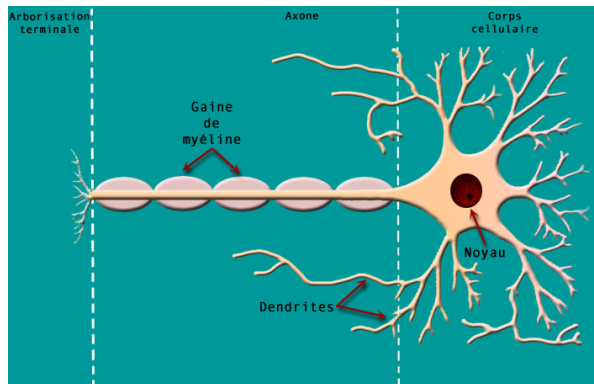




# Concepts, conceptions, champs conceptuels, conceptualisation



[Luc.Trouche@inrp.fr](mailto:Luc.Trouche@inrp.fr)  
EducTice (INRP) et  
LEPS (Lyon 1)

Master HPDS, novembre 2009

# Prologue 1 : concept de cours



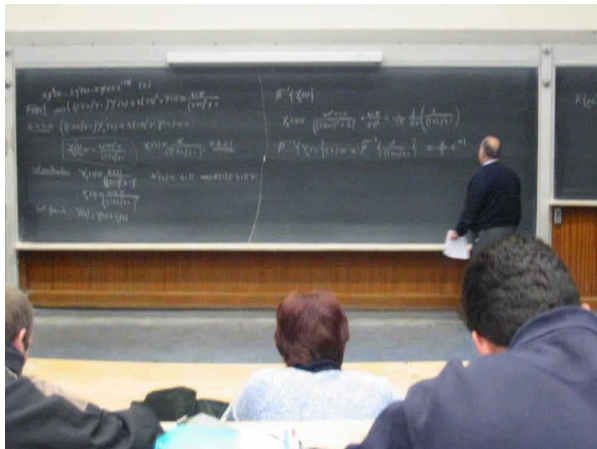
Apports du professeur

Travail coopératif/collaboratif des étudiants

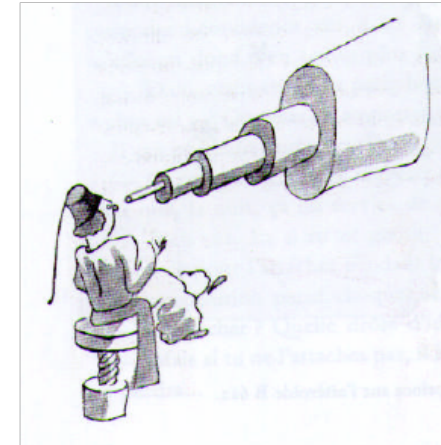
Action conjointe professeur/étudiants

Retour réflexif sur le travail réalisé (à chaud et à froid)

Co-construction d'un document de référence



## Prologue 2 : rôles et acteurs



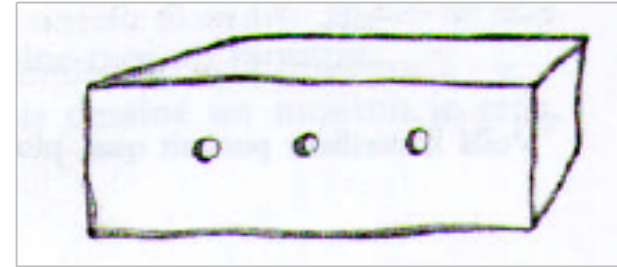
### Rôles de **réacteurs de cours**

Description : prendre un certain recul pendant la journée, être attentif aux échanges, aux moments critiques, faire une synthèse en fin de cours (5 mn) à *chaud* (intérêt du cours, problèmes, éléments théoriques à approfondir, éléments d'organisation à modifier) ou un compte-rendu (une diapo) à *froid* (ce que l'on retient du cours) dans la semaine qui suit.

### Rôles dans l'atelier : **animateur, secrétaire, rapporteur**

Description : *l'animateur* lance la discussion, veille au timing, veille à la circulation de la parole, intervient si la discussion s'enlise ou s'éloigne du sujet ; le *secrétaire* prend des notes et les met en forme, le *rapporteur* intervient au moment de la synthèse (5mn) à chaud et fait un compte-rendu (une diapo) dans la semaine qui suit.

## Prologue 4 : les cours antérieurs



*Cours 1 : Introduction au module - Concepts et obstacles Catherine Bruguières*

*Cours 2 : Système didactique ; Transposition didactique ; Théorie des situations didactiques*

*Cours 3 : Théorie des situations didactiques (suite) Alain Bronner*

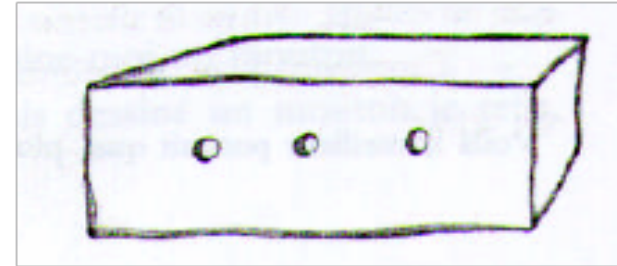
*Cours 4 : Phénomènes langagiers Catherine Bruguière*

*Cours 5 : Ingénierie Didactique Viviane Durand-Guerrier*

*Cours 6 : La théorie des champs conceptuels, présentation et prolongements*

*Cours 7 : Quels cadres théoriques pour penser l'intégration scolaire des TIC ? Luc Trouche*

# Prologue 5 : synopsis du cours



Prologues

Atelier

- 1) Conceptualisation de développement
- 2) Les représentations sémiotiques
- 3) Le couple schème/situations
- 4) Différentes approches théoriques
- 5) Questions

# Prologue 6 : 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... »
- Google image (différents moments depuis un an)





# Prologue 7 : connaître les choses

## Kant, les arbres, les pierres et les chevaux

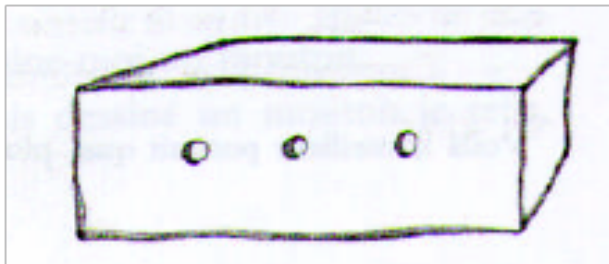
Pour former des *concepts* à partir de *représentations*, il faut donc comparer, réfléchir et abstraire, car ces trois opérations logiques de l'entendement sont les conditions essentielles et universelles de tout concept en général. Par exemple, je vois un pin, un saule et un tilleul [...] si je réfléchis 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*...

## St Exupéry, l'aviateur et le mouton

Voici mon secret. Il est très simple : on ne voit bien qu'avec le cœur. *L'essentiel est invisible pour les yeux*. L'essentiel est invisible pour les yeux, répéta le petit prince, afin de se souvenir



# Atelier



## Préparation :

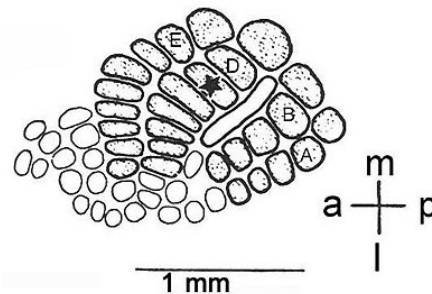
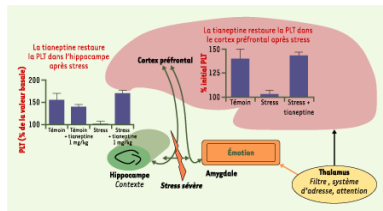
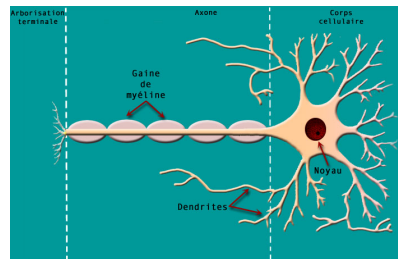
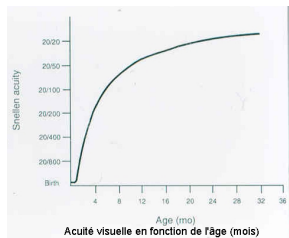
- choisissez un concept scientifique de votre champ disciplinaire
- proposez-en une définition ;
- précisez ce que veut dire, pour vous, "s'approprier ce concept" ;
- suggestion : réaliser ces travaux par groupe (2, 3, 4 personnes) disciplinaire (math, SPC, SVT).

## Atelier :

- mettre au point une courte présentation orale (5 mn) ;
- préparer la structure d'un document de présentation écrite (1 diapo).



# Une première réponse individuelle



La **plasticité cérébrale** est la propriété du cerveau de modifier son organisation structurale et fonctionnelle, en réponse aux stimuli reçus et aux expériences réalisées par l'individu.

Elle repose sur l'évolution dynamique des réseaux de neurones par l'intermédiaire du remodelage des connexions synaptiques, c'est-à-dire des zones de contact et de communication entre les neurones.

Cette reconstruction constante fait de chacun un « être cérébralement unique » et en permanente évolution. Elle peut être mise en évidence par l'observation de l'évolution du cortex sensoriel au cours du temps, ou après un événement particulier.

# Une deuxième réponse individuelle

## Le concept de matière

On peut penser qu'historiquement *le concept de matière répond à la question* de savoir de quoi le monde est fait, à la question de la substance des « choses » de notre monde. La définition du concept de matière passe par la caractérisation de la matière et des matières par des **propriétés**.

Dans une approche « **technologique** », la concept de matière renvoie à la différence entre **matière**, **matériau** — mise en forme particulière de la matière — et **objet**. La matière, c'est alors ce qui est commun à tous les matériaux qui en dérivent, à tous les objets qui intègrent des matériaux qui en dérivent. Les propriétés des objets relèvent alors à la fois des propriétés des matières, des conséquences de leur mise en forme particulière dans des matériaux et des conséquences de la juxtaposition dans l'objet de plusieurs matériaux. Il peut être alors hasardeux de lier simplement les propriétés de l'objet aux propriétés de la matière.

Dans une approche « **physique macroscopique** », une matière se présente sous différentes **formes**, sous différents **états**. Une matière est alors ce qui est commun à ces différentes formes (« *Permanence de la substance dans les changements d'états* »). Des **mesures physiques** permettent d'établir une carte d'identité de la matière, à la fois par la caractérisation des différentes formes sous lesquelles elle se présente mais aussi par la caractérisation des **changements** entre différents formes et états.

Dans une approche « **chimique** », une nouvelle compréhension des **transformations** chimiques à partir de la fin du XVIIIe siècle a permis d'apporter une nouvelle définition de la matière en cela qu'elle a renouvelé le concept d'**élément** et a amené progressivement à la classification périodique qui institue les « briques » élémentaires du monde classées selon leur « réactivité ».

Enfin, dans une approche « **physique microscopique** », le concept de matière rejoint celui d'**énergie** et la recherche des formes ultimes de la matière aboutit en quelque sorte à une « dématérialisation de la matière » dans les modèles de la physique quantique (dualité onde-corpuscule, mathématisation, interprétations réalistes ou non...)

[frederic.kapala@gmail.com](mailto:frederic.kapala@gmail.com)

# Une troisième réponse individuelle

## **Le concept de médiatrice**

Obstacles à dépasser : construire un axe de symétrie sans plier, tracer une perpendiculaire sans équerre, régionaliser le plan, déterminer un milieu sans mesurer. Tracer un cercle circonscrit.

Savoirs-faire, Techniques : tracé de médiatrices à la règle graduée et à l'équerre, tracé au compas, tracé au compas et à l'équerre.

Images mentales : celles liés à la symétrie axiale ( en particulier au pliage mental), mais aussi à l'équidistance, au partage du plan.

Langage et syntaxe : ne pas confondre les mots : médiatrices, milieu, centre. Pas d'abréviation pour le mot mais il est toujours suivi de crochet. Segment ; médiatrice d'un segment

Définition, propriétés : axe de symétrie d'un segment, perpendiculaire au milieu d'un segment, lieu des points équidistants des extrémités....

Des problèmes qui peuvent être traités en utilisant ce concept :

- de reconnaissance, construction ou de reproduction, de localisation ;
- d'application simple, de réinvestissement (carte au trésor, partage d'un segment en huit....).

Idées d'activités : tracer sans plier l'axe de symétrie d'un segment, chercher les points équidistants des extrémités (la pétanque deux joueurs sont à égalité, l'emplacement des boules est donné retrouver celui du cochonnet). On donne deux points A et B et une ligne courbe bien sinueuse, retrouver les points de la ligne qui sont équidistants de A et B..

[Mathias.Front@laposte.net](mailto:Mathias.Front@laposte.net)

# Une réponse de l'atelier 1

## Définition du concept de concept scientifique

### **Quelques éléments récurrents dans un concept scientifique :**

- nécessité de définitions, d'un cadre, de limites de validité.
- caractère abstrait du concept, qui n'est pas la réalité, mais seulement une représentation de celle-ci.
- caractère évolutif du concept.

### **Tentative de définition :**

Un concept scientifique serait une tentative de représenter une partie du réel dans un cadre théorique donné, à l'aide de paramètres fixés par la discipline concernée, qui évoluerait donc avec cette discipline.

[clement.berthier@ens-lyon.fr](mailto:clement.berthier@ens-lyon.fr)

# Une réponse de l'atelier 2

## 1. Présentation de l'atelier

Le travail de cet atelier se rapporte à trois questions, choisir un concept lié à la discipline de la chimie, expliciter une définition de ce concept, mettre cette définition sur une feuille. Tout d'abord, nous pensons que, l'atelier était comme introduction pour le cours. Cet atelier permet, de plus, de donner quelques idées ou nos représentations spontanées sur le concept à travailler dans l'atelier donné.

## 2. Procédé du groupe

Les membres du groupe (5 personnes) se sont mis d'accord pour parler de deux concepts différents : le concept d'atome et le concept du réactif limitant. Nous détaillons le deuxième concept, car une de nos collègues dans le groupe a déjà préparé un travail sur le concept de l'atome. Nous avons précisé en avance notre démarche :

- définition du concept : « Le réactif limitant est un réactif responsable de l'arrêt d'une réaction chimique » ;
- expliciter le concept par une ou deux expériences différentes. Nous avons fait le choix de deux différentes expériences pour une meilleure compréhension du concept du réactif limitant.

### a. La première expérience : réaction acide-calcaire

L'expérience était de faire réagir (ajouter) une certaine acide sur une craie (craie complète). Chaque fois, qu'on verse un peu de l'acide sur la craie, un gaz se dégage ( $\text{CO}_2$ ). Quand on arrête l'ajout de l'acide, rien n'est observable ! Plus on ajoute (on verse d'acide), on remarque un dégagement. Alors le produit qui est responsable de ce dégagement est l'acide ajouté par quantité sur une craie complète. Le réactif qui est responsable de l'arrêt de la réaction, dans ce cas, est l'acide qui joue ici, le rôle du réactif limitant.

### b. La deuxième expérience : la combustion du gaz « butane »

La réaction de combustion nécessite de l'oxygène et du gaz. La réaction s'arrête dans 2 cas : quand le flacon est terminé ; quand la personne tourne le gaz de façon à arrêter le débit.

Alors, dans les 2 cas, c'est le gaz qui joue le rôle du réactif limitant car c'est lui qui est responsable de l'arrêt de la réaction. Nous avons essayé de dégager des caractères ou des liens avec les termes déjà annoncé au début de la séance du cours et ce que nous avons proposé dans le but de dégager certains caractères du concept.

## 3. Résultats et conclusion

Le concept ne fonctionne pas seul, il fait appelle à autre concept (une fois le concept réactif et réaction chimique... ne sont pas connu alors ces exemples sont difficiles à conceptualiser) :

- le concept ne prend pas une forme finale bloquée, à partir d'une seule situation. Autant que les situations sont nombreuses et variables, autant que la possibilité de conceptualiser ce concept est grande. Le concept s'enrichit avec les diverses et nombreuses situations ;
- le concept n'est pas unique et commun entre les personnes. Chacun constitue son concept à partir de l'ensemble de situations confronté au cours de sa vie.

Après le cours, nous avons remarqué que chacun d'entre nous a un/des conception(s) différente(s) sur le terme « concept ». Ces différentes conceptions sont dues à la procédure différente utilisée pour travailler l'atelier entre les membres d'un groupe, à la connaissance préalable sur ce sujet, à la façon différent entre les personnes de suivre le cours. Comme l'annonce Bachelard : « L'esprit n'est jamais vierge, ..., il a toujours l'âge de ses préjugés ».

Suzane Elhaje [suzan\\_hj@hotmail.com](mailto:suzan_hj@hotmail.com)

# Une réponse de l'atelier 3

La définition d'un concept lui-même est difficile, d'où les représentations mentales abstraites pour expliquer les différents concepts.

## Temps

Le problème, ici, est de mettre une définition au terme.

Dans la physique, d'un point de vue historique, le temps devient mesurable (Aristote).

Newton en fait une représentation linéaire. Selon lui, le temps est inaltérable, absolu, universel.

Einstein énonce la relativité, avec un temps relatif au référentiel de l'observateur.

Le temps est comme une notion connue de tous, mais différente pour tous. C'est une dimension qui varie selon l'observateur.

Le fait de pouvoir mesurer le temps, rend celui-ci quantifiable, donc plus facilement perceptible.

## Vecteur

C'est un concept que l'on peut représenter, qui est bien défini. Son explication est plus simple car elle est mathématisable.

La notion de vecteur peut être définie en deux dimensions (le plan) ou trois (l'espace euclidien usuel). Le vecteur est défini par trois critères : sens, direction, norme (définition pour la classe de 2<sup>nd</sup>).

Un vecteur est représenté par deux points.

Exemple, le champ magnétique est un vecteur.

## Champ (mathématique)

Concept bien défini. C'est une application mathématique qui associe une ou un ensemble de valeurs aux différents points d'un objet. Ces valeurs sont généralement multidimensionnelles (scalaires, vectorielles ou tensorielles).

La notion de champ est d'origine physique :

- champ de température : une température est homogène dans une salle, mais différente à chaque point de la salle.
- champ électrique : il associe à chaque point trois valeurs (vecteur-champ vectoriel).
- champ de forces : il permet de ne plus parler d'action à distance entre deux charges, il n'y a plus d'action directe. (Faraday/Maxwell).

Un concept a besoin de définitions, d'exemples, sinon, il serait difficile de l'expliquer. Les évolutions des représentations dans le temps sont à prendre en compte pour donner une définition.



# 1) Conceptualisation et développement

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

- une conférence de 2001 : *Forme opératoire et prédicative de la connaissance*
- une mise en perspective de l'œuvre de *Lev Vygotski, pédagogue et penseur de notre temps* dans un ouvrage de 2000
- un article de synthèse en 2005 : *Repères pour une théorie psychologique de la connaissance.*



+ une vidéo, comme puzzle de définitions et explicitations :

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

# 1) 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

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) 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 algébriques...

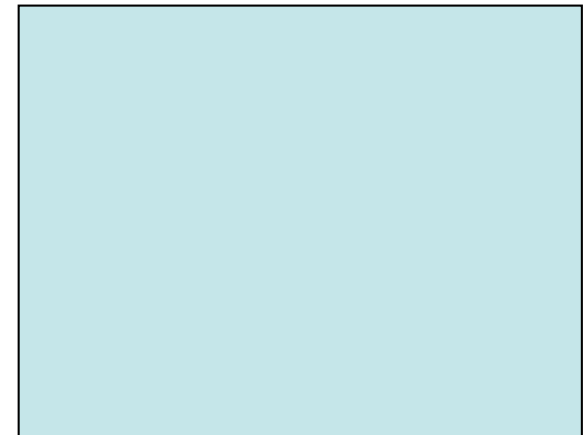
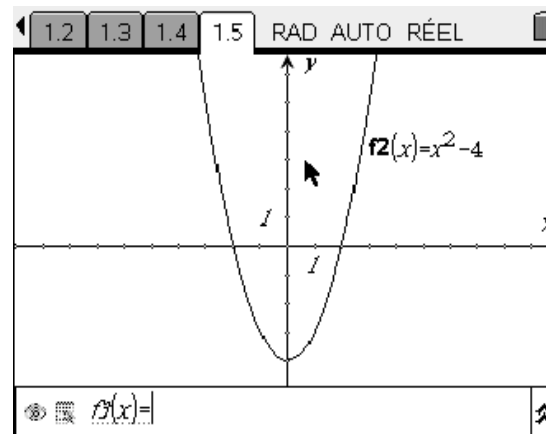
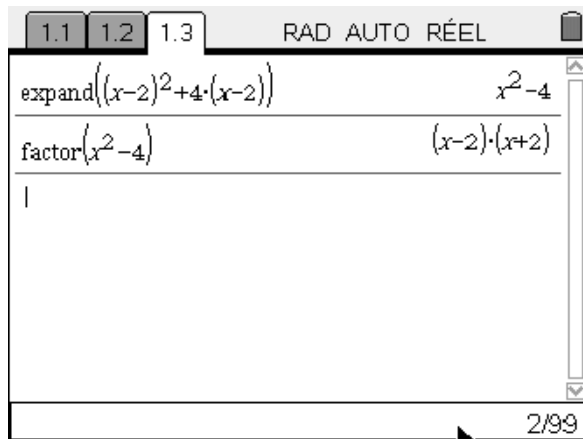
Deux types de travail sur les registres : *traitement* (à l'intérieur d'un même registre) et *conversion* (passage d'un registre à un autre)

Nécessité de la *différentiation* des registres et de leur *coordination* pour la conceptualisation (distinguer un objet de ses représentations)

Spécificité des mathématiques (pas d'accès direct aux objets, accès uniquement à travers des représentations), problème de la modélisation dans les autres sciences.

## 2) Les représentations sémiotiques

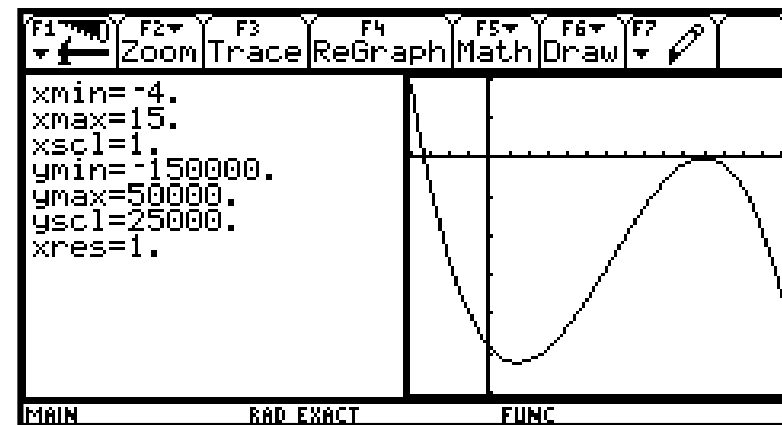
En math. : diversité nécessaire, travail *intra* et *inter* registres



Diversité nécessaire des *jeux* sur les représentations

Diversité nécessaire du *statut* des images

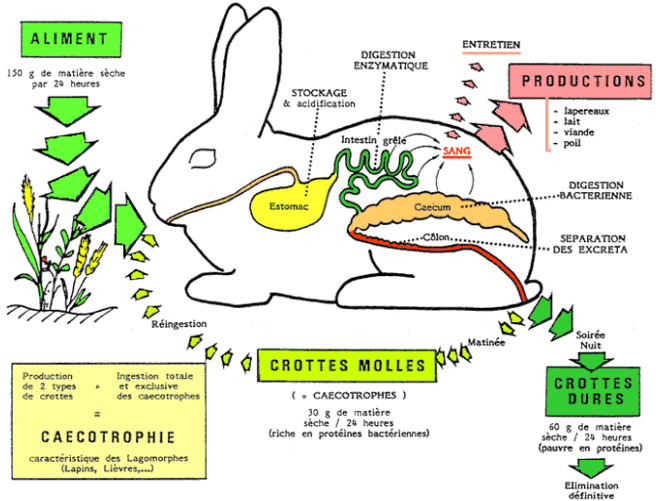
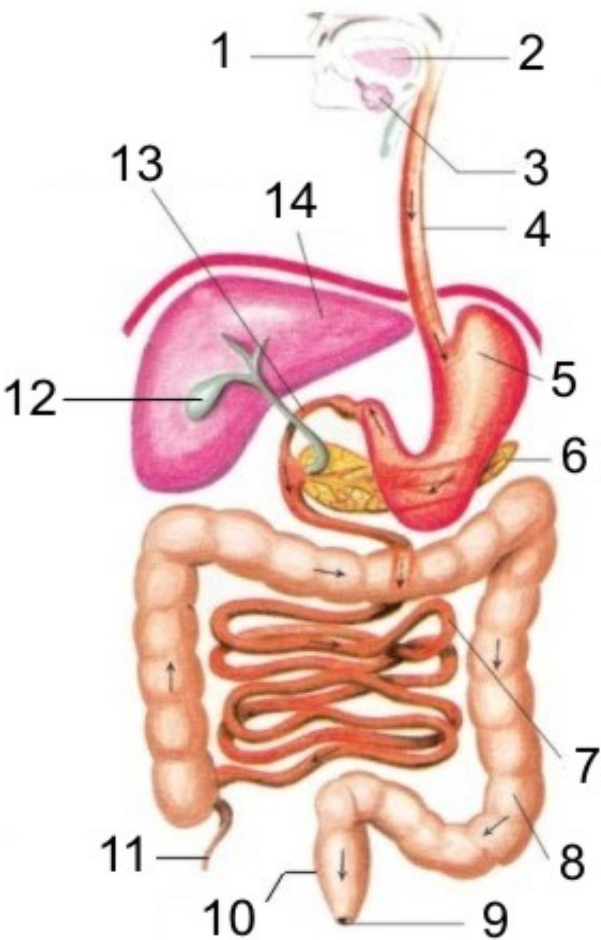
(illustration, conjecture, preuve, contre-exemple, induction en erreur)



$$P(x) = -121011 - 14290.1989x + 5601.73023x^2 - 300.56003x^3 + 0.03x^4$$

# 2) Les représentations sémiotiques

Biologie : représentations et obstacles épistémologiques  
(Bachelard 1938)



	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 ▲	

### 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 cette image 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 (voir vidéo 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 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

Les situations didactiques (Brousseau 1998)

Exemples de schèmes...

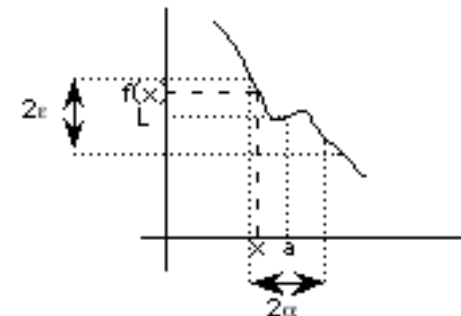


Schème de taille de la vigne (video)

Montée de la sève, équilibre des charges...

Schème de calcul de limite de fonctions

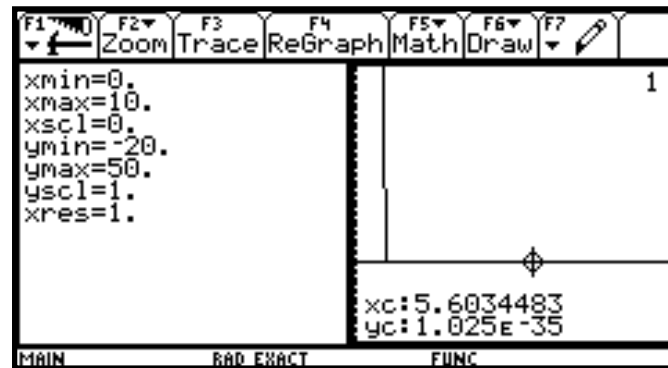
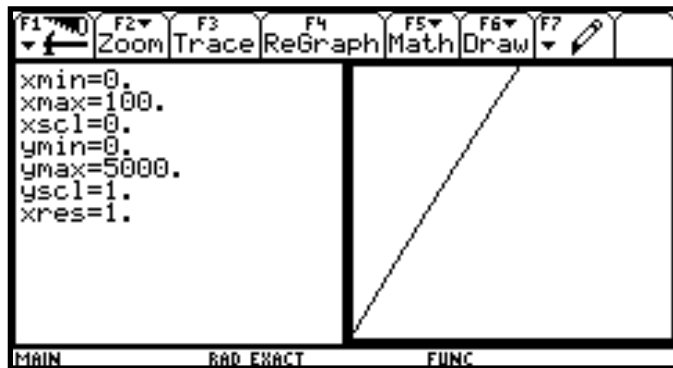
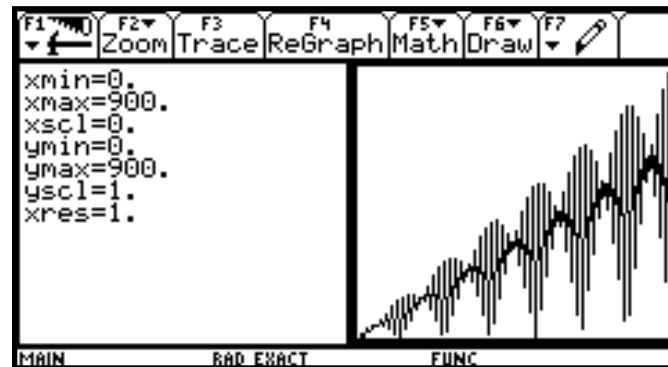
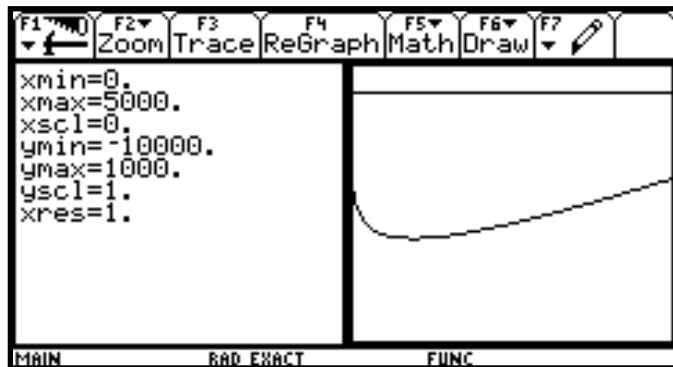
- but, anticipations ;
- règles de prise d'information et de contrôle ;
- des *invariants opératoires* ;
- des possibilités d'inférence.



### 3) Le couple schème/situations

Des conséquences méthodologiques

*Variété* des tâches, le *temps* du développement, *l'activité* plus que le résultat, les gestes et (plus que) les paroles.



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

### 3) Le couple schème/situations

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

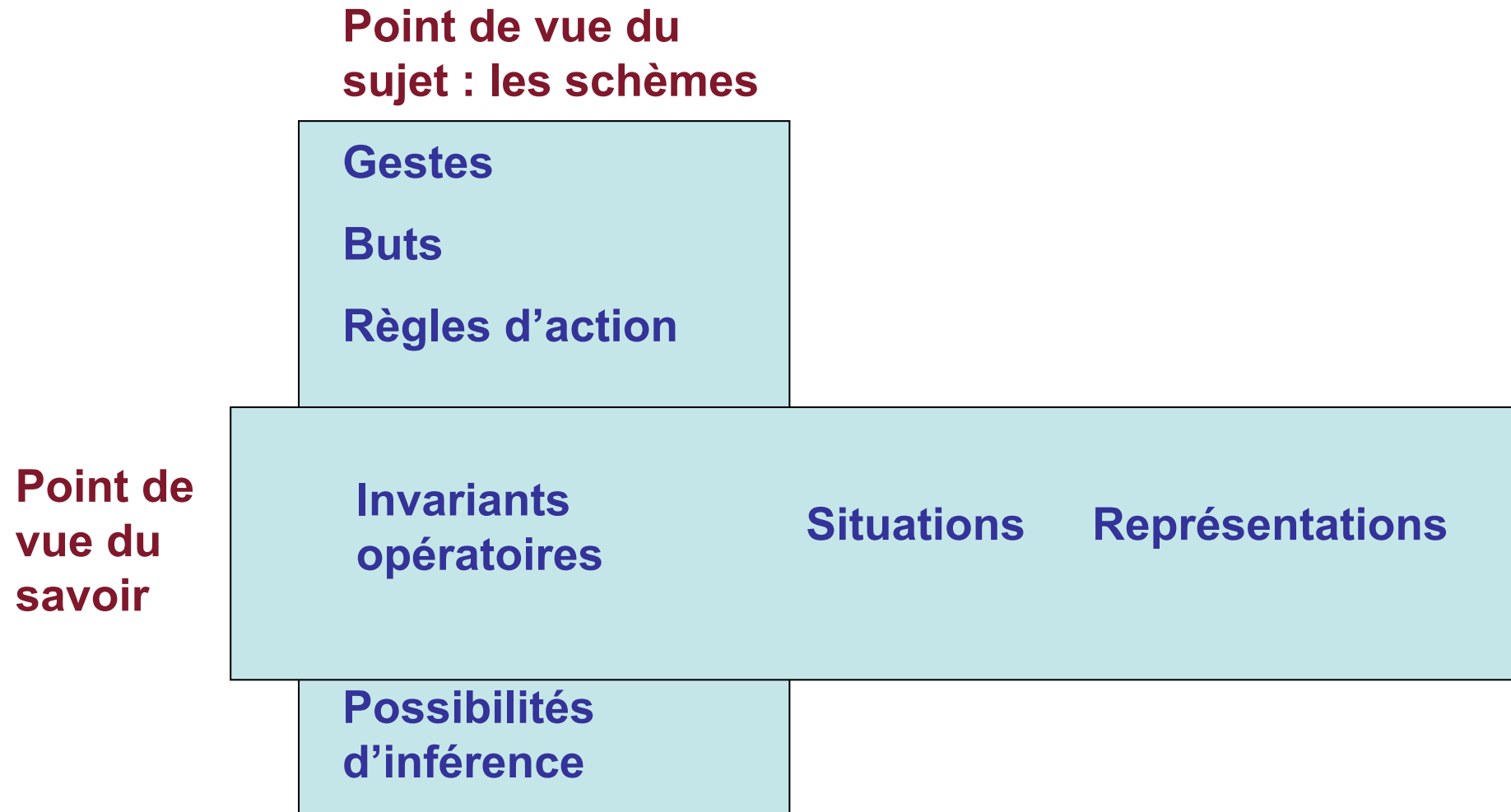
Un concept peut-être défini comme un triplet :

- 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).



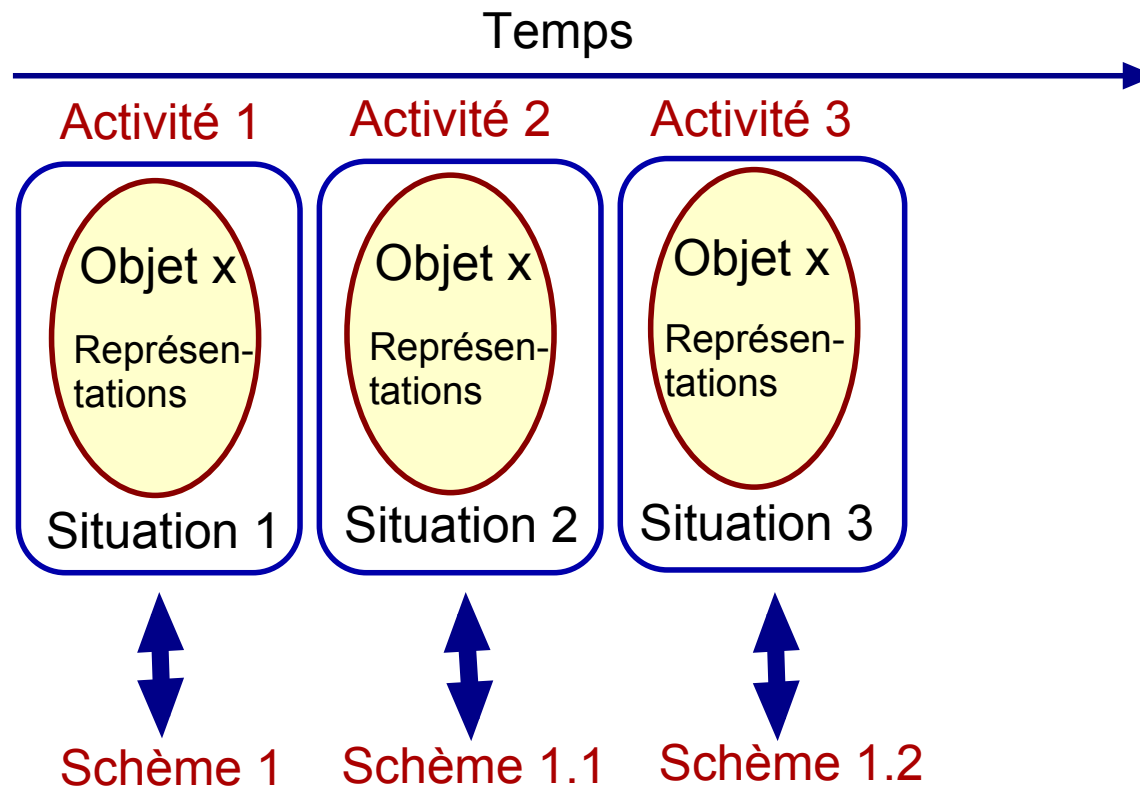
### 3) Le couple schème/situations

Schémes et concepts, quelle articulation ? (cours 2007)



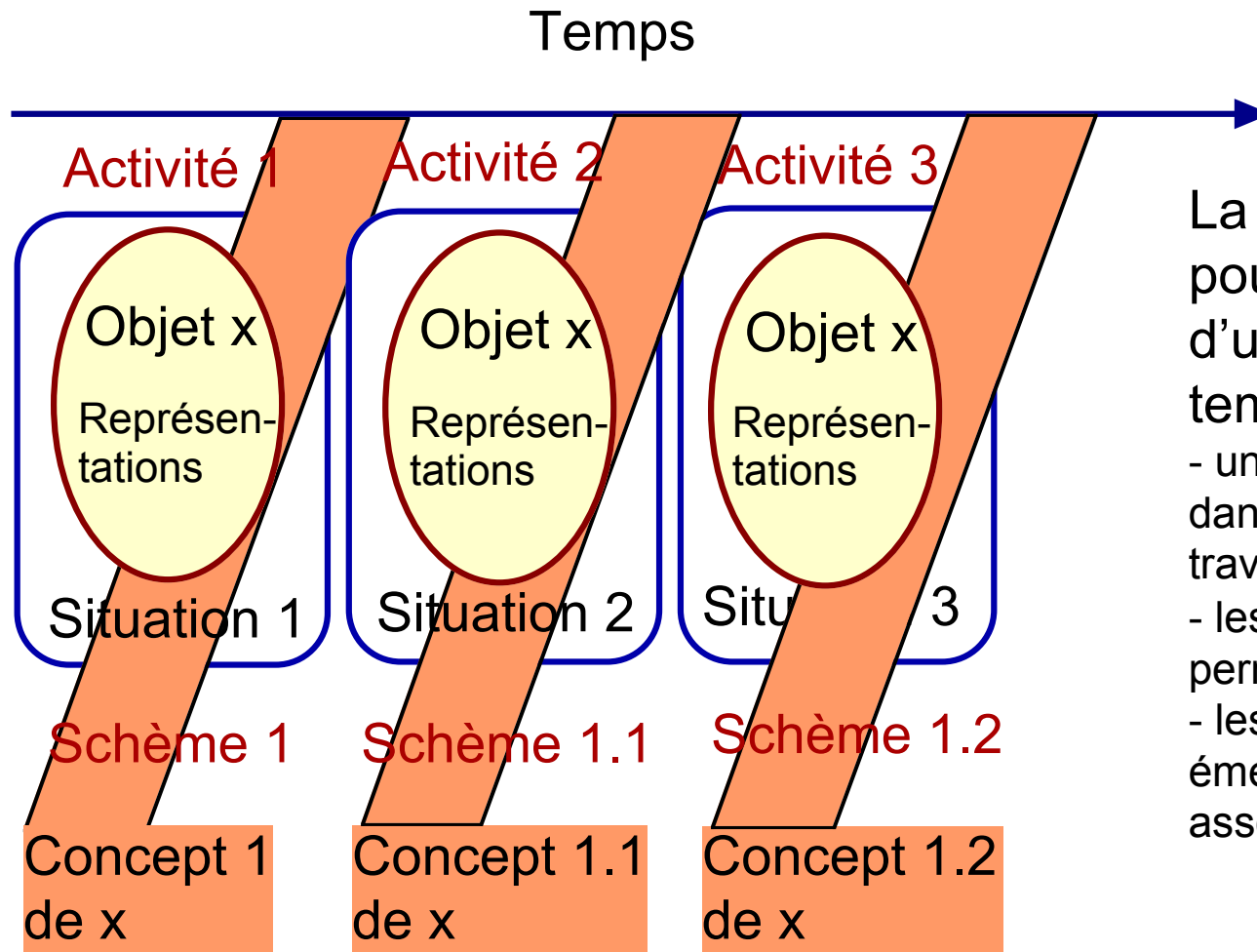
### 3) Le couple schème/situations

Schémes et concepts, quelle articulation ? (cours 2008)



### 3) Le couple schème/situations

Schémes et concepts, quelle articulation ? (cours 2008)



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.

### 3) Le couple schème/situations

Conception et concept, quelle articulation ?

« 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)

### 3) Le couple schème/situations

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 ;
- ...

## Reprise du cours par Françoise Morel, novembre 2008

Parmi les différentes définitions que j'ai trouvées sur la théorie des champs conceptuels de G. Vergnaud, j'en ai retenu une qui, compte tenu de mes schèmes de biologiste moléculaire, me paraît la plus facile à comprendre :

La théorie des champs étudie comment les élèves agissent au niveau mental lorsqu'ils sont placés dans des nouvelles situations d'apprentissage. Comment ils prennent conscience de leurs actions sur les objets et reconstruisent leurs **représentations** de leurs actions, c'est-à-dire comment ils **conceptualisent** le réel, en mobilisant des connaissances déjà présentes et des activités cognitives pour apprendre.

La théorie repose donc sur le principe d'action du sujet en situation d'apprendre, d'organisation de sa pensée et de sa conduite, une activité qui implique des **concepts** et des **schèmes**.

Les **concepts** sont des outils de représentation du réel qui permettent d'organiser la recherche des informations pertinentes en fonction du problème à résoudre ou du but à atteindre. Ils sont appelés **invariants opératoires**. Chacun construit des concepts qui sont liés à son domaine professionnel par exemple. C'est ce que Vergnaud appelle une **conceptualisation en acte**.

Le **schème** est une organisation invariante de conduites mises en oeuvre dans une situation donnée avec des règles et des anticipations. Chaque personne, placée dans une situation donnée, aura un fonctionnement cognitif différent. Ce fonctionnement repose sur un répertoire de schèmes acquis au cours de l'histoire personnelle.

Le **champ conceptuel** est l'ensemble des situations dont la mise en acte implique des combinaisons de schèmes et de concepts (articulation).

## 4) Différentes approches théoriques

### Vergnaud/Chevallard, deux formes de dialectique

#### **Vergnaud, champs conceptuels**

Dialectique situations/schèmes

- *situations, représentations...*
- *schèmes /invariants opératoires*
- *le temps...*

#### **Chevallard, les praxéologies**

Dialectique praxis/logos

- *types de tâches et 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...



## 4) 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)

# Théorie des champs conceptuels et facettes de connaissance

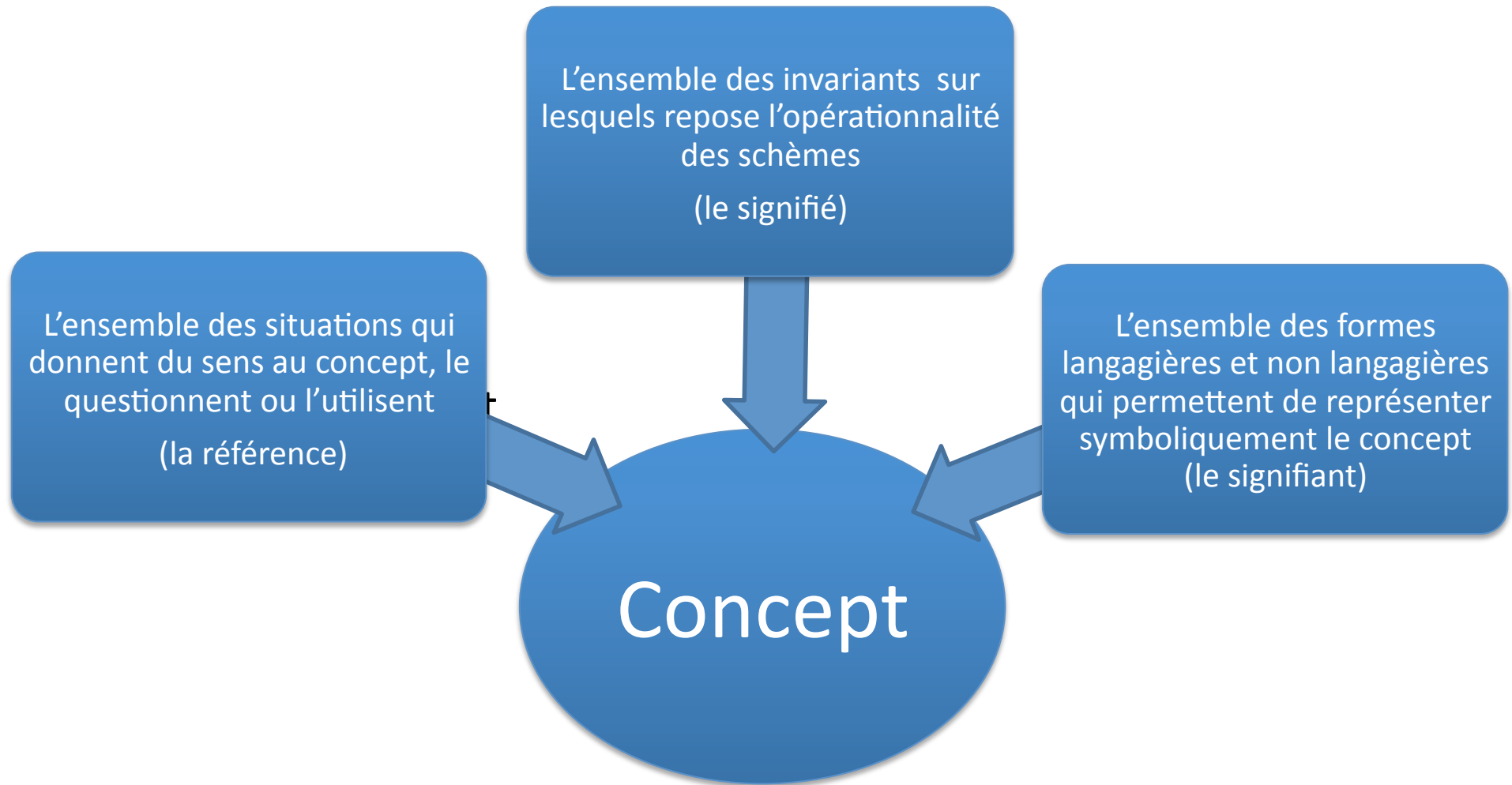
**Rim Hammoud**

Doctorante, didactique de la chimie (début de thèse septembre 2009)

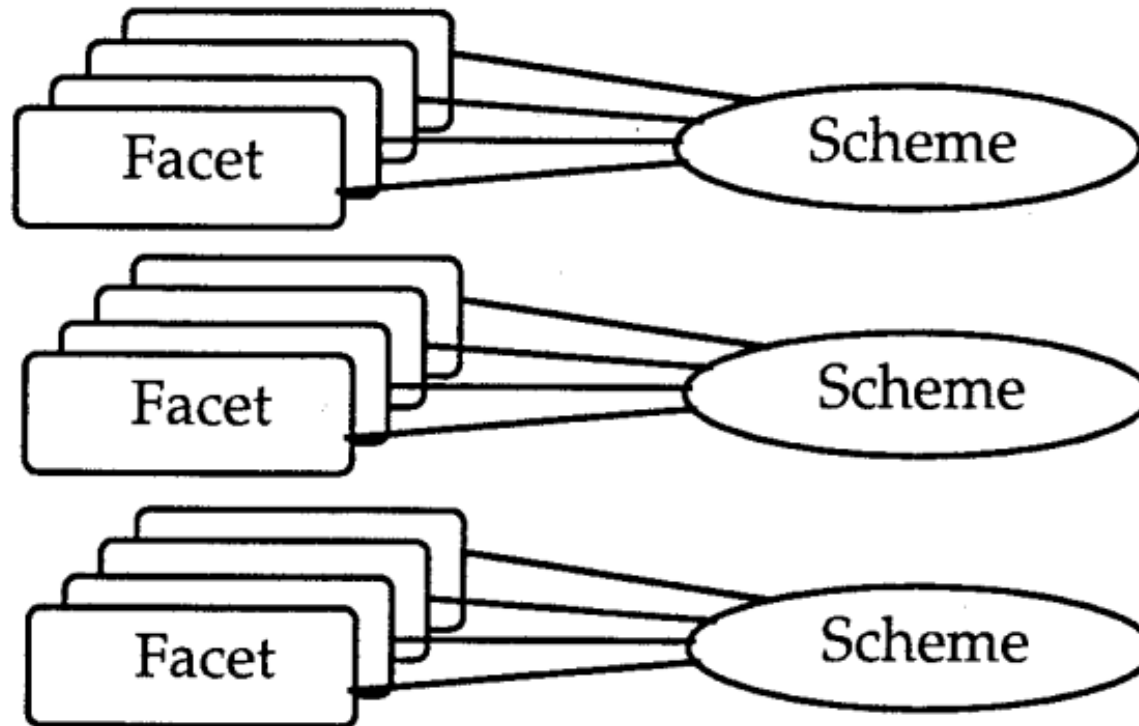
Directeur L. Trouche et J.-F. Le Maréchal

22 novembre 2009

# Le concept selon Vergnaud



# Facettes et schèmes de connaissance



La structure hiérarchique suggérée pour représenter la connaissance des élèves (Galili et Lavrik 1998)

## Facette de connaissance

- introduite par Minstrell (1992) et reprise par Galili et Lavrik (1998) et Galili et Hazan (2000)
- une unité de pensée, un élément de connaissance ou une stratégie utilisée par l'élève pour régler une situation particulière
- liée au sens de productions orales et verbales où la connaissance est impliquée, elle peut être correcte ou non.

## Schème de connaissance

- expose le modèle explicatif commun, partagé par un groupe de facettes, et déployé par un individu pour traiter des paramètres différents
- une idée commune qui sous-tend les facettes.

# Le concept de mole en chimie à travers l'approche de Vergnaud

## La mole

### Référence

- situations mettant en jeu le passage de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique
- situations évoquant la masse molaire atomique et la masse molaire moléculaire ainsi que la relation entre la quantité de matière et la masse molaire
- situations permettant de déterminer la quantité de matière dans le cas d'une espèce chimique solide, liquide ou gazeuse

### Signifié

- invariants opératoires tels que les définitions, les propriétés caractéristiques et les théorèmes qui concernent le concept de la mole

### Signifiant

- le langage mathématique, les symboles et les formules qui renvoient au concept de la mole et le relie à d'autres concepts

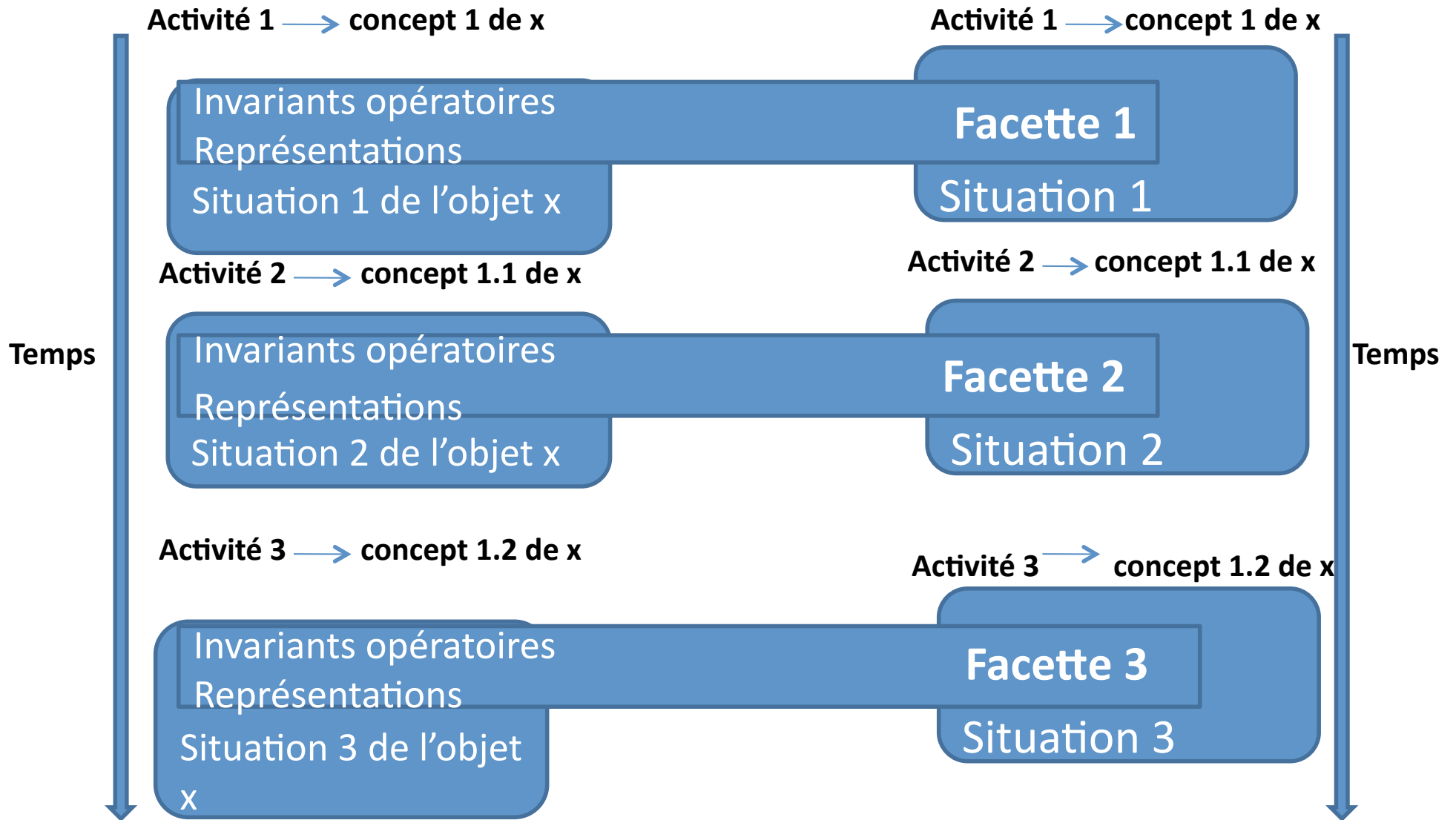
# Le concept de mole à travers les facettes

## Quelques exemples de facettes

- Une mole est un paquet de  $6,022 \cdot 10^{23}$  entités chimiques identiques
- une mole de cuivre contient  $6,022 \cdot 10^{23}$  atomes de cuivre
- le nombre de moles s'appelle la quantité de matière
- une mole possède une masse qu'on appelle masse molaire
- la masse molaire est la masse d'une mole de particules formées des mêmes atomes ou des mêmes molécules
- des échantillons d'espèces chimiques différentes ayant des masses différentes peuvent représenter la même quantité de matière
- des espèces chimiques différentes peuvent avoir la même quantité de matière bien qu'ils occupent des volumes différents

**Théorie des champs conceptuels  
(Vergnaud 1990, 2001) et les  
facettes de connaissance  
(Minstrell, 1992)  
Quelle articulation?**





# Conceptualisation

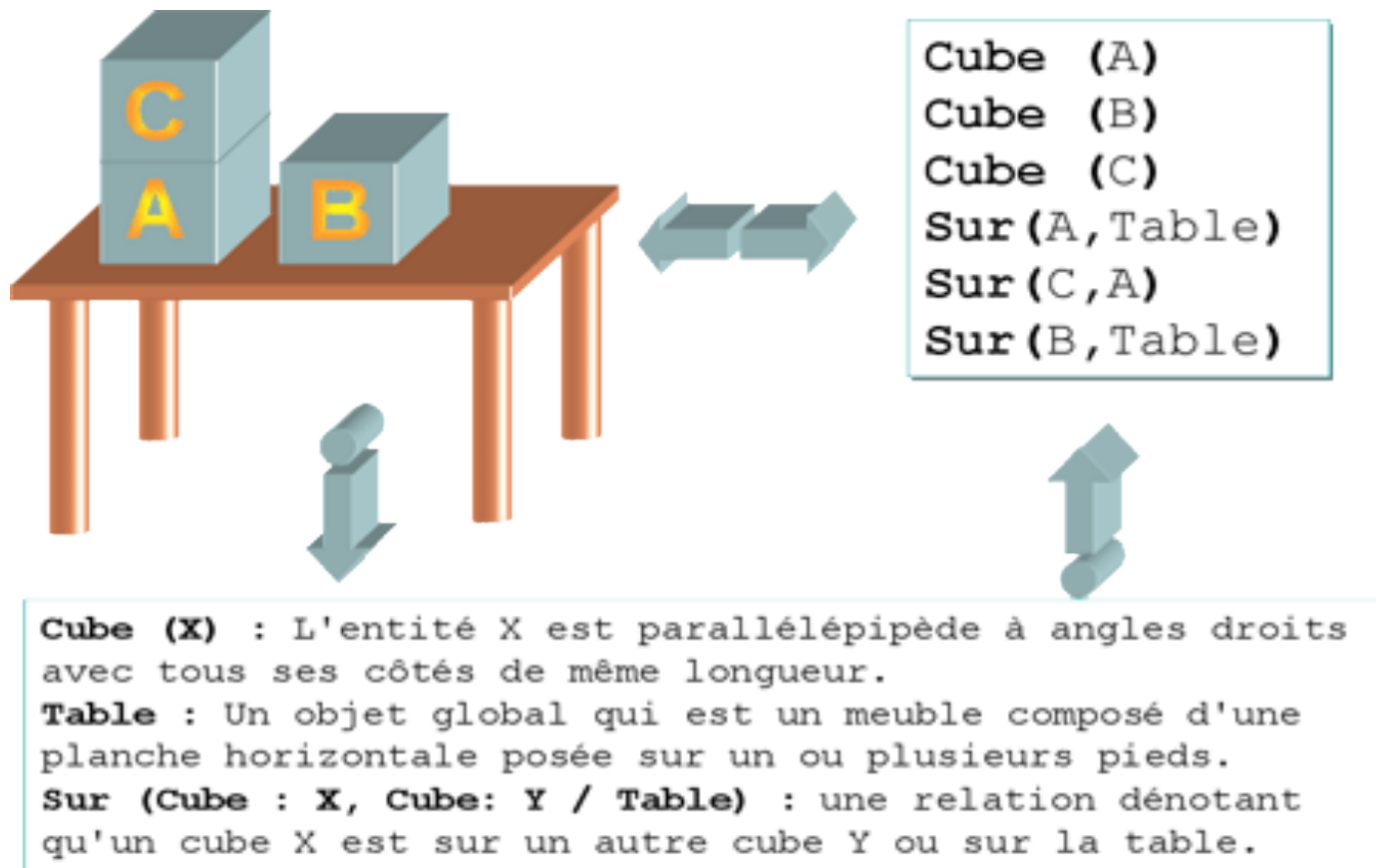
# Bibliographie

- Galili I., Lavrik V. (1998). Flux concept in learning about light: A critique of the present situation. *Science Education*, vol.82, n°5, p.591-613.
- Galili I., Hazan A. (2000). Learner's knowledge in optics : interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, vol. 22 n° 1, p. 57-88.
- Minstrell J. (1992). Facets of students' knowledge and relevant instruction. In Duit Goldberg, F., Niedderer H. (Ed.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*, Kiel: IPN. p. 110-128.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2-3), 133-170.
- Vergnaud, G. (2001), *Forme opératoire et prédicative de la connaissance, conférence*, Montréal.

## 4) Différentes approches théoriques

### Privilégier les aspects formels : les ontologies

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



## 5. Questions

**Une question qui n'a pas été traitée, et source d'études actuelles, 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...)

(Gueudet et Trouche 2008)

## 5. Questions

### **La conceptualisation 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 ».

## 5. Questions

### La conceptualisation comme résultat d'une *discussion agitée* (Fleck 1934)

« Si nous définissons un collectif de pensée comme la communauté des personnes qui échangent des idées ou qui interagissent intellectuellement, alors nous tenons en lui le *vecteur du développement historique d'un domaine de pensée*, d'un état du savoir déterminé et d'un état de la culture, c'est-à-dire *d'un style de pensée* particulier.

Un collectif de pensée est toujours en germe dès que deux ou plusieurs personnes échangent des idées.

Il faudrait être mauvais observateur pour ne pas remarquer comment une *discussion animée* entre deux personnes conduit rapidement à la situation dans laquelle chacune d'entre elles exprime des pensées qu'elle ne serait pas en mesure de produire seule ou dans d'autres assemblées ».

# 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. (2008), Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique* 2, 7-33.

Rabardel, P. (1995), *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*, Armand Colin, Paris, p.350..

Trouche, L. (2000), La parabole du gaucher et de la casserole à bec verseur, éléments de méthode pour une étude des processus d'apprentissage dans un environnement de calculatrices complexes, *Educational Studies in Mathematics* 41, 239-264.

Vergnaud, G. (2001), *Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance*, conférence à Montréal.

Vergnaud, G. (2004), *Lev Vygotski, pédagogue et penseur de notre temps*, Hachette éducation.

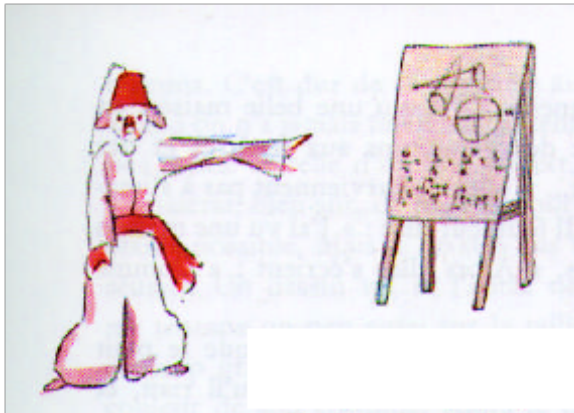
Vergnaud, G. (2005), Repères pour une théorie psychologique de la connaissance, in A. Mercier, C. Margolinas (dir.), *Balises en didactique des mathématiques*, La Pensée Sauvage, 123-136

Vygotski, L.S. (1985), *Pensée et langage*, Editions sociales, Paris.



# Réactions

Retour sur le cours, réalisé par des étudiants volontaires, quelques jours après...



# Reprise du cours, par Karine Alibert, novembre 2008

**Décrire** les choses (de même que dans un dictionnaire ou une encyclopédie) ne suffit pas pour **connaître** les choses.

Kant : « pour former des concepts à partir de représentations, il faut comparer, réfléchir et abstraire. »

Par un travail de groupe (à 5-6), en confrontant la façon de chacun de définir un concept choisi, nous devons en extraire un concept de « concept scientifique ». **Le temps imparti s'est avéré trop court.** Un rapporteur de chaque groupe a présenté la réflexion de son groupe. **Pas de temps de synthèse de ce qu'on retient collectivement de ce travail de groupe.** Personnellement, j'ai retenu de ces présentations : un concept : on se le représente par des exemples ; est toujours en construction (évolue) ; s'appuie sur d'autres concepts. C'est un réseau complexe. **La qualité de « scientifique » pour un concept n'a pas été abordée.**

Gérard Vergnaud, dans ses études sur les processus de transmission et d'appropriation des connaissances *privilégie la forme opératoire (=liée à l'action) de la connaissance.* Il a beaucoup élaboré la notion de schème (à partir de celle de Piaget (sensori-moteur) = ensemble structuré et finalisé de mouvements ou d'opérations). **Je ne comprenais pas pourquoi la notion de schème semblait si importante à Vergnaud.**

**Schème** = outil pour modéliser les relations entre le geste et la pensée (perceptivo-gestuel)

Selon la théorie de Vergnaud, un schème comporte 4 catégories de composants :

-un ou plusieurs buts, des sous-buts et des anticipations ;

- des règles d'action, de prise d'info et de contrôle dont la fonction est de générer la conduite ;

- des **invariants opératoires (concepts-en-acte** (tenus pour pertinents) et **théorèmes-en-acte** (tenus pour vrais)) qui permettent de sélectionner l'information pertinente et de la traiter ;

- des possibilités d'inférence en fonction des particularités de la situation rencontrée.

C'est le propre de la **conceptualisation** de ne retenir que ce qui est caractéristique d'un objet, d'une propriété, d'un processus pour comprendre et traiter une situation ( *à partir de la conférence de Montréal*).

Comme diverses situations se rapportent à un concept et qu'une seule situation fait appel à plusieurs concepts, Vergnaud appelle **champ conceptuel** le système composé de différentes classes de situations (**ou un seule ?**) et du réseau des concepts qui permet de les traiter.

Les **concepts** sont pensés comme le triplet :

-ensemble des situations qui donnent du sens au concept (la référence)

- ensemble des invariants sur lesquels repose l'opérationnalité des schèmes (le signifié)

- ensemble des formes langagières ou non qui permettent de le représenter symboliquement

**Les références à Chevallard et Vygotsky ont été trop rapides pour moi. Je n'ai pu organiser aucune connaissance .**

Le **travail de médiation** des enseignants, dans le choix des situations à proposer aux élèves mais aussi dans l'accompagnement de ces élèves à clarifier les buts de l'activité, à identifier des relations pertinentes... vise différentes composantes du schème qu'il souhaite voir émerger chez les élèves ( *à partir de la conférence de Montréal*).

# Reprise du cours, par Marie-Line Gardes, novembre 2008

But de la Théorie des champs conceptuels : fournir un cadre cohérent et quelques principes de base pour l'étude du développement et de l'apprentissage des compétences complexes (Vergnaud, La théorie des champs conceptuels)

**Situation** : ensemble de circonstances dans lesquelles se trouve une notion, *ex : situations de mise en équation ou de résolution d'équation*

**Schème** : organisation invariante de la conduite qui permet de traiter une classe de situation donnée (gestes quotidiens, formes langagières, pensées...), *ex : schème de la résolution d'équation du 2nd degré*

**Les 4 éléments organisateurs du schèmes sont :**

- le but et l'anticipation (*ex : trouver l'inconnue pour que l'égalité soit vérifiée*)
- les règles d'action (*ex : on ne change pas l'égalité lorsqu'on multiplie les deux membres de l'équation par un même nombre*)
- les invariants opératoires – concepts en actes (pertinents ou non) et théorèmes en actes (vrai ou faux) - (*ex : mettre toutes les inconnues du même côté; lorsqu'on change un nombre de membre, on change son signe*)
- les inférences (*ex : contrôle des opérations*)

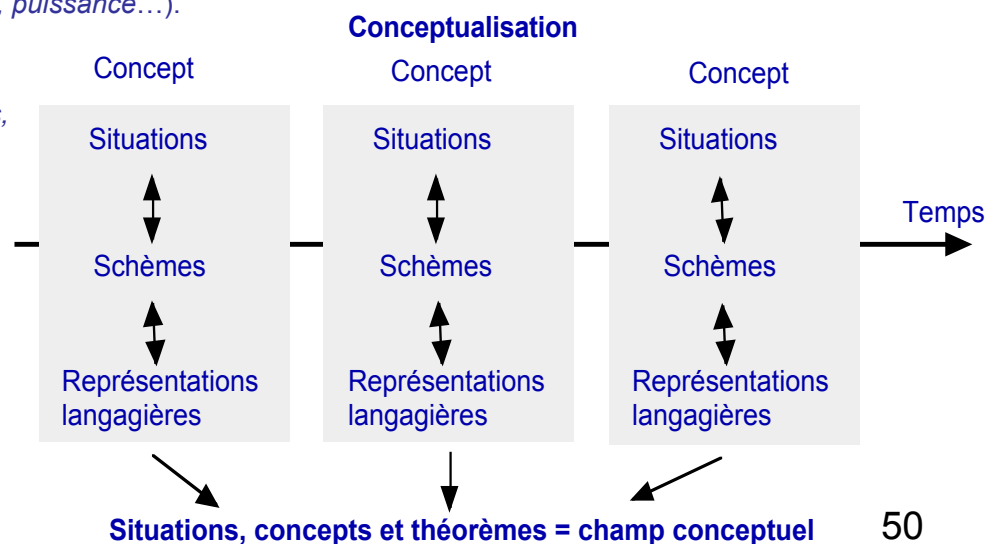
**Concept** : Vergnaud le définit comme un triplet, *ex : le concept d'équation*

- ensemble de situations (la référence) (*ex : situations de mise en équation*) ;
- ensemble d'invariants opératoires (le signifié) (*ex : règles de résolution des équations du 1er ou 2nd degré*) ;
- ensemble de représentations (le signifiant) (*ex : lettre x, signes =, +, puissance...*).

**Champ conceptuel**, *ex : le champ conceptuel de l'égalité :*

- ensemble de situations (*ex : en mathématiques, égalités vectorielles, algébriques, en physique,  $PV=nRT...$* )
- ensemble de concepts et théorèmes (*concepts d'équation, -d'inconnue, d'identités...et théorèmes de résolutions, -d'associativités de vecteurs, les règles de calcul...*)

**Conclusion** : la théorie des champs conceptuels n'est pas une théorie didactique mais l'enseignant peut se servir de cette théorie pour conduire et contrôler le processus de conceptualisation des élèves. Il peut également piocher dans les différentes situations pour construire des situations didactiques au sens de Brousseau.



# Reprise du cours, par Lionel Simonneau, novembre 2007

accommodation

Concevoir le développement de l'enfant (mais aussi de l'adulte) avec la dimension temporelle de l'apprentissage  
Ne pas prendre en compte que le résultat mais l'adaptabilité à une nouvelle situation (disposition d'un répertoire de ressources alternatives)

(ex. dans le **schème** de préemption d'un objet par un enfant: une main puis avec un objet plus gros, les deux mains)

Outil pour modéliser les relations entre le geste et la pensée

Vergnaud parle ici de valorisation du geste: il préfère la terme **perceptivo-gestuel** à celui (piagétien) de sensorimoteur trop réducteur  
(trop physiologique !)

**Les champs conceptuels**

Un ensemble de situations  
(dont la maîtrise appelle  
une variété de concepts, de procédures et de représentations)

Résultat d'une discussion « agitée »: il est difficile, voir impossible, de décrire l'histoire d'un domaine de savoir de manière juste  
( car composé de nombreuses lignes de développement de pensée qui se croisent et s'influencent)

**développement et apprentissage  
en étroite relation**

Les **concepts quotidiens** fraient la voie à l'assimilation des concepts scientifiques

Les **concepts scientifiques** fraient la voie au développement des concepts quotidiens

voir Vygotski: **la zone proximale de développement** => ce que l'enfant sait faire avec autrui mais pas tout seul

Concept personnel vs concept social (collectif, communauté...)

**Est-ce schème et savoir faire c'est pareil ?**

Concepts-en-acte, théorèmes-en-acte

???

## Reprise du cours, par Laurent Piccini, novembre 2007

La connaissance est adaptation (cf. Piaget) qui se décompose en assimilation – accommodation.

Le développement (de l'enfant) est lié à *l'activité en situation* (cf. Piaget) et pas seulement à la maturation. Le développement se voit en fait à tout âge et n'est pas associé à un lieu (classe).

L'apprentissage se construit sur de longues durées avec une préférence pour sa forme opératoire (constructiviste) plutôt que prédicative.

La didactique des disciplines a permis de travailler en didactique professionnelle en reprenant en particulier le couple : *situation – schème*.

Le schème est un bon concept pour comprendre ce que va faire un sujet dans une situation nouvelle. Il est associé à une classe de situations. Il peut parfois avoir le statut de schème « dangereux ».

La didactique est spécifique du contenu conceptuel : basée sur l'identification des objets, de leurs propriétés, de leurs relations.

La didactique est artifice : on construit des situations ayant du sens pour les élèves et qu'ils s'approprient (processus de dévolution) dans le but de faire bouger les compétences.