

Conference sub-theme :
Developping educational tools



New opportunities for authenticity in a world of changing biology.

François Lombard
TECFA, IUFE, LDES UniGeneva

francois.lombard@unige.ch

Plan

1. Context
2. Biology Change, Infodense world
3. Methodology DBR: focus on design features
4. Authentic ?
5. Science ? Scientific facts ?
6. Selected Results
7. Design features for Knowledge validation
 1. Authentic Resources
 2. Authentic Scientific Roles
8. Discussion

4 Paradigm change : IT- enhanced Biology 4 facets

Genomes & 'omics'

Georeferenced & other ()
Simulations,
Systems Biology

**Knowledge building in
infodense world**

-> Use information management tools



Authentic ?

A) Degrees of authenticity

1° Data

2° Tools

3° Epistemology

Implicit reference : Biology acad. research

B) Student's own authenticity ?



Authentic literature

School books <-> Primary literature

Available in class free

Pubmed, Bookshelf, Databases doiop.com/ins

Extra-school TV, internet, magazines

Scientific knowledge ?

Common «Fact »

True/false

Authority

Scientific Knowledge

$0 < \text{Certainty} < 100\%$

Justification

Source

Structure

Bromme, Pieschl, & Stahl, 2008

Lombard F. 17 VII 10

Scientific fact ?

« Humans differ from chimp 1.23% »

Justification :

- methods used (difference in terms of nucleotide substitutions)
- links to the data ([Full genome accessible in MapViewer](#))

Source :

- [The Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium](#) (2005)

Structure :

- Other methods for establishing similarities (DNA hybridization, gene homology, SNP identity, sequence identity, etc.).

0 < Certainty < 100%

Lombard F. 17 VII 10 → **Perspective.**

Authentic science...

Is complex

Data-mining...

Issue Popularize or empower ?

->Data-mining and Knowledge building
Strategies

Authentic Science...

... a method for validating knowledge based on confrontation with data and alternative explanations.

Sandoval, W. A., & Morrison, K. (2000).

Indeed the process of science relies on argument and debate to validate knowledge, but they are virtually absent from science education

(Osborne, 2010).

Scientific validation

Shift from science telling to science
doing?

(William A. Sandoval & Reiser, 2003)

Issue :

Students validate knowledge

Vs

Acceptable knowledge

Sandoval, W. A., & Daniszewski, K. (2004).

Are we sure they learn the right stuff ?

needed...

Curriculum covered ?

needed...

Knowledge & skills ?

AND...

Authentic science doing ?

Select resources, Validate, Communicate.

Research 2002-2009 focus on

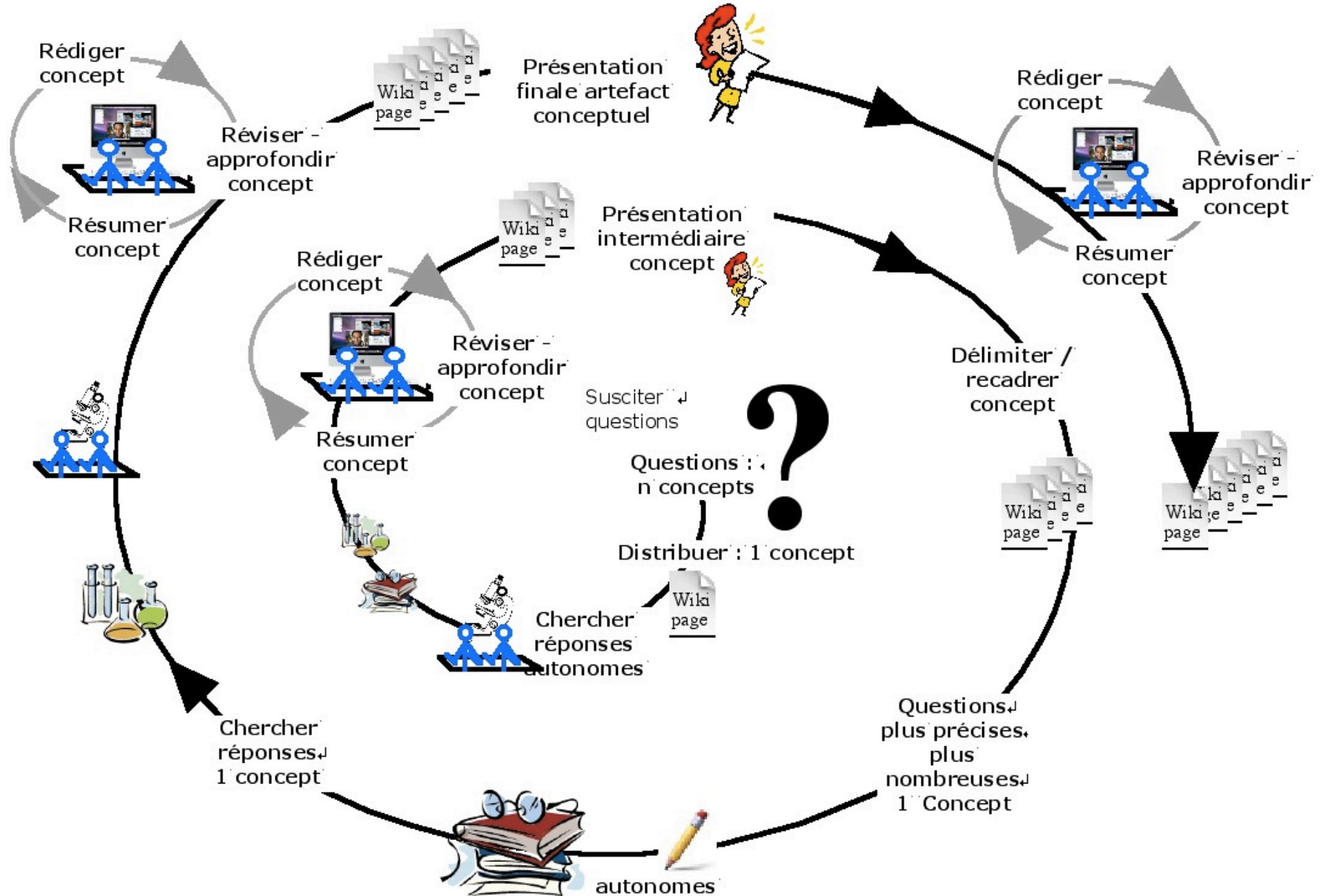
- 02 -> Design validation : produces appropriate knowledge ?
- 03 -> Q° control, curriculum coverage -> Q° ...IBL
- 05 -> Designing around teacher or including Teacher : dependant variable
- 06-> Writing 2 Learn (W2L)
- 08-> socio-cognitive issues
 - Scientific authenticity
 - Authority / Autonomy in validating.

Methodology DBR: focus on design features

- Design is object of research (not result)
- Results are design features
- Ethical : best available design delivered.
 - Design Based Research Collective (2003).
- N.B: Learning Environment includes but > IT artefact (Wiki, blog, web2 portal)
 - Kobbe, L. (2006). [Framework on multiple goal dimensions for computer-supported scripts](#): Knowledge Media Research Center (KRMC). pp 9-11

Design context

- University : vocational teacher training
- High school biology teaching
- Mature design :7years
 - 4 BI OS : Matric year, biology major,
 - 4 periods / week
 - N= 14-16 * 7years + other designs
- Radical design :
 - yearlong,
 - ~no lecture at all > 90% not from teacher
- Design not discussed *per se*



Design features

- Groups (4) common sub-theme
- Present to peers at early stage.
- Iterative writing (5-10 revisions) / 3-4 weeks / round
- Assessment explicitly linked to knowledge validation, referencing [example here](#)
- Epistemic complexity encouraged. Assessed for, Marked for

Results :

The students build knowledge ?

The students produce texts which shows signs of scientific knowledge.

- Select appropriate sources ?
- Validate themselves ?

DBR :Comprehensive approach

Not experimental paradigm (pre-post)

Integrate best available

Optimizing few parameters, managing many.

Full year responsibility of student
achievements.

About -> PCK Pedagogical content knowledge

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational

Researcher, 15 (2), 4-14.

Epistemic complexity results

■ Hakkarainen's four-point scale epistemic complexity of ideas (Zhang, Scardemalia, Lerner, Messina, 2008)

- Quel est le rôle des lymphocytes Ta dans l'immunité ?

Les Ta jouent un rôle central d'activation dans l'immunité humorale ainsi que dans l'immunité à médiation cellulaire.

*Comment les Ta sont-ils activés et comment agissent-ils une fois activés ?

A mesure que le CMH II nouvellement synthétisé se dirige vers la surface du macrophage ayant phagocyté l'antigène, il capture l'un des fragments bactériens (c.à.d. une des parties de l'antigène qui a été coupé lors de la phagocytose et qui se trouve maintenant dans le macrophage) dans son sillon récepteur d'antigènes et elle le transporte à la surface de la membrane plasmique, ce qui signale la présence d'un antigène étranger au Ta. L'interaction entre le CPA et le Ta est grandement facilitée par la **protéine CD4** qui se trouve à la surface du Ta. Cette dernière s'attache à une partie de la molécule du CMH II. **Cette liaison entre le CPA et le Ta aide à l'activation de ce dernier.**

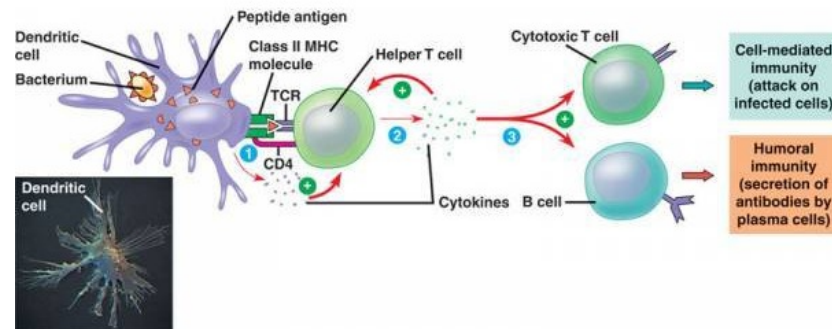


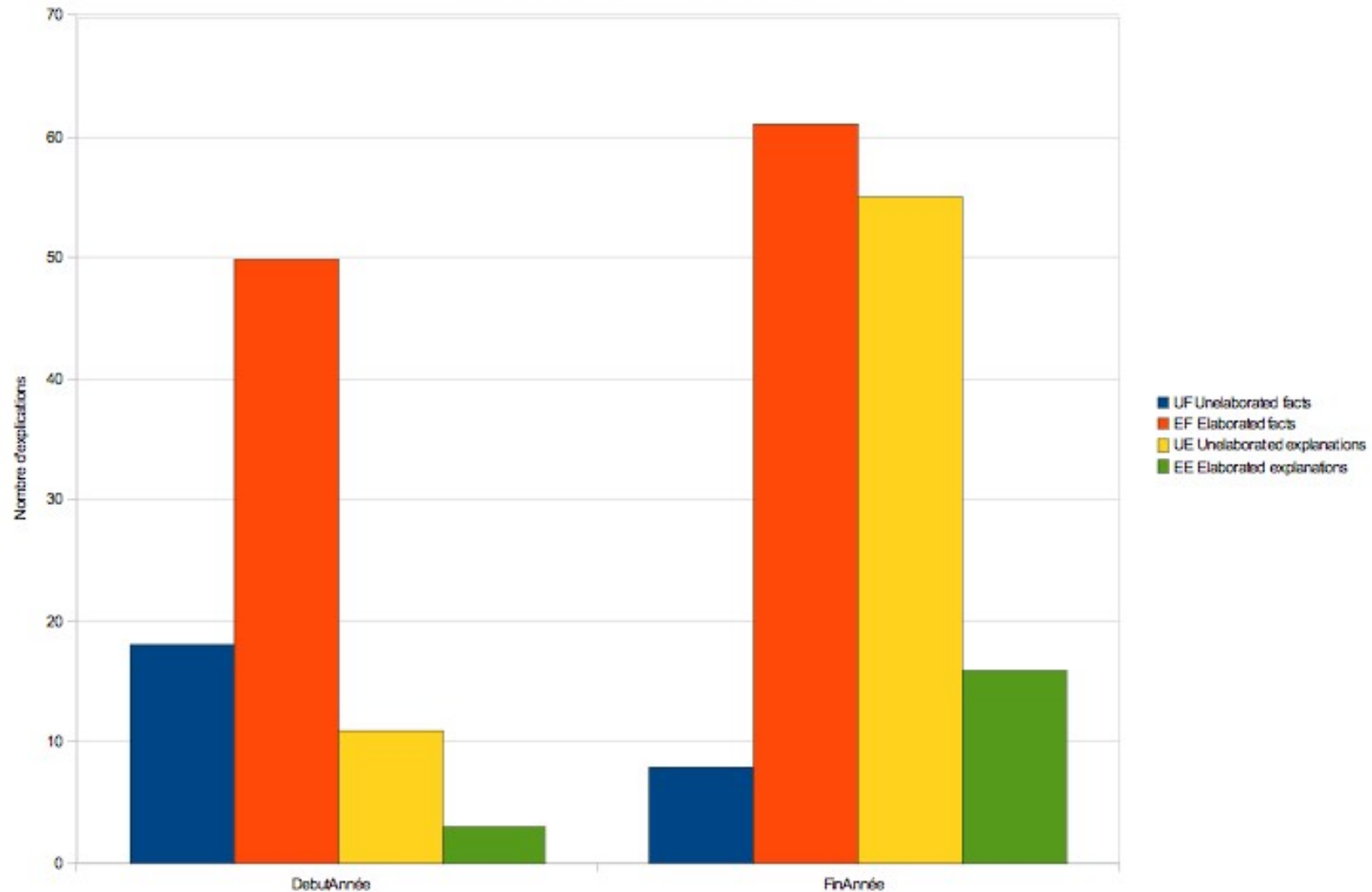
Figure 12: schéma du mécanisme d'action des T4 :

- 1.CPA phagocyte 1 bactérie et en transporte 1 fragment vers sa membrane plasmique grâce à une moléc. de CMH II.
- 2.Un Ta spécifique est activé par sa liaison au complexe CMH-antigène. Un lien se crée donc entre le CMH II et le TCR du Ta; cette opération est favorisée par la protéine CD4 ainsi que par l'IL-1 sécrétée par la CPA.
- 3.Ta activé prolifère : donne naissance à 1clone de cellules identiques dont les récepteurs sont spécifiques à la combinaison CMH-antigène présente. Ces dernières cell sécrètent des cytokines.
- 4.Cytokines stimulent encore plus les Ta et aident à activer les lymphocytes B et les Tc. Il faut cependant noter que à chaque invasion méthodique pas tous nos lymphocytes Tc ne sont activée.



7.1 Epistemic complexity

Complexité épistémique des explications



Autonomy in finding

en 3 ans de Biologie, je n'avais jamais osé m'aventurer dans le Campbell tant il me faisait peur, maintenant c'est la première chose que je fais quand je dois trouver réponse aux questions.

Results : stratigraphic

Example : immunology

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 hours : 4 students new subject

Question driven Inquiry
Autonomy

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 (cf. du Campbell un peu retouché).

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 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 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](#)

Results : stratigraphic

Example : immunology

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 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. Ils sont donc la source d'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 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 (ou 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 (macrophages) 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 zétes : Critères d'évaluation des zétes*

3-4 weeks : 4 students 2 IBL cycles

Epistemic Mechanism questions
Infodense management
Question driven Inquiry
Autonomy

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.

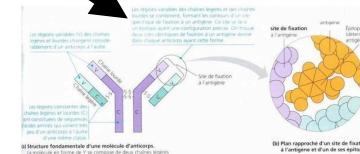
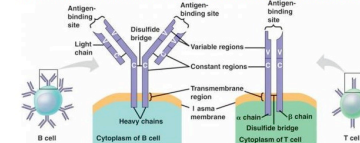


Figure 2: Structure d'une molécule d'anticorps typique : Chaque extrémité (gauche et droite) est formée d'une chaîne lourde et une chaîne légère. Leurs extrémités sont des régions variables, spécifiques à chaque anticorps (spécifique par le nombre des acides aminés qui la forme) et qui correspondent 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



a A B cell receptor consists of 1 identical heavy chains and 1 identical light chains linked by several disulfide bridges
b A T cell receptor consists of one alpha chain and one beta chain linked by a disulfide bridge
figure 3. Ce schéma nous montre plus précisément la structure des Ig anticorps "et des récepteurs cellulaires T (TCR) on combien ils 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

Self validation of knowledge : authentic science doing ?

a) Selecting resources

b) Validating information

-> own scientific knowledge

Resource selecting strategy

- Students not protected from, but confronted to abundant resources of varying authenticity
- Documents of uncertain value should be available
- Student's peers production...
- Issue : Belief in design – involvement
Self fulfilling invalidating prophecy?

Resource selection results

Resources used in pages

Diverse and adapted

Academic on-line books ([here](#))

Questionnaire (likert 1-4)

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

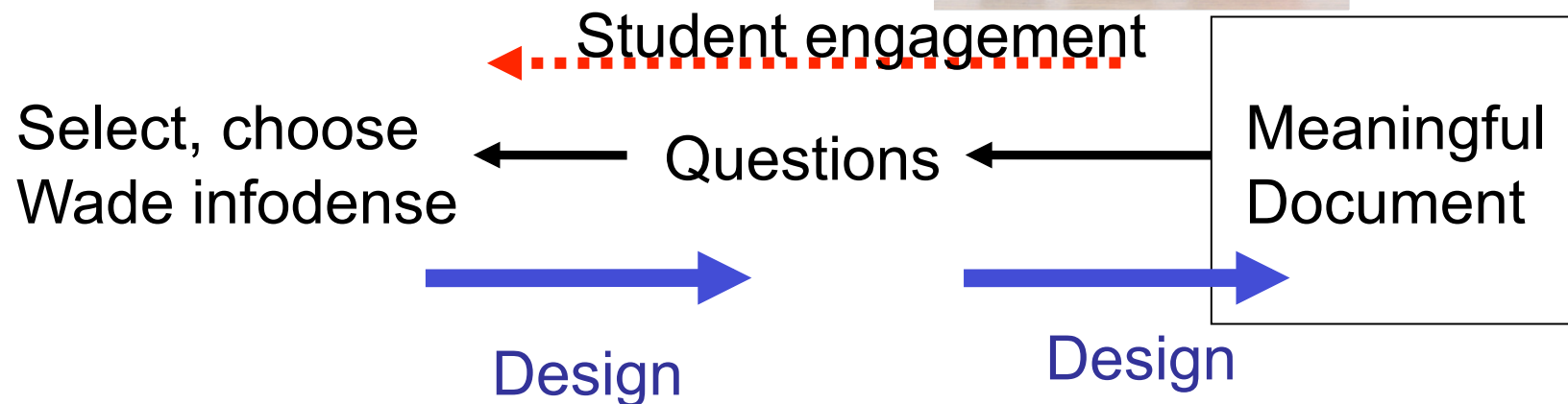
Wikipedia $\mu= 2.7$ « c'est parfois pour une petite base, pour aller chercher plus en profondeur par la suite »

Janeway $\mu= 2.3$ « j'ai découvert tout récemment que le Janeway est beaucoup mieux alors je vais commencer à plus l'utiliser »

Differenciate → selection

The “learn to select” Myth ?

- *Matrioschka Russian doll model*



- **-> Meaningful production**

W 2 L

- A) Replication (writing to the teacher)
≠
- B) Translation (writing to students),
- Translation -> more conceptual growth
(Gunel, Hand, & McDermott, 2008)
 - > Shared understanding of document status
 - > Meaningful document

Autonomy in validating ?

“ how they feel about the fact – in science
– the teacher doesn’t give the answers”

Average $\mu = 3.0$ out of 4 / s.d. = 1.04 → ???

Correlations

- 0.64** developed knowledge extraction capacities
- 0.56** seeing the wiki as a good support for structuring ideas
- didn’t correl. with exam results (negative, non significant),
- stable during the year

- Je suis toujours un peu inquiète de savoir si ce que je dis ou trouve est juste ou faux mais comme j'arrive mieux à trier mes lectures j'arrive aussi mieux à juger par moi même la qualité de l'explication.

Quelque chose de trop simple maintenant ne me convient plus j'ai toujours envie d'aller plus loin dans l'explication par exemple.

4 BIOS Student March 09

And if it's wrong ?

End of year :

No more a problem, referring to checking sources, logical coherence, or the fact there is no final truth in 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.”

Validation ?

Most pupils were at ease developing their own validation of knowledge

A few felt uneasy without teacher validation

Scientific knowledge ?

Certainty ?

Source ?

Structure ?

Les gros ouvrages qui font peur au départ sont abordés sous un tout autre angle maintenant. Nous avons appris à trouver, traiter l'information, comprendre le plus compliqué et l'analyser. Les ouvrages scientifiques ne sont plus une besogne, même si ils ne se lisent pas encore comme des romans et ne le seront probablement jamais.

Comparées à un autre cour, les connaissances acquises sont bien plus importantes. Je trouve qu'au lieu de rester à la surface, nous avons traité les problèmes plus en profondeur avec cette méthode qui nous laisse le temps de nous poser des questions et d'y répondre.

Whose Authority ?

Resources provide sci. authority

Students validate

-> Teacher scientific authority not established ?

-> Teacher authority on workflow, objectives, curriculum, strongly asserted.

Generalizability

Situation-specific : design not transferable

Classes curricula etc ∂

Teacher ∂

Design rules to create designs

Student involvement...

Create opportunity to establish scientific authority of teacher as the design puts him out of the knowledge transmitting role.

Create opportunity to establish learning potential of the design. Confidence in the learning potential of the design must be established for students – particularly high performers – to get involved.

Conclusions : design rules proposed

Focus on knl justification by students

Abundant resources of diverse quality

Pilot by the Q°

Relinquish content ownership of text to students.

Drive to adequate content by knowledge confrontation not authority.

Create opportunity for students to discuss partly elaborated ideas.

Thankyou for y

- Q° to you ...
 - Science Auth
psychology, .
 - Trust in desig
 - Les élèves ne résistent pas
lesquelles ils redoutent de
- <http://doiop.com/flop>
- francois.lombard@univ



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.