



Thème 2 :

Les dispositifs et les ressources favorisant ou appuyant les démarches d'investigation pour l'enseignement des sciences, spécificités disciplinaires et modèles communs.

Un dispositif technopédagogique pour l'investigation en biologie : éléments de bilan après sept ans.

Construction de la démarche scientifique comme validation autonome des connaissances et des stratégies de sélection des ressources.

François Lombard -TECFA LDES IUFE - Université de Genève

Plan

1. Quelle investigation ?
2. Connaissance scientifique ?
3. Méthodologie
4. Un dispositif technopédagogique
5. Développement de stratégies
 1. de sélection de ressources ?
 2. de validation autonome des savoirs ?
6. Résultats
7. Quelques caractéristiques importantes
8. Discussion
 1. Développement de connaissances scientifiques ?

Contexte

- Enseignement de la biologie “forte” juste avant l’université.
- Design mûri : 7 ans
 - 4 périodes hebdomadaires
 - N= 14-16 * 7 années
- Design Radical :
 - L’investigation ~ l’année.
 - *Pleine responsabilité des acquis à l’examen final*
 - ~ pas de cours -> savoirs ≠ prof.

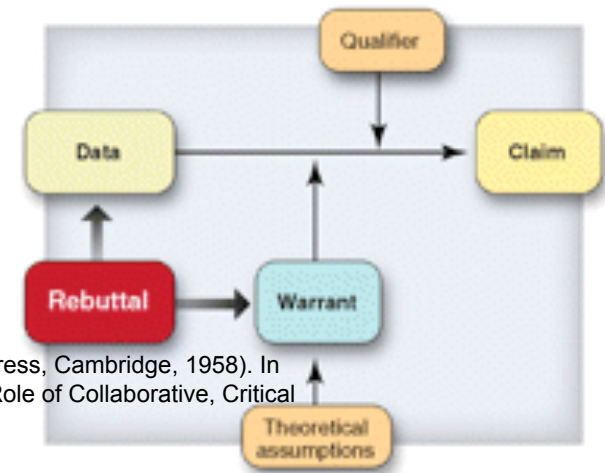
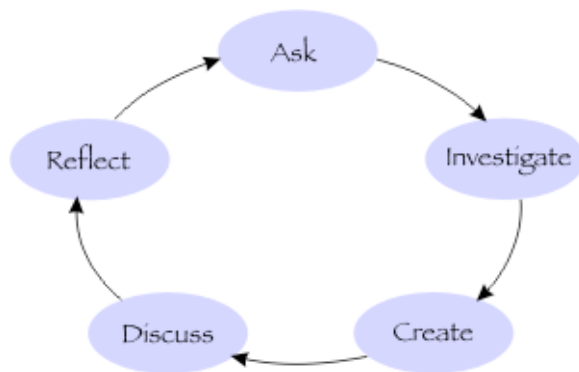
Quelle investigation

Démarche scientifique ?

Méthode de validation des connaissances

Sur la base de données, justification logique, en référence à des hypothèses : $0 < \text{degré de certitude} < 100\%$.

Processus cyclique (Sandoval, 2004).



S. Toulmin, *The Uses of Argument* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1958). In Osborne, J. (2010). *Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse*. *Science*, 328(5977), 463-466.

Investigation ?

~ contrat didactique qui donne
responsabilité importante à l'élève et
prof s'appuie sur les productions des
élèves pour faire avancer le savoir dans
la classe

Inquiry in science classes corresponds to a sharing of responsibility towards knowledge between the teacher and the students leaving important parts of responsibility to the students. Inquiry can be considered a specific mode of didactic contract (Brousseau, 1997), where in particular the students' productions are the starting point of the teacher's work"

(Gueudet 2009) Mind the gap

Methodologie DBR: Le design est l'objet

- Le *Design* lui-même est l'objet de recherche
- Analyse d'un corpus de chaque versions des productions wiki sur 7ans
 - Stratigraphique
 - Annuelle
 - "Longitudinale"
- Résultats sont des règles de conception
 - Design Based Research Collective (2003).
- N.B: Design = Dispositif > artefact (Wiki)
 - Kobbe, L. (2006). [Framework on multiple goal dimensions for computer-supported scripts](#): Knowledge Media Research Center (KRMCC). pp 9-11

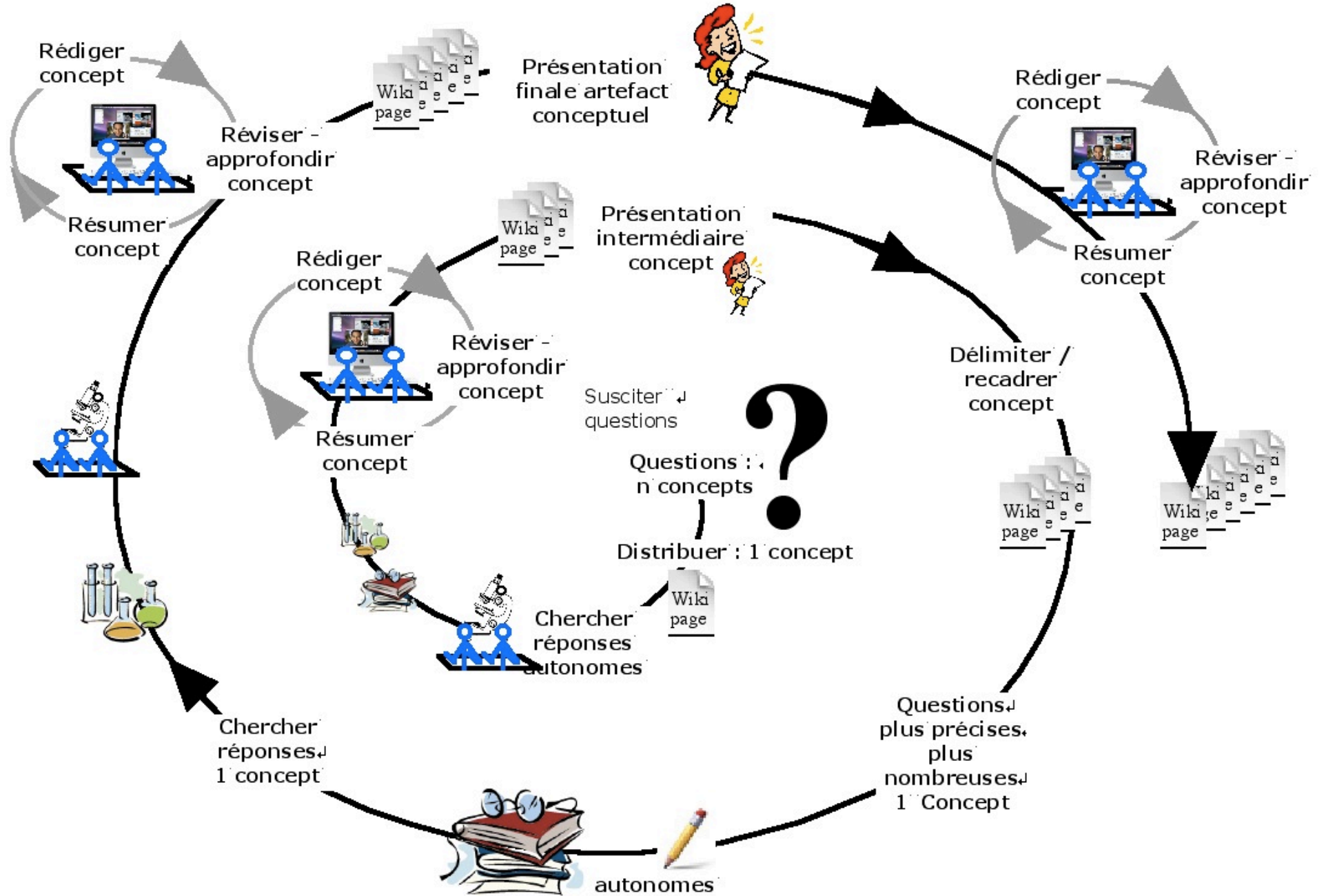
Les itérations du dispositif 2002-2010 : focalisé sur

- 02 -> Validation du design : produit des apprentissages appropriés (scolaires) ?
- 03 -> Contrôle par les Q°, couverture “programme”
conceptualisation IBL
- 05 -> L’enseignant : une variable dépendante.
- 06-> Writing 2 Learn (W2L) optimisé
- 08-> Enjeux socio-cognitifs
 - Validation scientifique
 - Autorité / Autonomie dans la validation.
- 09-> Connaissance scientifique

Caractéristiques principales du dispositif

- Groupes (4) sous-thème
- Exposer les idées en cours de construction.
- Ecriture Iterative (5-10 revisions) / 3-4 semaines/ chapitre
- Confrontation dans l'artefact conceptuel (wiki) validation, [exemple](#)
- Complexité épistémique encouragée, évaluée.
 - Bereiter, C. (2002)

Investigation en biologie et wiki : éléments de bilan après sept ans.



Sélection de résultats :

Les étudiants construisent des connaissances ?

Les étudiants produisent des textes qui manifestent des signes de connaissances scientifiques.

Bromme, R., et al (2008).

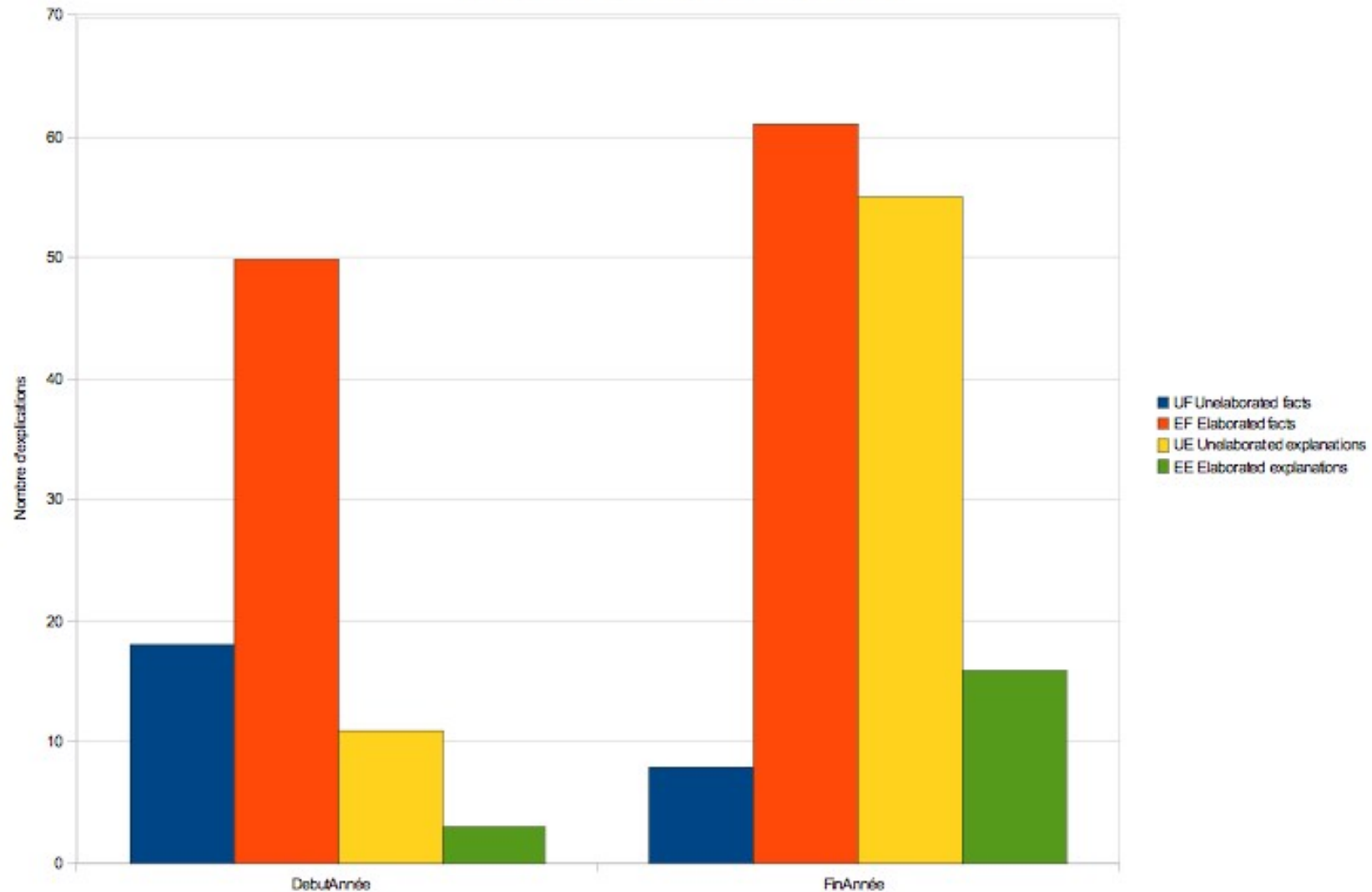
Stratégies de

- sélection de ressources appropriées ?
- validation autonome ?



7.1 Complexité Epistémique

Complexité épistémique des explications



Résultats : stratigraphique

Exemple : immunologie

Le titre contient une question implicite.

Cherchez d'abord dans un ouvrage plutôt simple pour commencer (Rabish et al., 1992 Objectif vie, LEP), cela devrait susciter des interrogations, puis développez les questions qui apparaissent avec le campbell et d'autres ouvrages spécialisés en les organisant selon la structure proposée :

- Principe
- Définitions
- Mécanisme détaillé
- Potentiels et limites
- Biblio

Le maître et là et peut vous aider à répondre et à structurer

Critères d'évaluation des pages : [CritèresEvaluationPage](#)

2 périodes : 4 étudiants nouveau sujet

Investigation pilotée par les
Questions

Qu'est-ce que l'immunité humorale?

Avant d'expliquer précisément ce qu'est l'immunité humorale, il faudrait déjà expliquer ce qu'est l'immunité. L'immunité représente la capacité et les moyens qu'a le corps humain pour pallier aux invasions des microorganismes parasitaires, ainsi qu'aux dysfonctionnements internes. L'immunité humorale quant à elle représente le système de défense du corps humain avec les anticorps, c'est-à-dire la protection et la défense contre les agents pathogènes extracellulaires (virus, bactéries) par opposition à l'immunité cellulaire qui elle s'occupe des agents pathogènes intracellulaires.

Quel est le principe de l'immunité humorale?

Le principe de l'immunité humorale est de combattre les invasions des agents pathogènes extracellulaires en faisant se lier les anticorps aux antigènes afin qu'ils soient plus exposés aux phagocytes, et ciblés par le complément (déf. du Campbell un peu retouchée).

en partant de là, beaucoup de définitions sont à donner:

Qu'est-ce qu'un anticorps? D'où viennent-ils?

Un anticorps, aussi appelé immunoglobuline, est une protéine produite par les lymphocytes B et qui joue le rôle d'effecteur (qui produit donc un effet) dans la réponse immunitaire. C'est en très vulgarisé nos soldats anti-virus et bactéries. Il existe 5 classes qui chacune sait se fixer sur une sorte d'antigène.

Qu'est-ce qu'un antigène? D'où viennent-ils?

Un antigène est une très grosse molécule, étrangère à l'organisme hôte et qui provoque une réaction immunitaire. C'est cette partie de l'organisme étranger que va reconnaître l'anticorps et sur laquelle il va se fixer. Ils ne sont donc pas fabriqués par l'organisme hôte et proviennent donc d'un organisme étranger. Il suscitent un réponse spécifique des lymphocytes.

Qu'est-ce qu'un lymphocyte?

Un lymphocyte est une cellule sanguine ayant la particularité de différencier les molécules propres à l'organisme et celles étrangères. Les lymphocytes proviennent des cellules souches et il en existe deux types primaires, les lymphocytes B qui produisent les anticorps et les lymphocytes T qui eux différencie les cellules propres à notre corps et saines, les cellules étrangères ou malades (par ex. tumorales). Ils circulent dans le sang et dans la lymphe mais leur concentration augmente dans la rate, les nœuds lymphatiques, et d'autres tissus lymphatiques. Les lymphocytes T et B reconnaissent des antigènes au moyen des récepteurs antigéniques de leur membrane plasmique.

Qu'est-ce qu'un phagocyte?

Un phagocyte (de phagocytose, souvenons-nous du cours de deuxième sur les bactéries...), est une cellule capable d'en capturer et "manger" une autre. Dans notre cas ces phagocytes phagocytent les corps étrangers afin qu'ils ne puissent plus agir et soient détruits.

Qu'est-ce que le complément?

Le complément est un ensemble de protéines qui va être attiré par les anticorps (fixés aux antigènes) et dont ces protéines vont attaquer la membrane du corps étranger et en renouveler la voie. Critères d'évaluation des pages : [CritèresEvaluationPage](#)

Résultats : stratigraphique

Exemple : immunologie

Qu'est-ce que l'immunité humorale?

Avant d'expliquer précisément ce qu'est l'immunité humorale, il faudrait déjà expliquer ce qu'est l'immunité. L'immunité représente la capacité et les moyens qu'a le corps humain pour pallier aux invasions des microorganismes parasitaires, ainsi qu'aux dysfonctionnements internes. L'immunité humorale quant à elle représente le système de défense du corps humain avec les anticorps c'est-à-dire la protection et la défense contre les agents pathogènes extra-cellulaires (virus, bactéries) par opposition à l'immunité cellulaire qui elle s'occupe des agents pathogènes intra-cellulaires.

Quel est le principe de l'immunité humorale?

Le principe de l'immunité humorale est de combattre les invasions des agents pathogènes extra-cellulaires en faisant se lier les anticorps aux antigènes afin qu'ils soient plus exposés aux phagocytes, et ciblés par le complément (déf. du Campbell un peu retouchée).

en parlant de là, beaucoup de définitions sont à donner:

Qu'est-ce qu'un anticorps? D'où viennent-ils?

Un anticorps, aussi appelé immunoglobuline, est une protéine produite par les lymphocytes B et qui joue le rôle d'effecteur (qui produit donc un effet) dans la réponse immunitaire. C'est en très vulgarisé nos soldats anti-virus et bactéries, il en existe 5 classes qui chacune sait se fixer sur une sorte d'antigène.

Qu'est-ce qu'un antigène? D'où viennent-ils?

Un antigène est une très grosse molécule, étrangère à l'organisme hôte et qui provoque une réaction immunitaire. C'est cette partie de l'organisme étranger que le système immunitaire reconnaît et sur laquelle il va se fixer. Ils ne sont donc pas fabriqués par l'organisme hôte et proviennent donc d'un organisme étranger (un sucrocté ou une réponse spécifique des lymphocytes).

Qu'est-ce qu'un lymphocyte?

Un lymphocyte est une cellule sanguine ayant la particularité de différencier les molécules propres à l'organisme et celles étrangères. Les lymphocytes proviennent des cellules souches et il en existe deux types primaires, les lymphocytes B qui produisent les anticorps et les lymphocytes T qui eux différencient les cellules propres à notre corps et saines, les cellules étrangères ou malades (par exemple). Ils circulent dans le sang et dans la lymphe mais leur concentration augmente dans la rate, les noeuds lymphatiques, et d'autres tissus lymphatiques. Les lymphocytes T et B reconnaissent des antigènes au moyen des épaisseurs antigéniques de leur membrane plasmique.

Qu'est-ce qu'un phagocyte?

Un phagocyte phagocyte, souvent nous du cours de deuxième sur les bactéries... Juste une cellule capable d'en capturer et "manger" une autre. Dans notre cas ce sont les phagocytes phagocytent les corps étrangers afin qu'ils ne puissent plus agir et soient détruits.

Qu'est-ce que le complément?

Le complément est un ensemble de protéines qui va être attiré par les anticorps (liés aux antigènes) et dont ces protéines vont attaquer la membrane du corps étranger et en provoquer la mort. Critères d'évaluation des zaires : Critères d'évaluation des zaires

3-4 weeks : 4 students 2 IBL cycles

Niveau Epistémique :

Pilotage par les question. Autonomie

Elles se trouvent à la surface des mastocytes (type de globule blanc différencié qui existe principalement dans les tissus) et les granulocytes basophiles (globules blancs). Leur rôle est de stimuler les mastocytes et les granulocytes à libérer l'histamine quand un antigène se fixe sur l'IgE. Mais il ne s'agit pas ici de virus ou de bactéries, mais de substances de l'environnement comme le pollen, acariens, poussières. L'histamine provoque les symptômes de l'allergie.

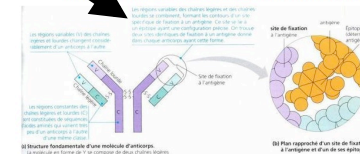


Figure 2: Structure d'une molécule d'anticorps typique : Chaque extrémité (gauche et droite) est formée d'une chaîne lourde et d'une chaîne légère. Leurs extrémités sont des régions variables, spécifiques à chaque anticorps (spécifique par le nombre des acides aminés qui la forme) et qui correspondent au site de fixation d'un antigène. Le reste de l'anticorps sont des zones constantes, car il n'y a pratiquement pas de variations d'acides aminés entre les anticorps.

On peut la voir en 3-d dynamique ici : http://education.expasy.org/structure_browser/structure_browser.html

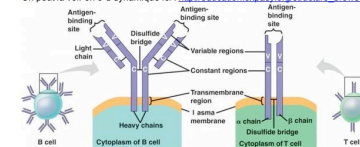


Figure 3: Ce schéma nous montre plus précisément la structure des Ig anticorps "et des récepteurs cellulaires T (TCR) on combine les sont similaires.

Qu'est-ce qu'un globule blanc- Leucocyte?

On les appelle blancs car ils forment une pâte blanche lorsqu'on les sépare des autres cellules sanguines. Les leucocytes sont environ deux fois plus grands que les érythrocytes (globules rouges), ils possèdent un noyau cellulaire mais pas d'hémoglobine. Il y a entre 4000 et 10000 leucocytes par mm³ de sang. Leur taille varie entre 7 et

Résultats : sélection des sources

Sources utilisées dans les pages

Diverse, adaptées

Textbooks académiques on-line ([here](#))

Questionnaire (likert 1-4)

Textbook $\mu=3.1$ « c'est une valeur sûre ! »

Wikipedia $\mu= 2.7$ « c'est parfois pour une petite base, pour aller chercher plus en profondeur par la suite »

Janeway $\mu= 2.3$ « wikipédia a été largement délaissé au profit de “pavés” peut-être plus compliqués à aborder mais largement plus riches au niveau de l'information (comme le Campbell ou le Janeway)»

→ stratégies de sélection

Stratégies de sélection des sources

- Un environnement surabondant en ressources d'authenticité *variable*
 - Manuels, *textbooks* académiques, articles scientifiques
- Validité incertaine : "Internet", les productions des pairs (wiki)

La sélection n'a de sens qu'en rapport avec une production

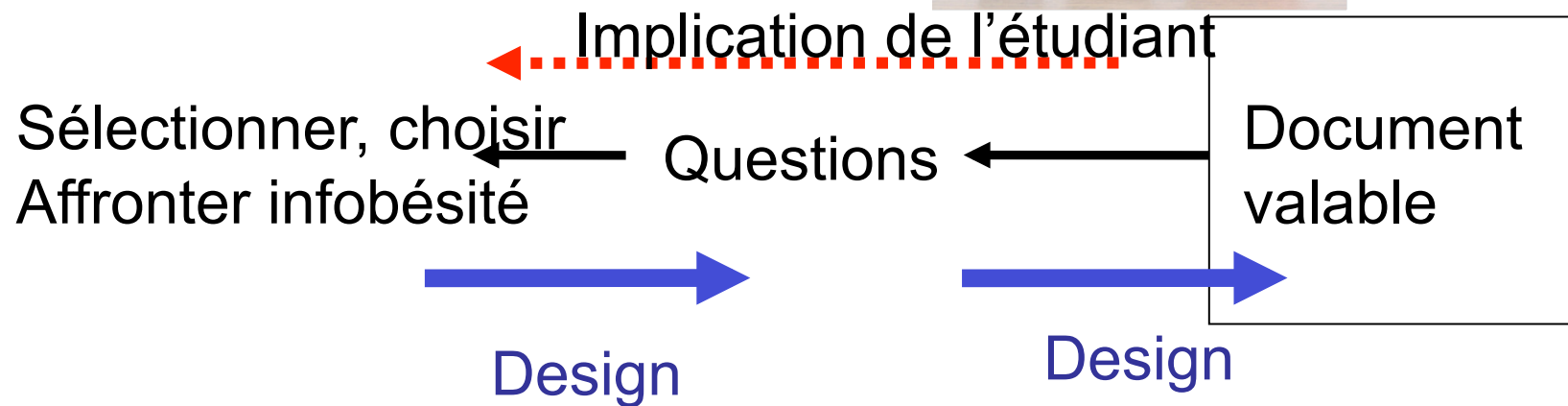
Production qui fasse du sens

Un fascicule de préparation de l'examen .

Production de savoirs localement nouveaux, par et pour les élèves.

Le mythe “savoir trier” ?

- *Matrioschka poupée russe ...*



- **-> Production qui fait du sens**

Autonomie dans la validation ?

“Que pensez-vous, maintenant, [...] du fait que le maître ne donne pas "les réponses"”

Positif $\mu = 3.0$ sur 4 / s.d. = 1.04 → ???

La plupart satisfaits d'avoir appris à valider eux-mêmes leurs savoirs.

Quelques uns désorientés sans la validation par l'enseignant.



Et si c'est faux ?

Inquiétude importante en début d'année,
mineure en fin d'année,

Font référence à croiser les sources, à la
cohérence logique, ou au fait qu'il n'y a pas
de vérité final en science.

*“Pas tout est forcément juste. Il reste plusieurs zones
d'ombres. Souvent il est mieux de faire des
suppositions, des hypothèse. Mais vérifier sur plusieurs
ouvrages, site internet nous permet d'être à peu près
sûr que c'est juste.”*

L'autorité de qui ?

L'autorité scientifique provient des ressources. Les étudiants valident.

-> l'enseignant n'est pas l'autorité... Il est *garant de la validation*.

-> L'autorité de l'enseignant sur le *processus de validation*, les objectifs, le curriculum, fermement établie.

Conclusions : caractéristiques de design.

Mettre l'accent sur le processus de validation par les élèves.

Conduire aux savoirs adéquats par la confrontation de d'idées pas l'autorité.

Des ressources abondantes de qualité diverse

Piloter par les Q° (dévolues, fécondes)

Dévoluer le texte aux étudiants.

Des opportunités de discuter les idées partiellement élaborées.



Merci de votre attention

- Q° à l'auditoire ...

Authorité Scientifique vs Valeurs
(culturelles, psychologiques, ...)?

– Confiance dans le design ↔
implication ?

– Les élèves ne résistent pas tant à l'apprentissage qu'aux situations dans
lesquelles ils redoutent de ne pas réussir à apprendre (Houssaye, 1993).

- <http://doiop.com/flopublications>

- francois.lombard@unige.ch Google lombardf

Acknowledgements

- This research has been supported by the Département de l'Instruction Publique de Genève.
- The research is a doctoral research at TECFA and with LDES
- The support of my mentors Daniel Schneider and Mireille Betrancourt is critical.
- The discussions and insight shared with Elodie Sierra, Lionel Regad and Pierre Brawand were of a great help during the initial phases of the design development.
- Céline Buchs for help in designing cooperation for learning features
- The numerous students who gave feed-back should be thanked too.

Références

- Bereiter, C. (2002). *Education and Mind in the Knowledge Age* (Second ed.): Lawrence Erlbaum Associates. Kobbe, L. (2005). Framework on multiple goal dimensions for computer-supported scripts: Knowledge Media Research Center (KRMC).
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328(5977), 463-466.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin. .
- Sandoval, W. A., & Daniszewski, K. (2004). Mapping Trade-Offs in Teachers' Integration of Technology-Supported Inquiry in high School Science Classes. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2).
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. *The Cambridge handbook of the learning sciences*, 97–115.
- S. Toulmin,(1958) *The Uses of Argument* Cambridge Univ. Press, Cambridge
- Zhang, J., Scardamalia, M., Lamon, M., Messina, R., & Reeve, R. (2007). Socio-cognitive dynamics of knowledge building in the work of 9-and 10-year-olds. *Educational Technology Research and Development*, 55(2), 117-145.