



- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

BioED 08

Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

François Lombard

IUFE LDES TECFA UniGeneva

Francois.lombard@tecfa.unige.ch



LABORATOIRE DE
DIDACTIQUE ET D'
EPISTEMOLOGIE DES
SCIENCES

Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Plan

- Context
- i-ICT : integration of ICT
- IT-Rich Biology
- Educational implications
- Designing IT- enhanced Biology teaching for responsible citizens
 - What literature suggests
 - Selection : Authentic, Knowledge Building
 - Designing process
 - Examples
- A few design Rules



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Research context

- Biologist
- Biology educational software developer
 - Neurodude, etc.
 - -> educational designer
- Lecturer teacher training :
 - ICT integration, educational sciences UniGE
 - -> Biology didactics, IUFE, UniGE
- Thesis research in Educational sciences
TECFA LDES:
 - Biology evolution / IT-Enhanced biology teaching





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

IT and biology learning

IT-induced change of science

-> IT enhanced Biology (BIST)

≠

Didactic use of IT for teaching science

-> iTIC





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

IT Education

- 3 levels
 - Train to use Computer
 - Integration in didactics iICT
 - Knowledge building IT enhanced tools
- iICT
 - Biology teaching with ICT
 - Biology IT induced change



Lombard F. 26 VI 08

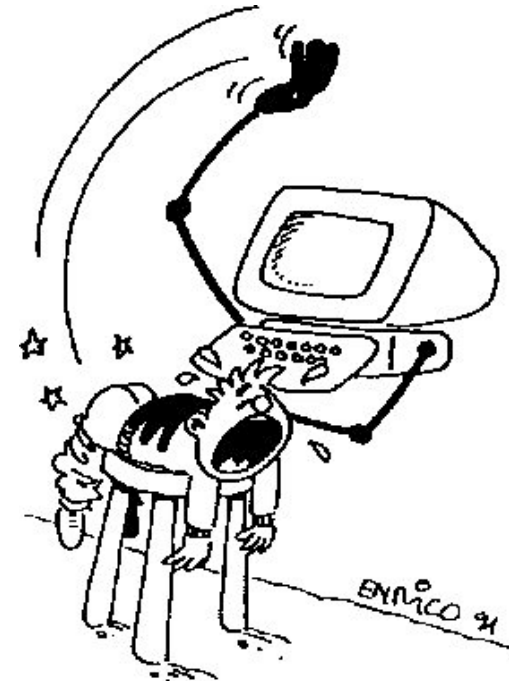
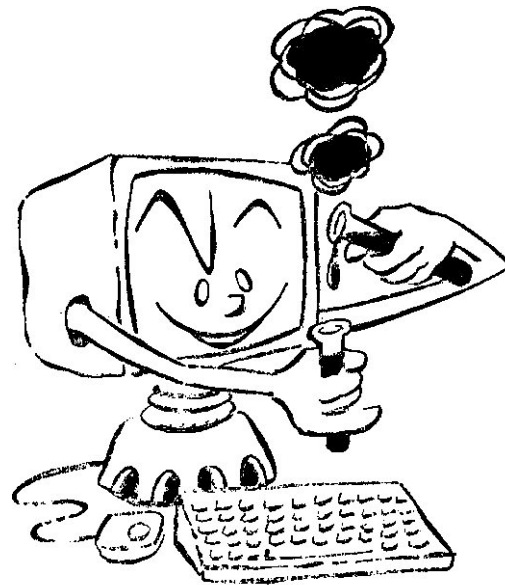




- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Educative *Technologies* ?

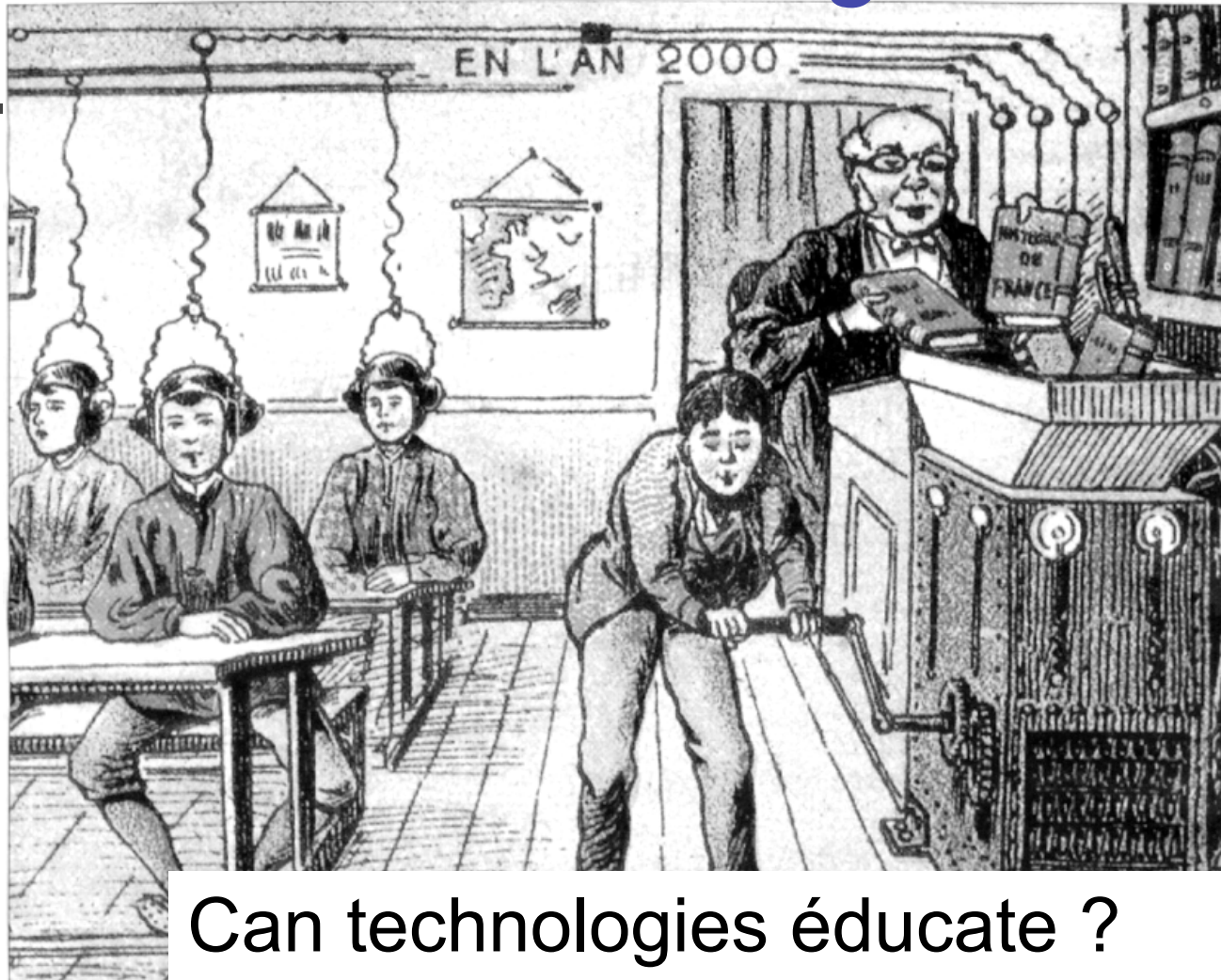
- Can technologies educate?





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Educative *Technologies* ?



Can technologies educate ?

Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Educational tools for teaching

- Presentation tools
 - Slides
 - Whiteboards
- Simulations
- ExAO (Faure-Vialle, B. 2001)
 - Experimenting (de Vecchi, 2006)

Etc.





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Science is a way of building knowledge

- Biosciences defining characteristics are:
 - (1) that all knowledge is **related to observation or experiment**,
 - (2) a family of methods and disciplines grouped around the investigation of life processes and the interrelationships of living organisms
 - (3) they **exist in an environment of current hypotheses rather than certainty**
 - (4) they include disciplines in which rapid change is happening
 - (5) they are essentially practical and experimental subjects »
 - Sears, H., & Wood, E. (2005).





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

IT- enhanced Biology

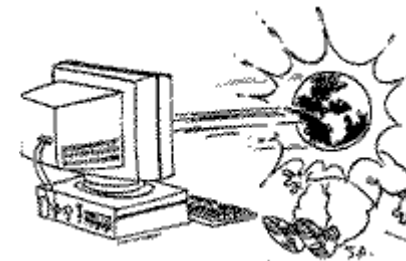
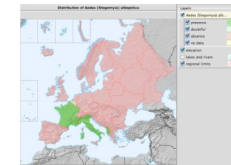
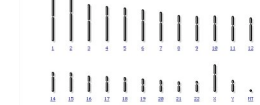
Biology is undergoing a paradigm change

- IT- enhanced Biology 4 aspects identified

- Bioinformatics (Example)
- GIS and other databases (Example)
- Systems Biology and Simulations (Ex)
- Knowledge building in an infodense world (Example)

Homo sapiens (human) genome view

Build 36.2 statistics Switch to previous build





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Authentic Biology today ?

- In vivo (mid 20th)
- In vivo + In vitro (end 20th)
- In vivo + In vitro + In silico ?
- IT - Enhanced Biology
 - Anecdotal evidence : most biologist spend near 70 % of their activity doing *IT - Enhanced Biology*



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Biology itself changes

- We had searched for many years and found 1 human pheromone receptor. When the human genome became available,

In one week we found 110 new genes !

Rodriguez, I. (2008) [Bio-Reviews](#)^N

Then we went back to the bench to analyze their activity with classical tools

Complement not opposition



Lombard F. 26 VI 08

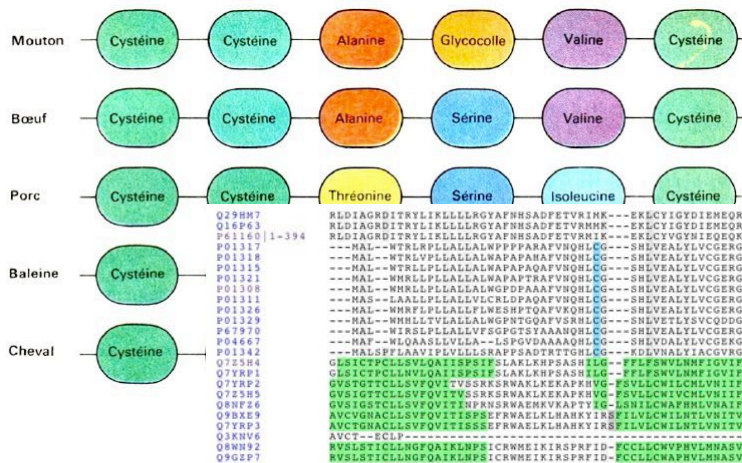




- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Technology : virtual ?

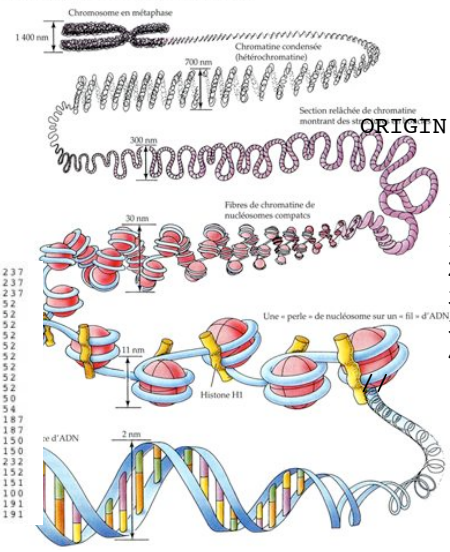
- IT : virtual layer between reality and students ?
- Information /S what it's about
- Protein,



```

Q29HM7 RLDIAGRDITRYLIKLLLRGVAFNHSADFETVRHMK--ERKCYIGYDIEMEQRLALET 237
Q16P63 RLDIAGRDITRYLIKLLLRGVAFNHSADFETVRHMK--ERKCYIGYDIEMEQRLALET 237
P61160 1-394 RLDIAGRDITRYLIKLLLRGVAFNHSADFETVRHMK--ERKCYIGYDIEMEQRLALET 237
P01317 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P01318 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P01315 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P01321 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P01308 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P01311 ---HAS--LAALLPLALLVLCRLDPAQAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P01326 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P01329 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P67970 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P94667 ---MAL--NTRSLPLALLALWAPAPAFVQHLGCG--SHLVEALYLVCGERGFFYFP 52
P01342 ---MALSPFLAAVIFLVLLSRAPPSADTRTGTGLGCG--KDLVHALYIACGRGFFYFP 54
Q725H4 GESICTPCLLSVQATISPSIFSLAKLRKPSASRHLG--FFLFSWVNMFIQVIFCCTLR 187
Q71RP1 GESICTPCLLSVQATISPSIFSLAKLRKPSASRHLG--FFLFSWVNMFIQVIFCCTLR 187
Q71RP2 GVSIGTTCLLSVFQVITVSSRKRWAKLREKAPKHVG--FSVLLCWLLCMLVHIIFPVYT 150
Q725H5 GVSIGTTCLLSVFQVITVSSRKRWAKLREKAPKHVG--FSVLLCWLLCMLVHIIFPVYT 150
Q8N126 Q8N126 Q8N126 Q8N126 Q8N126 Q8N126 Q8N126 Q8N126 Q8N126 Q8N126 232
Q9BXE9 AVCVGHACLSSVFQVITISSEFRWAEKLRHAKYIRSFILVLCMLLHLLVHITVPLHVT 152
Q71RP3 AVCVGHACLSSVFQVITISSEFRWAEKLRHAKYIRSFILVLCMLLHLLVHITVPLHVT 152
Q3KHV6 AVCT--ECLP----- 100
Q8NH92 RVSLSLTCLLNGFQAKLNPISICRWMEIKIRSPRID--FCCLLCWPHVLMHASVLLLVN 191
Q9G2P7 RVSLSLTCLLNGFQAKLNPISICRWMEIKIRSPRID--FCCLLCWPHVLMHASVLLLVN 191
  
```

Figure 9-5 Niveaux d'empaquetage de l'ADN. Schéma montrant comment l'ADN est « empaqueté » dans un chromosome en métaphase.



```

1 agccctccag gacaggctgc atcagaaga
61 tggcctgtg gatgcgctc ctgccctg
121 cagccgacg ctttgtgac caacacctg
181 tagtgtcgg ggaacgaggc ttctctac
241 tgcagtggg gtagtgagg ctggcggg
301 ccctggagg gctcctgcag aagcgtggc
361 cccttacca gctggagaac tactgcaac
421 ccgctcctg caccgagaga gatggaata
  
```





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Massive amounts of Data

IT - caused avalanche of info

IT - enhanced tools to manage info

New tools, competencies, strategies

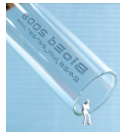
BIO2010 (2003). : Transforming Undergraduate Education for Future Research

-> New teacher competencies



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Complexity : popularize or empower ?

- "The greatest intellectual sin that we educators commit is to oversimplify most ideas that we teach in order to make them more easily transmissible to learners. In addition to removing ideas from their natural contexts for teaching, we also strip ideas of their contextual cues and information and distill the idea to their "simplest" form so that students will more readily learn them.
- But what are they learning? That knowledge is divorced from reality, and that the world is a reliable and simple place. But the world is not a reliable and simple place, and ideas rely on the contexts they occur in for meaning " p.8





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Authentic ?

- **Authentic ?** Vanderbilt. (1990).
 - **Authentic data**
 - Uniprot, Mapviewer, BookShelf
 - **Authentic Tools**
 - BLAST, Phylogeny, FaunaEuropea, SOPHY,
 - Freely available on the web
 - **Authentic Epistemology**
 - **Research : knowledge improvement** Bereiter, C. (2002).





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

New BIST competencies

- Quantitative Biology
 - (algorithmic, Dynamical systems, differential, etc)
- IT tools :
 - Dbase, queries, BLAST, CLUSTALW, etc.
- Knowledge :
 - Dbases (NIH, SwissProt EMBL, TREMBL, GBIF, TOL,)
- Knowledge building strategies





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Examples

- IBL for high school teaching
- Popularized science as a tool for knowledge building strategies
- Teacher training strategies
 - Teacher training Geneva
 - doiop.com/bist
 - ModulintégraTIC



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

BIST

- How to teach students to build knowledge in an info-dense world ?
 - Select, validate, build synthesis, produce valuable
- To practice true science i.e. work with uncertain knowledge (hypothesis)
- to improve knowledge in Biology ?





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Objectives

- Learning Objectives
 - Std or better achievement at exams.
 - Better *scientific thinking* ≠ science of conclusions
 - Autonomy in learning : empower students
- Research objectives
 - Develop a teaching design for IT- enhanced Biology
 - Literature, experience -> design rules
 - Embed conjectures, test
 - Refine design rules



Lombard F. 26 VI 08

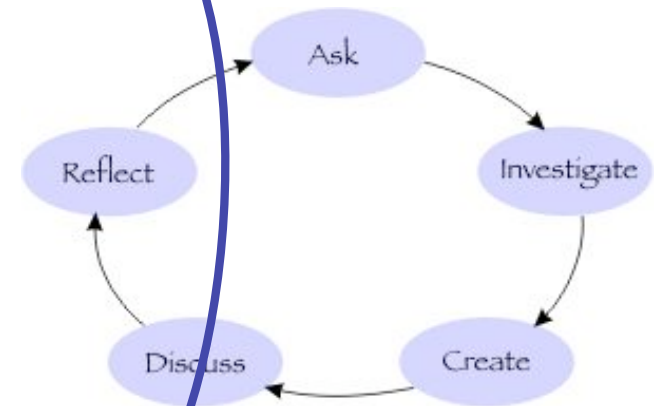




- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

IBL design

- Elicit questions
- Experiment, observe, read.
- Compose Q & A
- Present / Discuss
- Reframe



The crucial difference between current formulations of inquiry and the traditional "scientific method" is the explicit recognition that inquiry is cyclic and nonlinear.»

- Sandoval 2004p. 216





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Teaching context

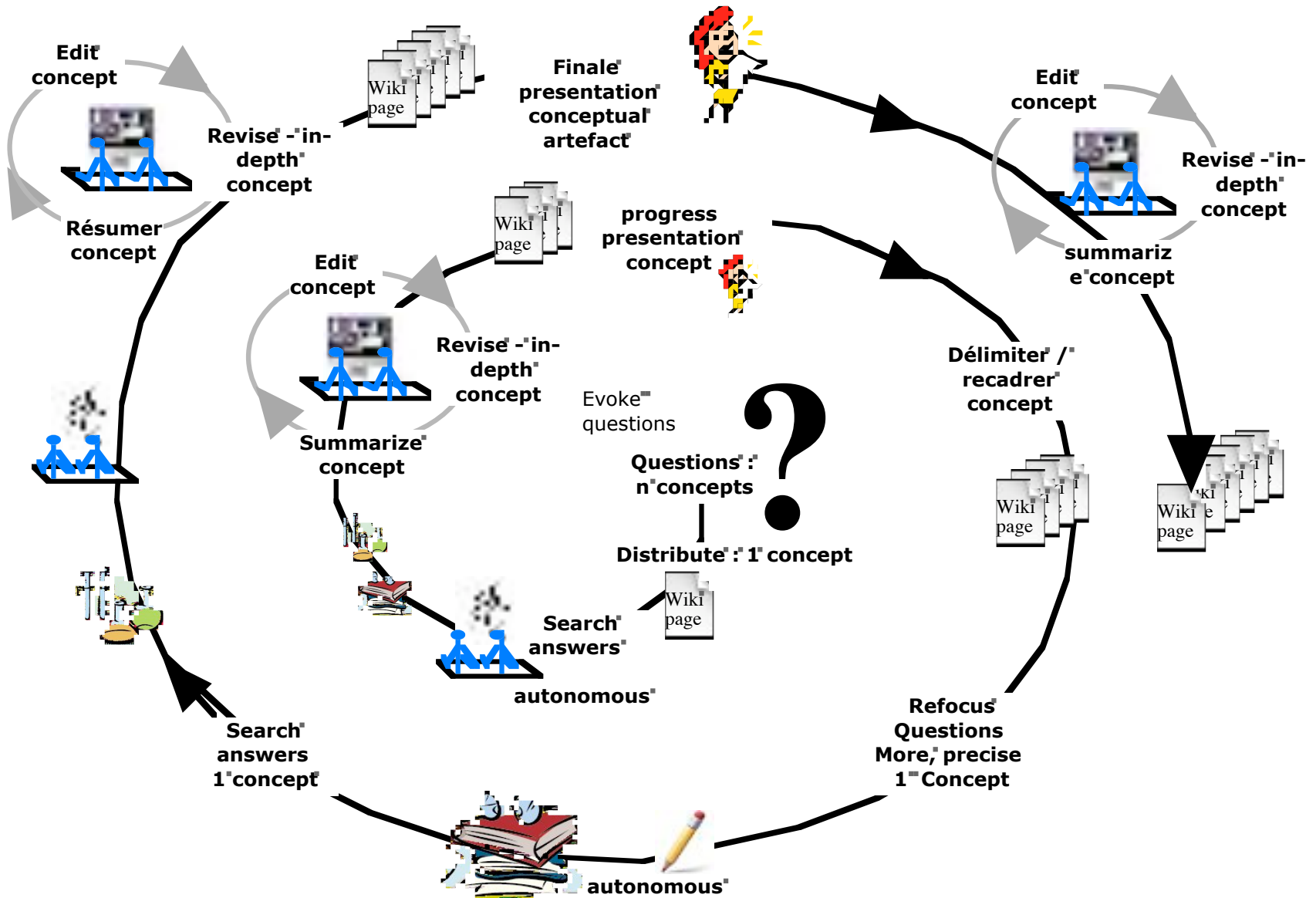
- Biology high school
- Geneva public schools
- Students 16-**19** yrs
- Minor / **Major**
- Usual context, exams, etc

involvement vs distance : issue





Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Conjectures 1/5

- Engage students in meaningful inquiry activity
 - Many ... e.g.; Giordan, (1998) De Vecchi, (2006).
- ->deep understanding.





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Conjectures 2/5

- Iteratively writing a significant document (W2L)
 - (Scardamalia, 2004, Catel, L. (2001).
 - Writing more than print to computer
- ->Writing (wiki) to build Knowledge in infodense environments





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Conjectures 3/5

- Shared writing space (wiki) : idea confronting
 - (Socio-cognitive conflict (Astolfi & Develay, 2002; Hammer, 1996; Joshua & Dupin, 1993; W. A. Sandoval, 2003))
- -> In-depth understanding, work on preconceptions





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Conjectures 4/5

- Presenting current knowledge @ early stages
 - (Sandoval 2004)
- -> favor synthesis, interconnections
- -> learn to work with ideas "in an environment of current hypotheses rather than certainty".





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Conjectures 5/5... and more

- Teacher as tutor ; knowledge authority found in experiment or resources.
 - (William A. Sandoval & Daniszewski, 2004)
 - -> develop scientific knowledge building, i.e."that all knowledge is related to observation or experiment".
 - -> validate ideas by their ability to explain data or stand up to criticism





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Methods

- Design Based Research (DBR)
 - Global : *design* is the object.
 - Learning seen as system
 - Iterative design cycles.
 - Ethical : best design offered
 - Conjectures embedded tested, towards design rules
 - Brown, A. L. (1992). Design Based Research Collective. (2003). Sandoval, W. A. (2004). Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004).





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Data

- Data sources
 - Wiki Data : all versions of text is recorded
 - Questionnaires
 - In-training teachers records
- Stratigraphic analysis
- Yearlong analysis
- Longitudinal analysis.





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

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 lutter 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. Ils 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 noeuds 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 rompre la survie. Critères d'évaluation des pages : [CritèresEvaluationPage](#)





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

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 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 (cf. du Campbell un peu rebouchée).
 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 les lymphocytes reconnaissent. Les 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. Ils sont donc spécifiques 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 le lympho 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 phagocyte, éliminons-nous du cours de deuxième sur les bactéries. Juste 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 provoquer la mort. Cf. aussi l'évaluation des zéro. Cf. aussi l'évaluation des zéro.

3-4 weeks : 4 students 2 IBL cycles

- Mechanism questions
- Infodense management
- Question driven Inquiry
- Autonomy

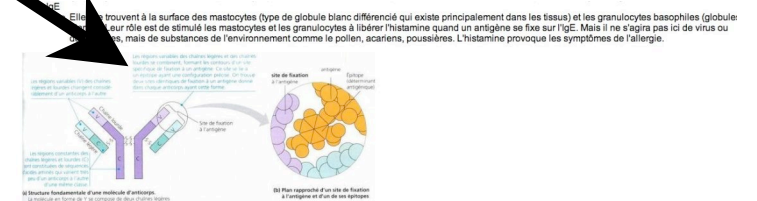


Figure 2: Structure d'une molécule d'anticorps typique : Chaque extrémité (gauche et droite) est formée d'une chaîne lourde et une chaîne légère. Leurs extrémités sont des régions variables, spécifiques à chaque anticorps (spécifique par le nombre des acides aminés qui la forme) et qui correspondent 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 le voir en 3-D dynamique ici : http://education.expasy.org/structure_browser/structure_browser.html

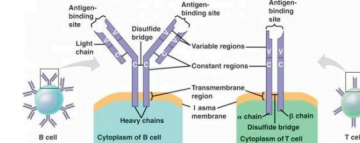


Figure 3: Ce schéma nous montre plus précisément la structure des Ig anticorps "et des récepteurs cellulaires T (TCR) on combien ils sont similaires.

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





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

End of year questionnaires

([link](#))

- Students perceived
 - Efficient learning method,
 - structuring, challenging, adequate to prepare for uni
 - Autonomy, responsibility : pride.
 - Mature view of resources,
 - defiant of affirmative « scientifically proven » info.
 - Aware of power of writing to structure, build K.
 - Aware of k. assessing potential of presentations
 - Cooperation : Mixed feelings
 - Workload !





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Anecdote

- En fait, (cette méthode) est proche de l'histoire de l'homme et du poisson. Si tu donnes un poisson un jour à une personne, il pourra manger qu'une fois alors que si tu lui apprends à pêcher... Personnellement, au collège, je préfère avoir notre poisson quotidien





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Results

- Student feed-back afterwards ([link](#))
- j'ai commencé l'université de St Gall ce semestre et la methode wiki est deja tres utile pour 4 grandes raisons:
 - 1° chaque matiere nous devons travailler en groupe.
 - 2° La deuxieme LWA qui nous apprend a travailler et apprendre de maniere scientifique. La methode wiki va exactement dans ce raisonnement soit de reduire au maximum l'apprentissage passif.
 - 3° travail / 2 mois. Ainsi, de savoir rapidement structurer un travail et savoir comment faire des recherches =atout
 - 4° j'ecris des questions bien precises -> etudiants plus avances dans le bachelor /programme de coaching.

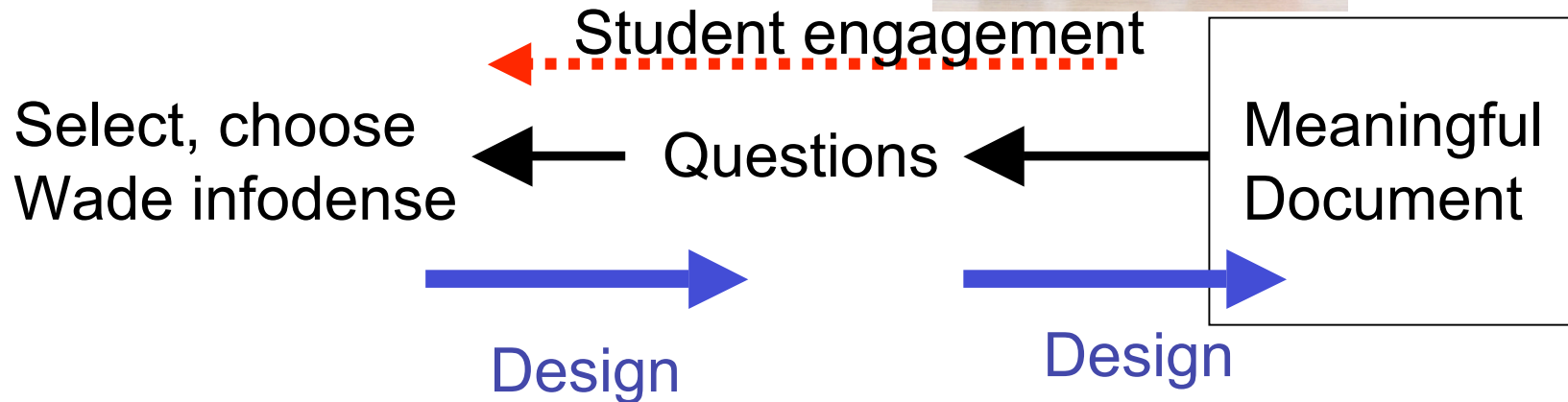




- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Some design rules 1

- Matrioschka Russian doll model*





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Some design rules

- Learn students strategies to manage complex information rather than popularize
- Structuring strategy : IBL
- T -> Coachindexing role :
 - Question eliciting resources / activities.
 - Answer-finding resources / activities.



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Some design rules 3

- Embedding structuring control into the design
 - Empowers students.
 - Frees the teacher for high level interaction
- -> Formalizing design gives more freedom ?
 - Example : define structure of document, of presentation, time control



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Trade-offs

- Formal mastery of domain vs. developing student's ideas
- Document quality vs. quality of the learning supported by this document.
- Accessible, easy to understand resources vs. authentic resources.
- Popularizing science vs. empowering students to face complex information.
- Teacher authority vs. student empowerment.





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

A few variables

- Document status re. student goal. ?
- Effective role of questions ?
- Document ownership ?
- Teacher's perception of profession
 - Control ?
 - Knowledge distribution
 - Scientific competence
 - ...



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Conclusions

- Evidence suggests
- Effective design for building knowledge in infodense resources
- Design might empower students :
knowledge building
 - "No longer is information itself power; rather, power is gained from the ability to access the right information quickly. " (NSF 2006)
 - And publish in relevant context.
- Design could develop better NOS.



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Questions ->discussion

- Science, school & uncertainty ?
- Complexity / Pygmalion effect ?
- Focus on student production ?
- Teacher authority vs learners trust -> valid reference to learn from / with





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Acknowledgements

- This research is partly supported by the Département de l'Instruction Publique de Genève.
- 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.
- The support of my mentor Daniel Schneider is critical.
- The numerous students who gave feed-back should be thanked too.



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Refs 1/4

- AAAS. (1993). *Project 2061, Benchmarks for Science*. Washington: American Association for the Advancement of Scienceo. Document Number)
- Astolfi, J.-P., & Develay, M. (2002). *La didactique des sciences* (6e éd. mise à jour ed.). Paris: Presses universitaires de France.
- Bindé, J., & UNESCO. (2005). *Towards knowledge societies : UNESCO world report* (No. 923204000X). Paris: UNESCO. (P. UNESCO o. Document Number)
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- De Vecchi, G. (2006). *Enseigner l'expérimental en classe : pour une véritable éducation scientifique* Paris: Hachette éducation.
- Design Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Duchâteau, C. (1992). L'ordinateur et l'école ! Un mariage difficile ? *Publications du CeFIS*, 5(28).
- Giordan, A. (1998). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Belin.
- Hammer, D. (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for. Education research *American Journal of Physics*, 64(10), 1316-1325.
- Hammer, D. (1997). Discovery learning and discovery teaching. *Cognition and Instruction* 15(4), 485-529.
- Horman, J. (2005). *Une exploration de l'interaction sociale en ligne lors de la réalisation d'activités d'apprentissage collaboratif dans deux espaces interactifs: un site internet et des wikis.*, Université Laval.
- Hounsell, D., & McCune, V. (2002). *Teaching-Learning Environments in Undergraduate Biology: Initial Perspectives and Findings* Edinburgh: Economic & Social Research Council, Department of Higher and Community Educationo. Document Number)
- Huba, M. E., & Freed, J. E. (2000). *Learner-Centered Assessment on College Campuses: Shifting the Focus from Teaching to Learning*. Needham Heights, MA Allyn & Bacon.

Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Refs 2/4

- Jonassen, D. H. (2003). *Learning to Solve Problems with Technology: A Constructivist Perspective*. Upper Saddle River NJ USA: Merrill Prentice Hall.
- Joshua, S., & Dupin, J. J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Kobbe, L. (2006). *Framework on multiple goal dimensions for computer-supported scripts*: Knowledge Media Research Center (KRMC)o. Document Number)
- Kuhn, T., S. (1972). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris: Flammarion.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (2004). Internet Environments for Science Education.
- Lombard, F. (2007). Du triangle de Houssaye au Tétraèdre des TIC : Comment l'analyse des productions TIC permet d'approcher une compréhension des interactions entre les savoirs d'expérience et de recherche(Contribution au REF03). In B. Charlier & D. Peraya (Eds.), *Les technologies éducatives : une opportunité d'articuler les savoirs d'expérience et ceux issus de la recherche ?* . Bruxelles: De Boeck.
- Lombard, F. (2007, 24-28 Avril 2007). *L'actualité de la biologie : vulgariser ou autonomiser ?* Paper presented at the JIES : XVIIIes Journées internationales sur la communication, l'éducation , la culture scientifiques techniques, et industrielles, Chamonix.
- Martel, V. (2005). *Émergence d'une communauté d'apprentissage en réseau à l'ordre primaire [ressource électronique]: l'activité de transformation d'un environnement d'apprentissage par la direction, les enseignants et les élèves (étude de cas)*. Université Laval, Laval.





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Refs 3/4

- Modell, H. I. (2000). How To Help Students Understand Physiology? Emphasize General Models. *Advan. Physiol. Edu.*, 23(1), 101-107.
- NRC Committee on Undergraduate Biology Education to Prepare Research Scientists for the 21st Century. (2003). *BIO2010: Transforming Undergraduate Education for Future Research Biologists* (No. ISBN: 0-309-08535-7): National Research Council o. Document Number)
- NRC National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*: National Acadmies Press.
- NSF. (2006, May 24-26, 2006). *Reconsidering the "Textbook"*. Paper presented at the Reconsidering the "Textbook", Washington.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2006). *Science education Now : a renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelles: OECD EUROPEAN COMMISSION o. Document Number)
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being *American Psychologist* 55(1), 68-78.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and Epistemic Aspects of Students' Scientific Explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5-51.
- Sandoval, W. A. (2003, June 2004). *The inquiry paradox: why doing science doesn't necessarily change ideas about science*. Paper presented at the Sixth Intl. Computer-Based Learning in Science Conference 2003 Nicosia, Cyprus.



Lombard F. 26 VI 08





- Information Technology (IT) to change biology teaching, or teaching IT-changed biology ?

Refs 4/4

- Sandoval, W. A. (2004). Developing Learning Theory by Refining Conjectures Embodied in Educational Designs. *Educational Psychologist*, 39(4), 213-223.
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199-201.
- 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. (2004). CSILE/Knowledge Forum®. *Education and technology: An encyclopedia*, 183-192.
- Schneider, D., Class, B., Catherine, F., Girardin, F., Lombard, F., Morand, S., et al. (2003, Juin 2003). *Conception et implémentation de scénarios pédagogiques riches avec des portails communautaires Les communautés virtuelles éducatives*. Paper presented at the second colloque de Guéret.
- Sears, H., & Wood, E. (2005). Linking Teaching and Research in the Biosciences. *Bioscience Education e-journal (BEE-j)*, 5.
- The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1990). Anchored Instruction and Its Relationship to Situated Cognition. *Educational Researcher*, 19(6), 2-10.
- Wooley, J. C., & Lin, H. S. (2005). *Catalyzing Inquiry at the Interface of Computing and Biology*. *Committee on Frontiers at the Interface of Computing and Biology, National Research Council*: National Academies Press
- Wright, R. L., & Klymkowsky, M. W. (2005). Points of View: Content versus Process: Is This a Fair Choice? *Cell Biology Education*, 4, 189-198.



Lombard F. 26 VI 08

