



Les modèles en sciences...

Cours PO-15421

Formation continue : Comment sont conçus les médicaments de demain? Comment explorer en classe les interactions entre les médicaments et leurs cibles biologiques - les protéines?

François Lombard
IUFE / TECFA

Et comment enseigner la
« vérité » scientifique





IECFA
IUFE



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

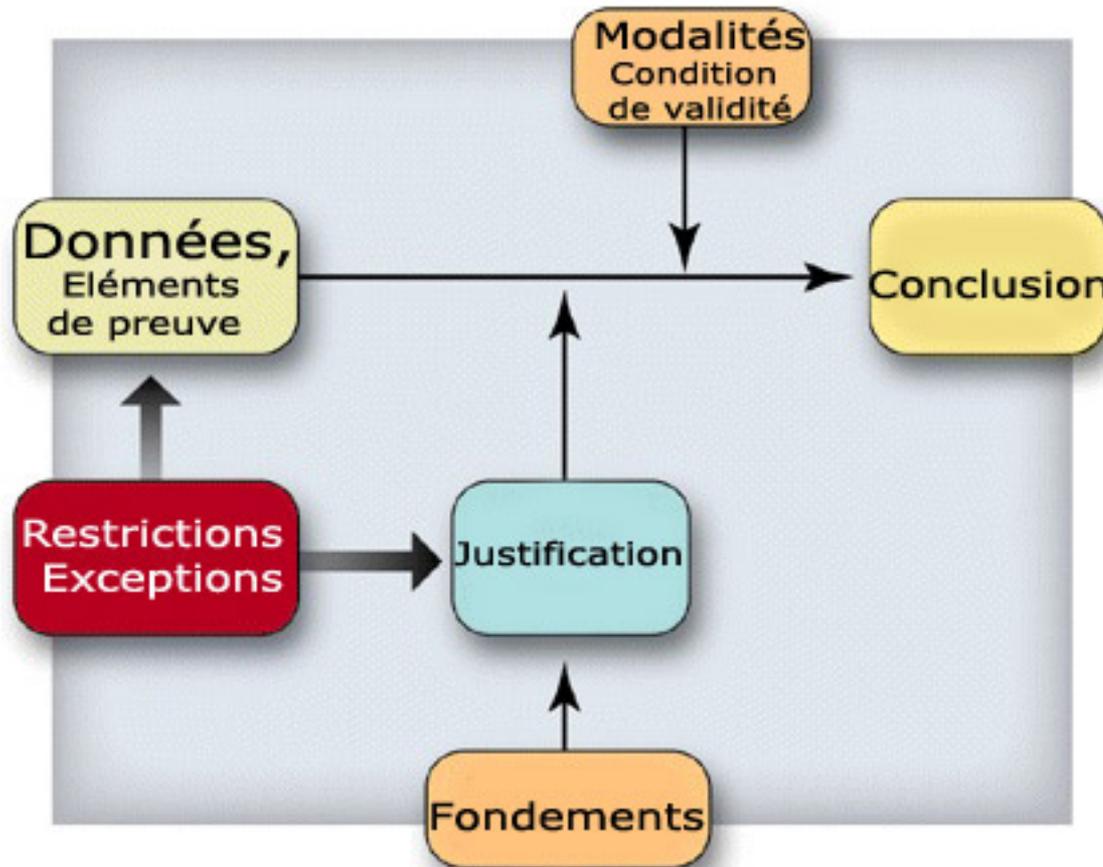
FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Connaissance scientifique ?

- *Scientifique = Processus* de validation
- Connaissance *état* cognitif
 - Connaissance scientifique intègrent aussi des procédures de validation potentielles que nous pouvons observer lorsqu'elles sont exprimées.
- Si on connaît, on peut exprimer la justification qui fonde la connaissance.



Scientifique = Affirmation étayée ?



Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge Univ Press.

Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328(5977), 463-466. doi: 10.1126/science.1183944



La donnée résulte d'un modèle

- Hypothétique
- Modifiable
- Domaine de validité
- Pertinent pour certains problèmes



« vérité » scientifiques ?

- Millions de gènes -> 20'500 !
- Incertitude ?
- Relativisme épistémologique
 - « en science rien n'est sûr! »
- « je ne crois pas à la relativité ! »

Klein, E. (2008). *Galilée et les Indiens, Allons-nous liquider la science ?*
Paris: Flammarion.



IECFA
IUFE



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Modèles présentés

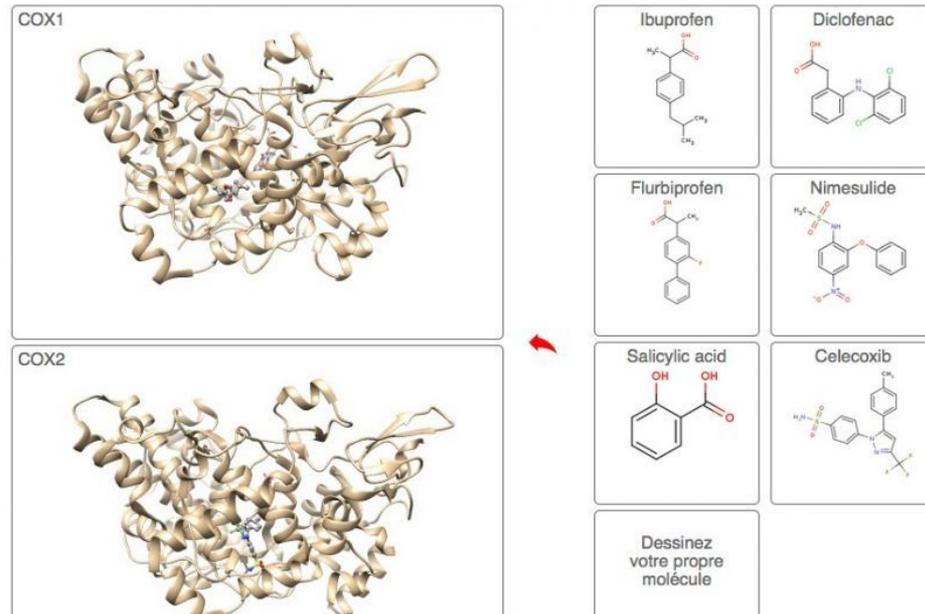
- La maladie conceptualisée comme un dérèglement des processus physiologiques
- La maladie = un **excès**,
dysfonctionnement de protéine
(voire un manque mais pas discuté ici)



Modèles

- L'antalgie est ici conceptualisée comme bloquer la COX1 ou 2

Hypothétique
Modifiable
Pertinent pour
certains problèmes
 $0 \leq \text{Validité} \leq 100\%$





Puissance explicative

- Comprendre Prédire Expliquer
- « en vue de comprendre le monde naturel et de prendre des décisions à son propos, »
- Prédiction déf. *comprendre* ?
 - d'acquérir un certain nombre de notions, de concepts et de modèles scientifiques développés progressivement par l'humanité et de réaliser la manière dont les savoirs scientifiques se sont construits ;
 - d'identifier des questions, de développer progressivement la capacité de problématiser des situations, de mobiliser des outils et des démarches, de tirer des conclusions fondées sur des faits, notamment en vue de comprendre le monde naturel et de prendre des décisions à son propos, ainsi que de comprendre les changements qui sont apportés par l'activité humaine ;
 - de se montrer capable d'évaluer des faits, de faire la distinction entre théories et observations, et d'estimer le degré de confiance que l'on peut avoir dans les explications proposées.



Puissance prédictive /explic'

- COX1-2 comme antalgique explique bien des faits observés
 - Antalgie pas immédiate (\neq neuronal)
 - Explique action ingestion / SN
 - Effet de l'écorce de saule
- « Spécificité » explique
 - Effets anticoagulants
 - Effets secondaires



IECFA
IUFE



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Modèle -> vérité ?

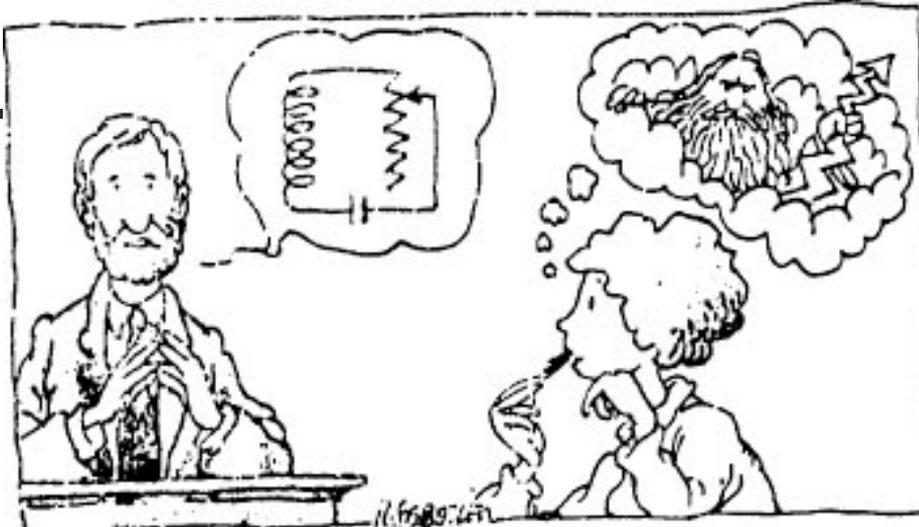
- Les chercheurs sans doute conscients des limites / de la portée
- Mais les élèves ...
 - Affirmation « vraie »
- **Risque de décrédibilisation** lorsque les élèves découvrent
 - La complexité des phénomènes
 - D'autres approches
 - Recherche -> nouveaux modèles



Le modèles finit par être intégrés ~ vrai

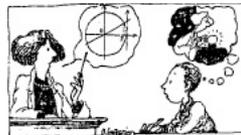
- Mais les élèves ne l'utilisent pas pour comprendre
- il n'est pas explicite

Il n'y a pas de compréhension sans modèle.

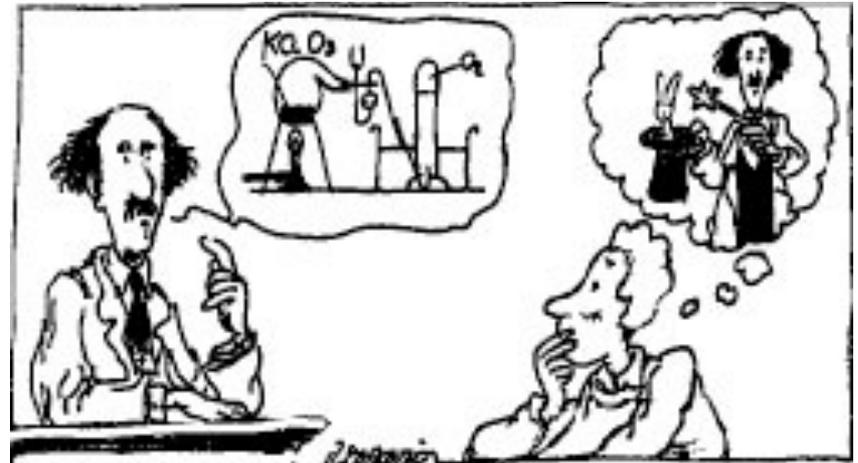


Pour apporter une observation de quelque valeur ... Il faut avoir décidé ce qui est possible, grâce à une certaine idée de ce que peut bien être la réalité, grâce à l'invention d'un monde possible. (Jacob, 1981)

... Un enseignement dogmatique où les modèles sont présentés comme des évidences non questionnées, non rattachées à des problèmes, [...], (Martinand, 1996 p.1)



Cellule au microscope
Ampoules « gourmandes »
Propriétés matières – atomes é.
(2061)





IECF
IUFE



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Un modèle en science est...

- Hypothétique
- Modifiable
- Domaine de validité
- Pertinent pour certains problèmes

- \neq Vrai ni « scientifique » !

Martinand, J. L. (1996). Introduction à la modélisation. Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques., Cachan Paris



Comment intégrer l'activité de simulation dans une séquence ?

IECF
IUFE (2)

Prendre conscience des modèles de l'enseignant

Faire expliciter leurs modèles aux élèves

Allers-retour entre modèle et empirie

==> Demander aux élèves d'anticiper une action en s'efforçant de mettre en œuvre les règles du modèle, puis d'observer les résultats de cette action par la mise en fonctionnement de la simulation.

ex. théorie cinétique des gaz



Point de vue pédagogique (2)

Devant un ordinateur, on observe que l'élève est motivé... car il agit de manière autonome en cliquant sur des boutons. (mais motivé vers quoi ?

~~Motivation-vecteur)~~

... mais y a-t-il une confrontation de ses modèles mentaux ?

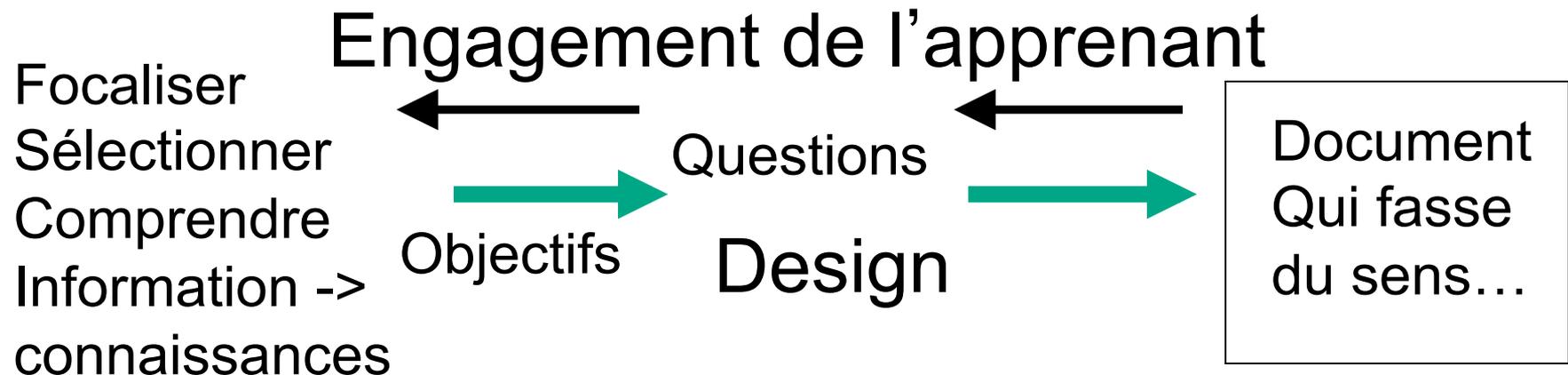
Viser l'activité intellectuelle des élèves

- Importance des tâches qui lui sont assignées.
La production attendue, la responsabilité.
Un questionnaire trop tatillon/ trop long peut empêcher un élève de s'immerger dans la simulation.
- Travailler à deux peut susciter une négociation (conflit cognitif) .
- Bien évaluer la surcharge cognitive (simulation abstraite vs métaphorique).. mais ne pas sous-estimer la capacité des élèves à maîtriser un rapidement une interface ---> *proposer une phase d'exploration de l'interface, suivi d'un échange dans la classe*



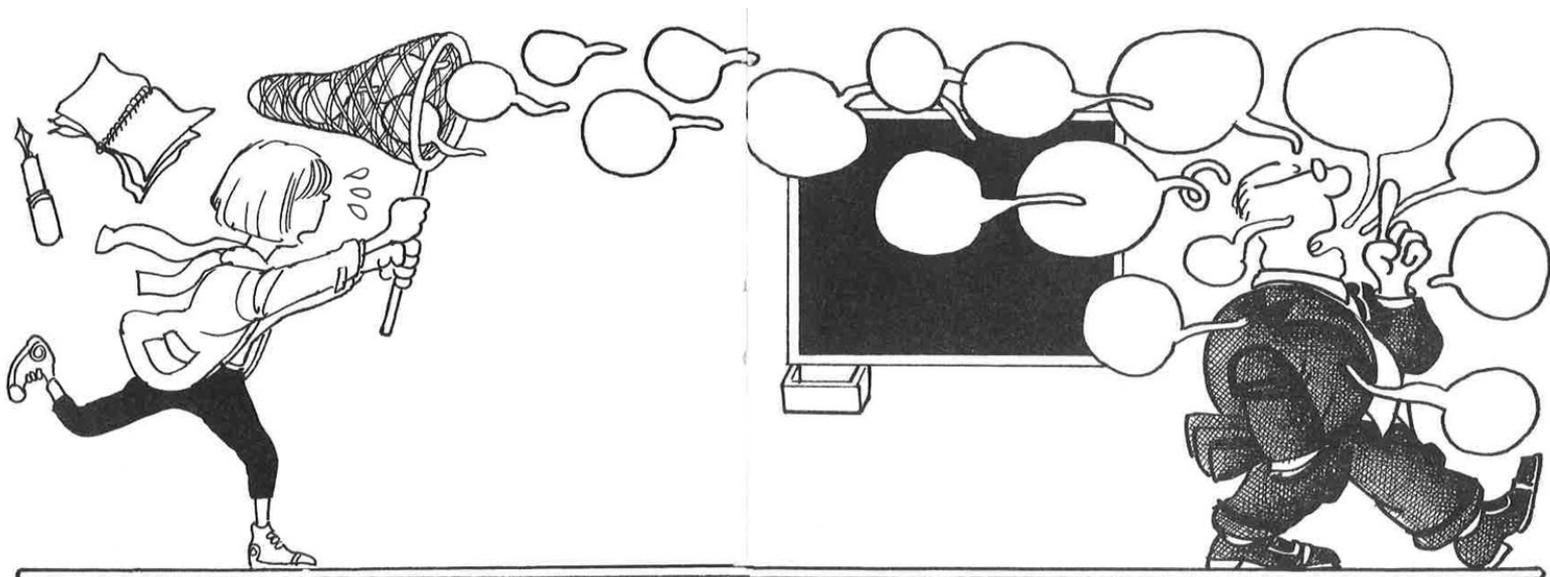
Recommandation de design 1

- Modèle *Matrioschka*
Poupées russes



Au lieu de simplifier : apprendre à affronter le complexe

- Authentiques données aux étudiants, accompagner pour construire les conclusions
 - -> activités de validation et synthèse

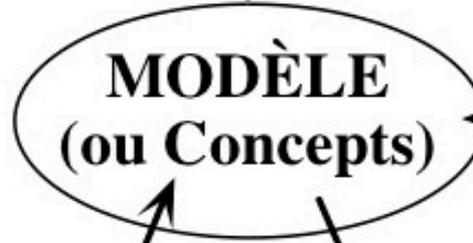
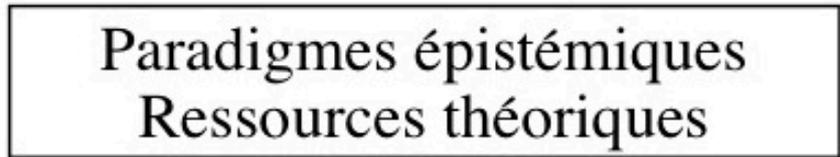


MATRICE COGNITIVE

ÉLABORATION REPRÉSENTATIVE

... on pourrait enseigner et faire apprendre la modélisation, c'est-à-dire la construction, l'adaptation, l'utilisation des modèles. (Martinand, 1996 p.1)

RÉFÉRENT EMPIRIQUE

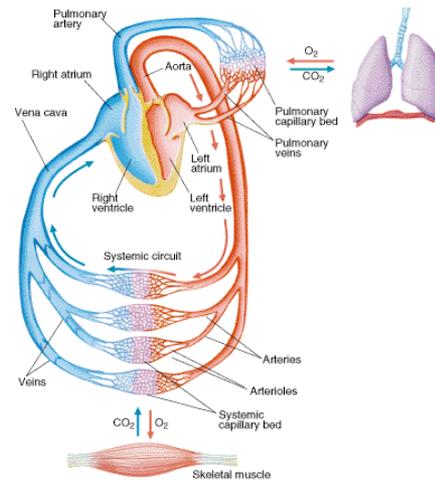
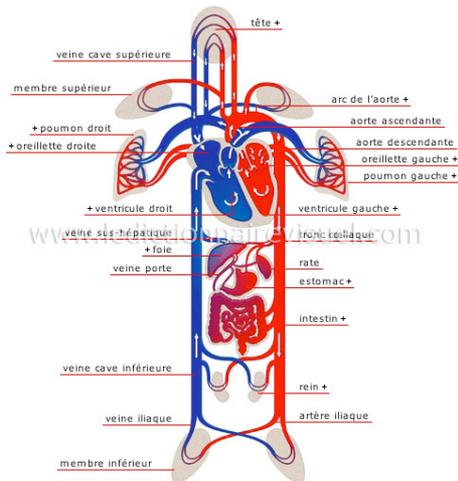


construction

application

Un modèle a une portée et une pertinence limitée

Tout modèle est modifiable et de pertinence limitée :



La question n'est pas de savoir si un modèle est *correct*, mais d'apprécier sa pertinence à un problème.

Un processus de compréhension progressive et dynamique du système étudié

-> exemple [simulation de la friction](#)



Résultats : Autorité pédagogique ≠ Scientifique

Production avérée de connaissances malgré (grâce au ?) sevrage de l'autorité, effets cognitifs des interventions, étayent les RD suivantes :

RD27 : L'autorité pédagogique [...] **encadre fermement** mais affirme la **liberté** [des élèves dans la production de connaissances...]

RD23 : Le feed-back **suscite les conflits cognitifs** (incohérences ou différences d'explication)

RD8 : L'investigation est **pilotée par des questions négociées** en rapport avec les objectifs

RD14 : L'enseignant doit intervenir pour **qu'une question au moins colonise** chaque secteur important du champ conceptuel et évite les zones d'ombre conceptuelle



Distinguer autorité *Pédagogique et Scientifique*

- Validation impossible sous l'autorité de l'enseignant
 - Pas seulement de « bonnes » ressources
 - Hétérogénéité et activités de validation
- Critères de validation, activités, échéances sous l'autorité de l'ens.

Rôle de *coach* ?





<http://xkcd.com/552/>

