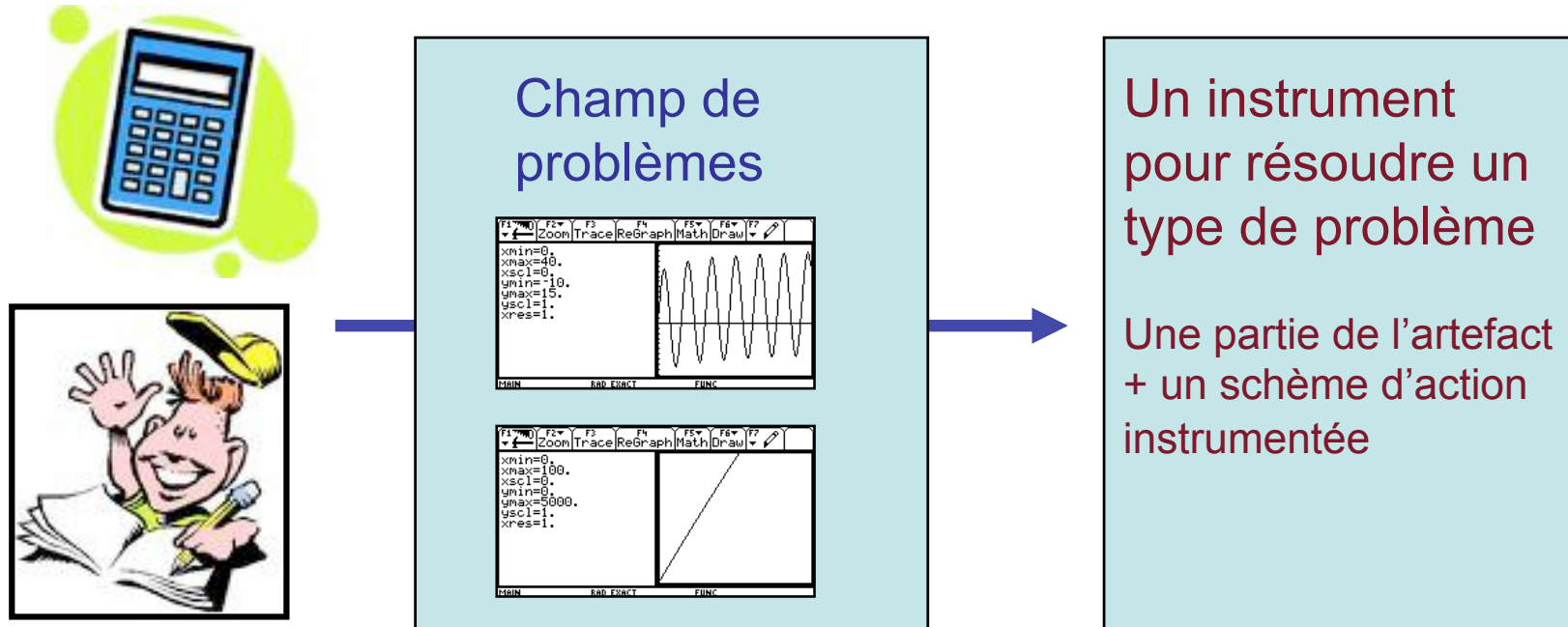
Mais une contribution essentielle au développement des artefacts

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*

Bibliographie

Balacheff, N. (1994). Didactique et intelligence artificielle, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(1/2), 9-42

Chevallard, Y. (1992). Intégration et viabilité des objets informatiques, in B. Cornu (dir.), *L'ordinateur pour enseigner les mathématiques*, PUF, 182-203

Pédaque, R. T. (2006). *Le document à la lumière du numérique*. Caen : C & F éditions

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.

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/>