

Alice Delserieys Pedregosa - alice.delserieys@univ-amu.fr

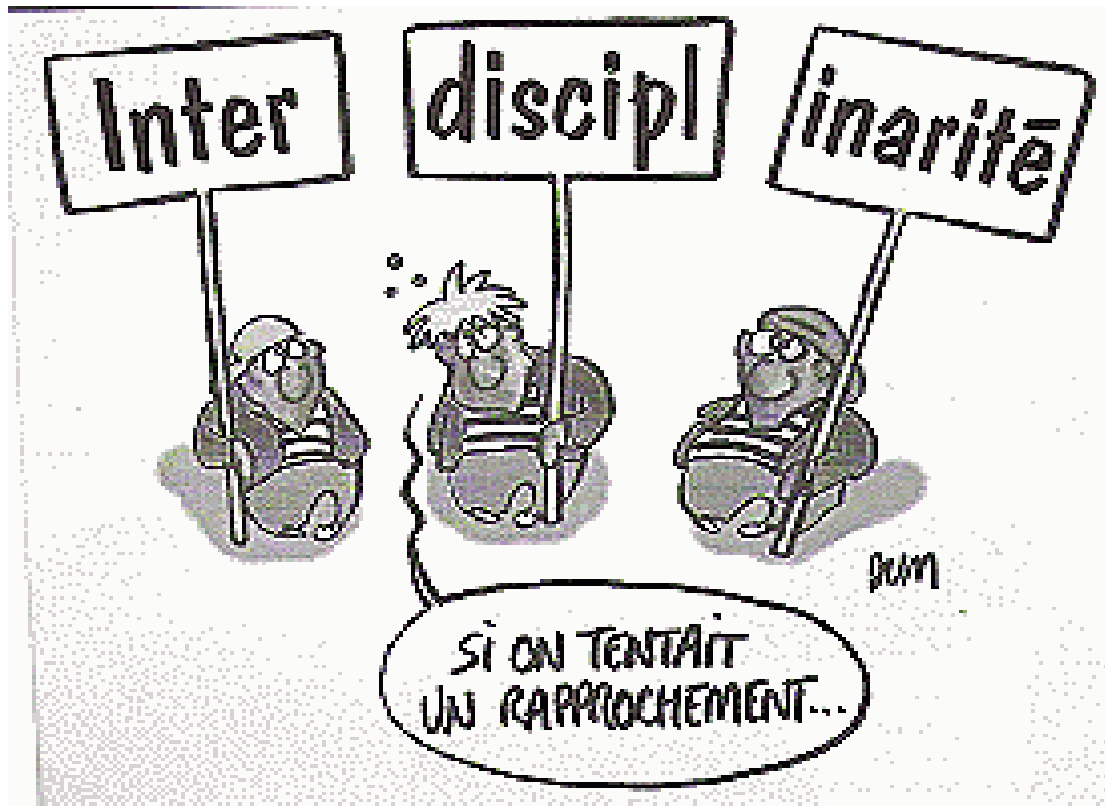
ESPE - AMU - EA 4671 ADEF

Membre de l'association ARDIST



« Sciences et technologie au cycle 3 Entre rupture et résonance »

Croisement des disciplines SCT au cycle 3



Partie 1:

Avant le croisement... des disciplines ?

Partie 2:

Croisement des disciplines en question

Partie 3:

Dialogue entre disciplines

Avant le croisement... des disciplines ?

« Dans son sens dégradé, la discipline devient un moyen de flageller celui qui s'aventure dans le domaine des idées que le spécialiste considère comme sa propriété »

Edgard Morin

<http://ciret-transdisciplinarity.org/bulletin/b2c2.php>



Avant le croisement... des disciplines ?

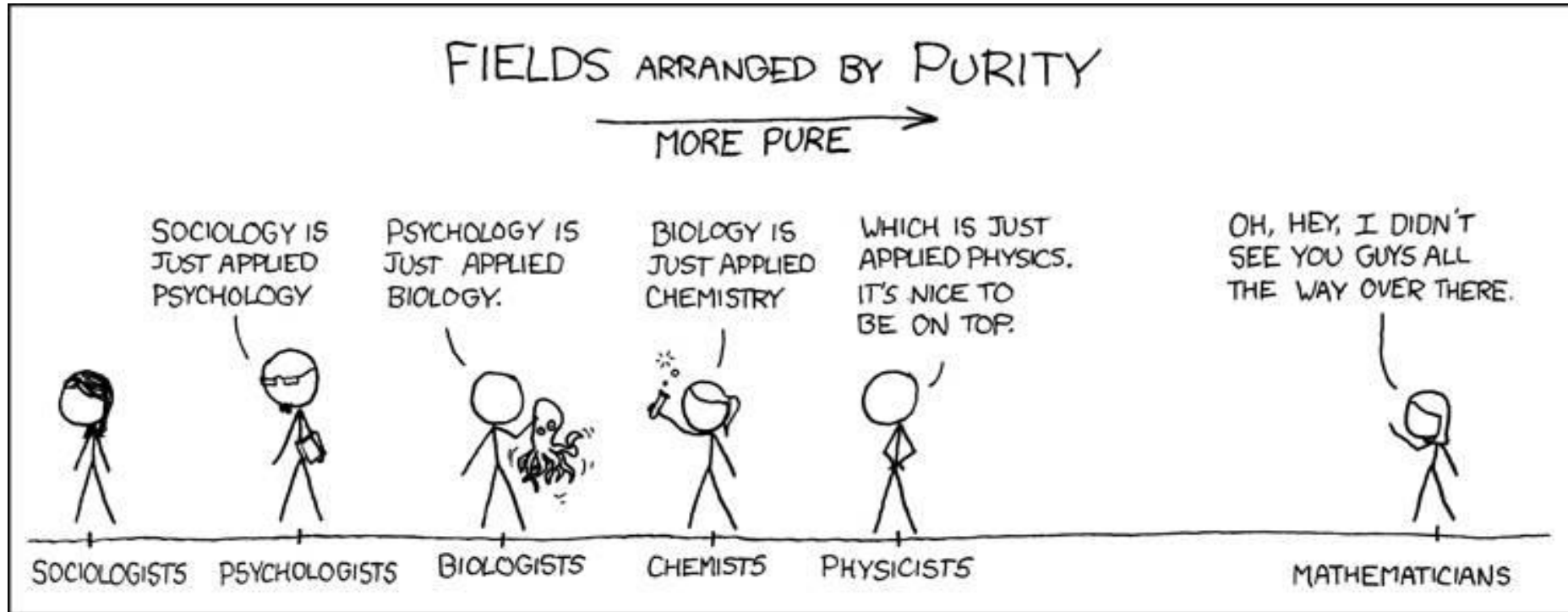
Une discipline est fondée autour d'une **branche de connaissance** qui s'occupe d'un **objet d'étude** plus ou moins bien découpé :

- La vie, la terre (« vaguement découpés »)
- Les composés d'azote, d'oxygène, d'hydrogène et de carbone pour la chimie organique (« exactement découpé »)

Elle se caractérise par de **nombreux implicites** acceptés par une communauté collective, politique et juridique, par des maîtres qui se regroupent autour de leur enseignement.

Serres, M.

Avant le croisement... des disciplines ?



Classification des sciences pour mettre en lumière les interconnexions, les échanges entre différentes disciplines.

Une classification **subjective**

<http://xkcd.com/435/>

Avant le croisement... des disciplines

Classification des sciences pour mettre en lumière les interconnexions, les échanges entre différentes disciplines.

Pour organiser les connaissances
1876 : classification décimale
de Dewey dans les bibliothèques



Avant le croisement... des disciplines

Classification des sciences

L'**encyclopédie** est organisation, sélection et simplification. Elle propose une **hiérarchie de la connaissance**, classe les branches du savoir et ordonne du général au particulier les connaissances acquises. Comme on ne peut tout illustrer, **il faut trier dans chaque discipline** l'essentiel de l'accessoire, les vérités établies des controverses. Enfin, il faut rendre accessible à l'homme moyen tout l'univers de la connaissance, donc vulgariser et donner à l'ensemble unité et clarté de style (Chevrier, 1997).

<http://agora.qc.ca/textes/ency.html>



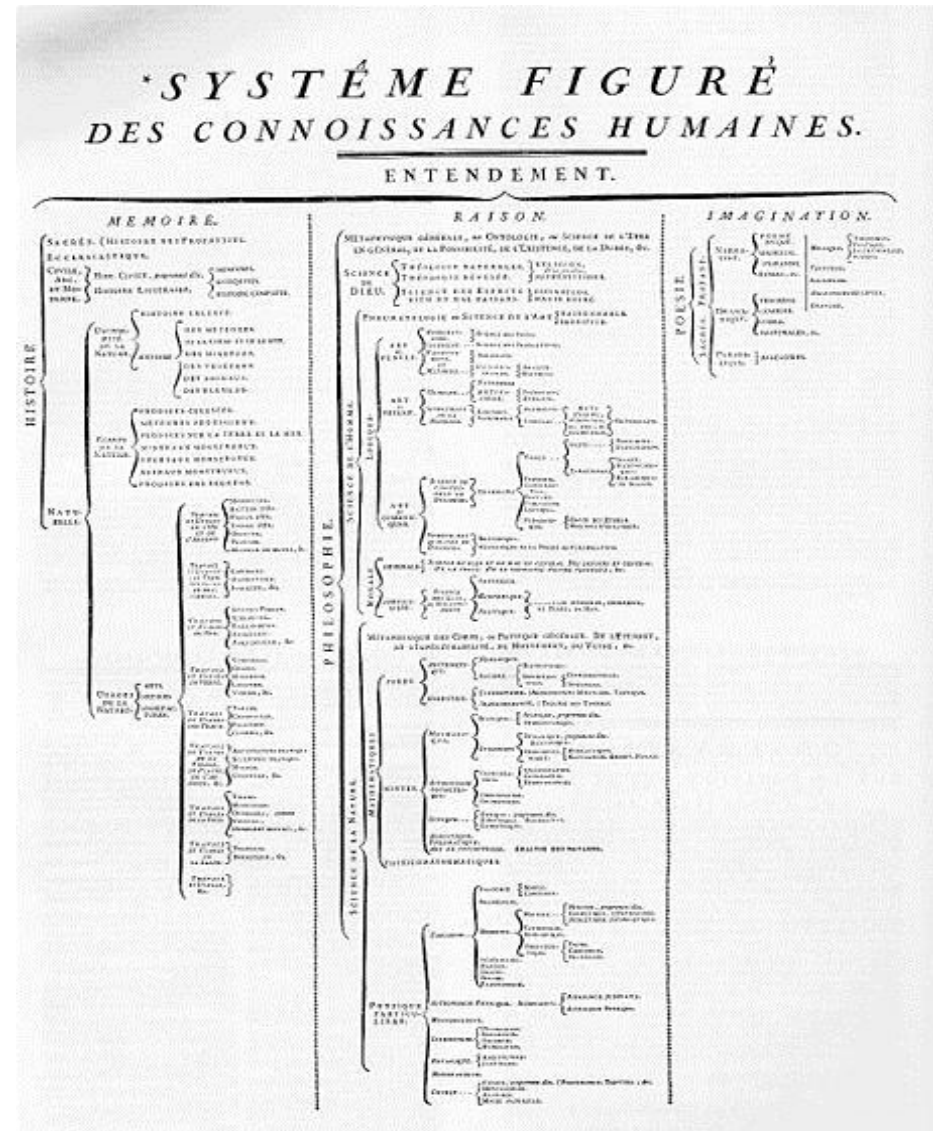
Avant le croisement... des disciplines

Classification proposée par Aristote :

- Les sciences **théoriques** ou de pure connaissance : mathématiques, physique, métaphysique.
- Les sciences **pratiques** ou de l'action : morale, économie, politique.
- Les sciences **poétiques** ou de la création : rhétorique, dialectique, poétique

Avant le croisement... des disciplines

Classification proposée par Bacon :



Avant le croisement... des disciplines

Classification proposée par Bacon :

Un subdivision de la science correspondant à 3 facultés de l'esprit:

- Les sciences de **la mémoire** : histoire naturelle, histoire civile.
- Les sciences de **l'imagination** : poésie
- Les sciences de **la raison** : philosophie, conçue comme l'étude de Dieu, de la nature et de l'homme.

« Le savant ne doit pas faire comme l'araignée, qui tire tout d'elle-même. Il ne doit pas non plus se borner à amasser des faits, comme la fourmi des provisions. Il doit grouper, classer les faits et en découvrir les lois, semblable à l'abeille qui élabore son miel. » Bacon, 1605

Avant le croisement... des disciplines

Classification proposée par Auguste Comte :

1. Mathématiques
2. Astronomie
3. Physique
4. Chimie
5. Biologie
6. Sociologie

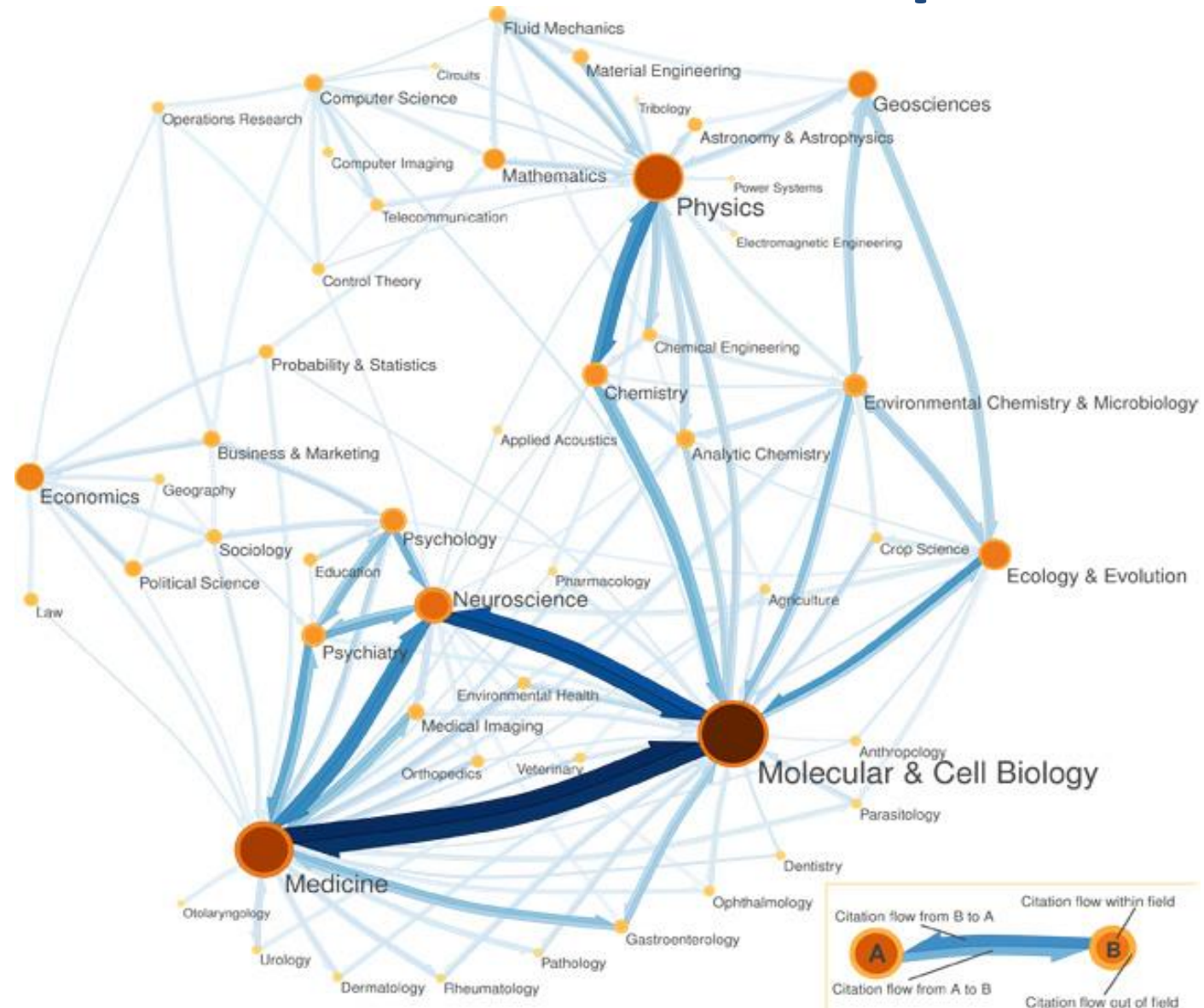
Logique de complexité croissante des phénomènes étudiés et chronologiques

Avant le croisement... des disciplines

Moyen moderne de classer les sciences et évaluer leurs interconnexions :

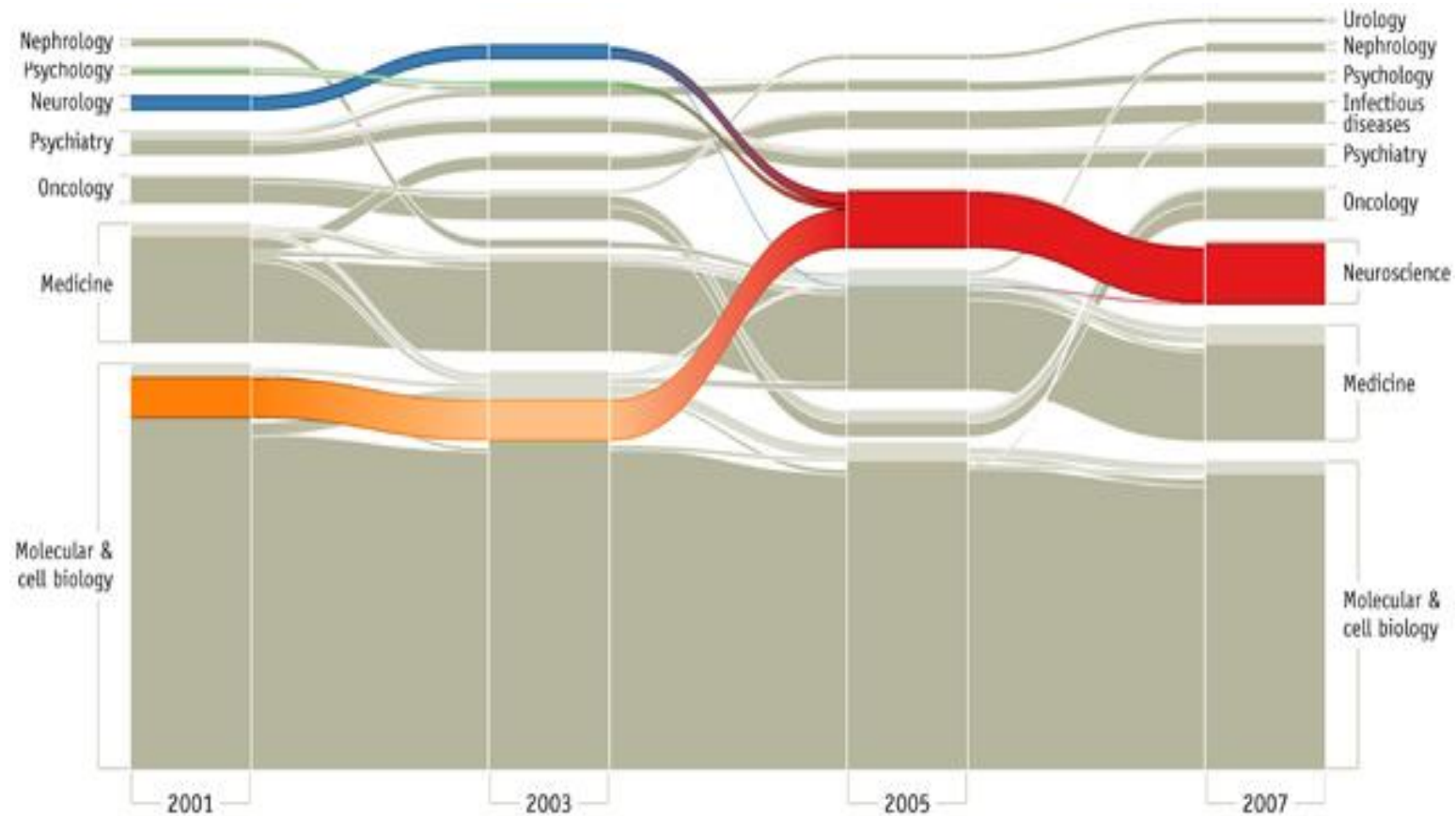
Les publications

Avant le croisement... des disciplines



<http://www.eigenfactor.org/map/maps.php>

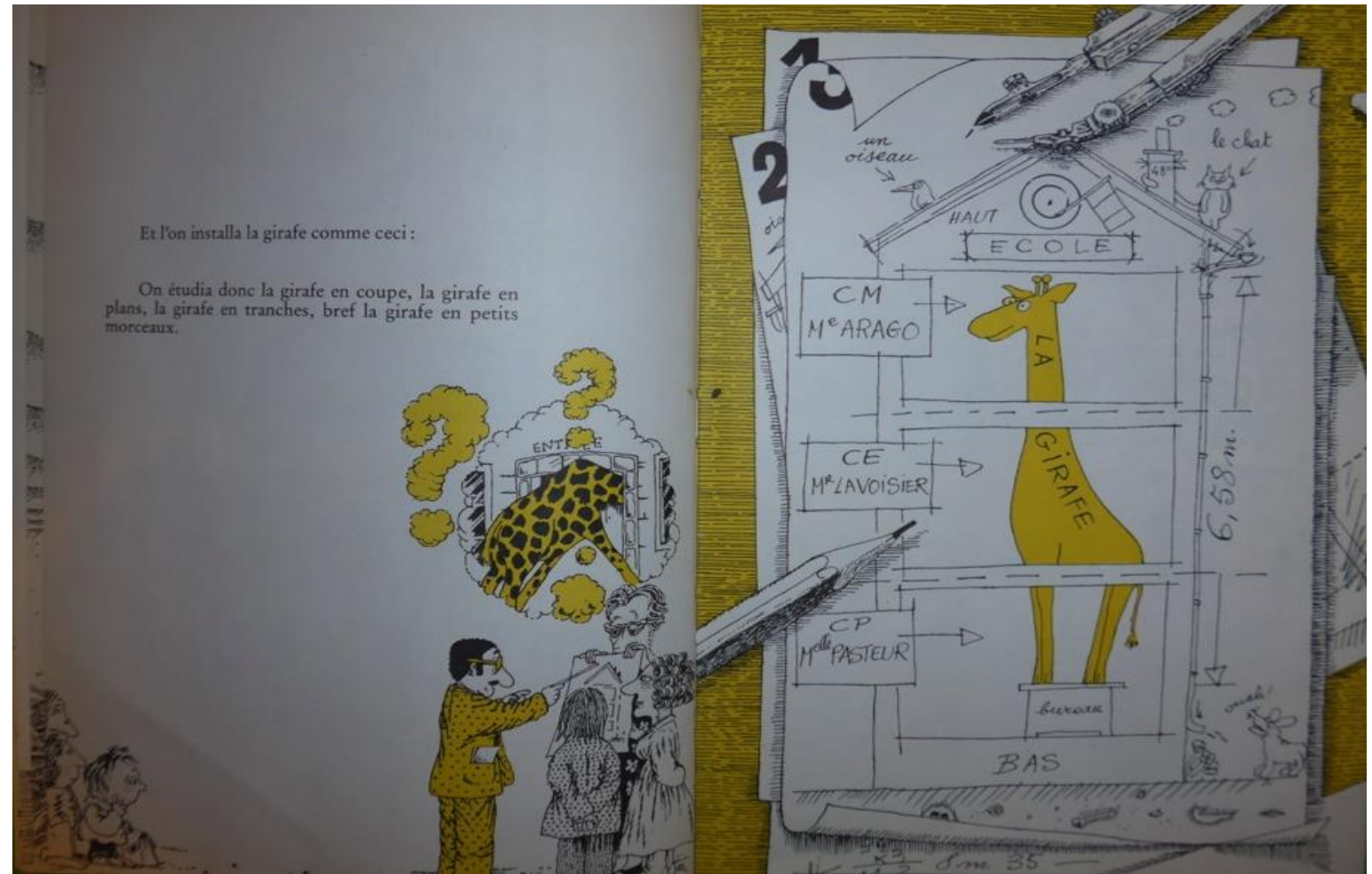
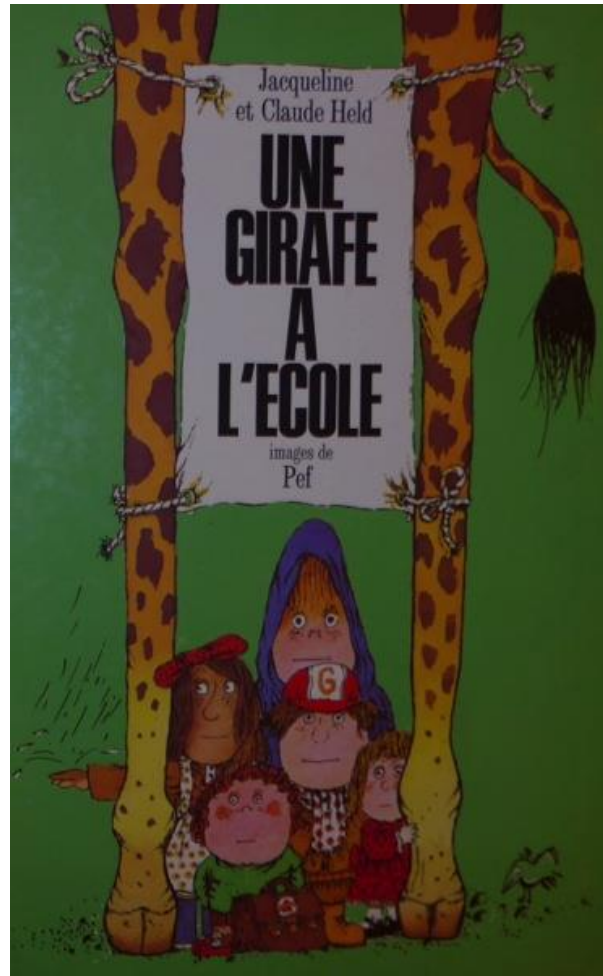
Avant le croisement... des disciplines



Rosvall et Bergstrom (2010)

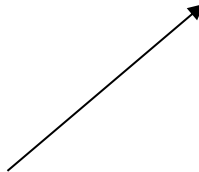
<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0008694>

Avant le croisement... des disciplines Et à l'école?



Croisement des disciplines en question

Des questions
d'identité et
d'organisation du
travail humain



**Croiser des disciplines scientifiques et
technologiques au cycle 3 :
Quelles questions cela pose ?**



Des questions de
mise en œuvre

Croisement des disciplines en question

Quelle interdisciplinarité ?

D'après Yves Lenoir (Cahiers Pédagogiques, 2015)

Différentes approches :

- Interdisciplinarité **conceptuelle** vs interdisciplinarité **instrumentale**
- Interdisciplinarité **scientifique** vs interdisciplinarité **scolaire**

Croisement des disciplines en question

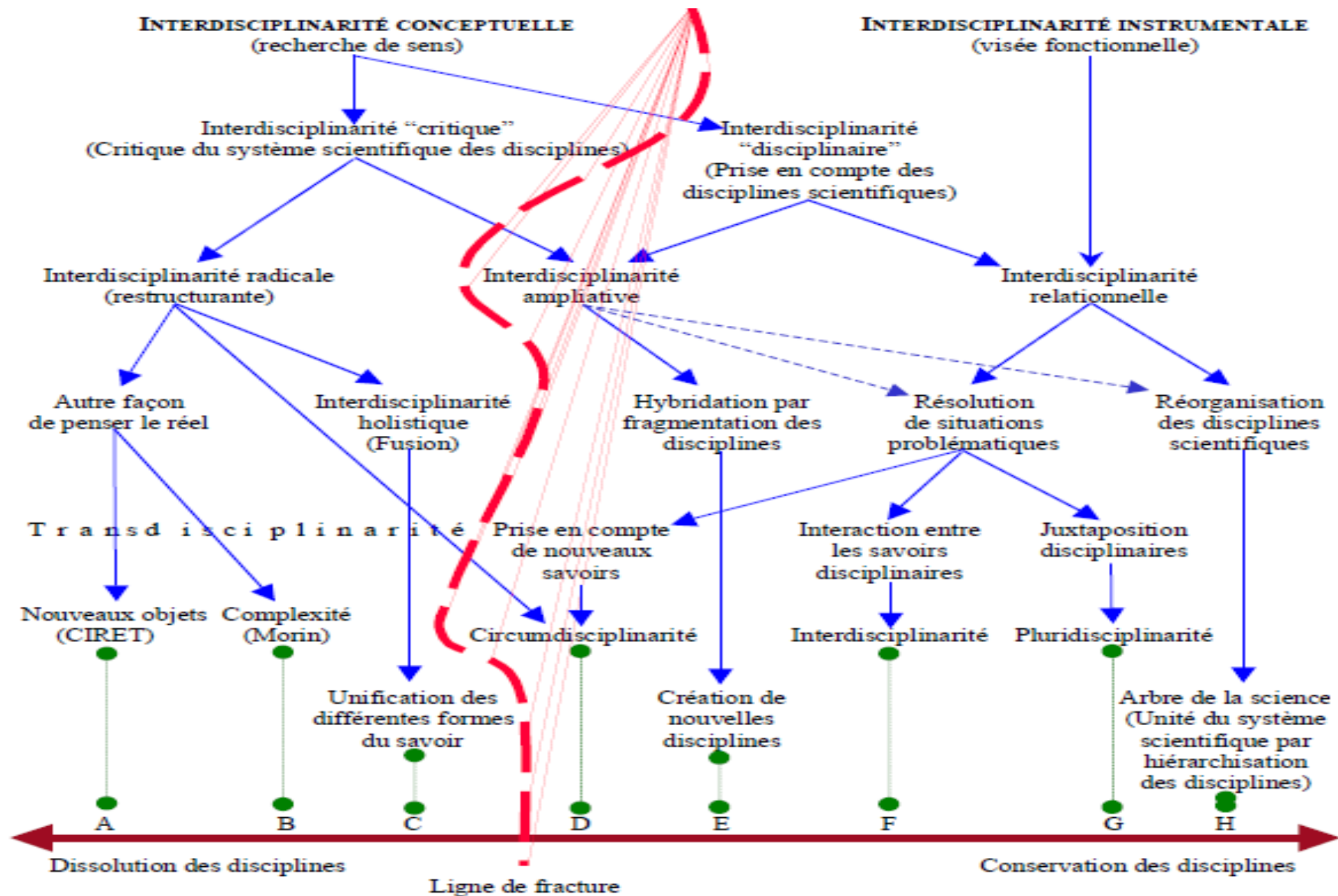
Croiser des disciplines et recourir à une approche interdisciplinaire, est-ce :

- Enseigner en faisant appel à toutes les disciplines des programmes d'études ?
- Recourir aux compétences transversales ?
- Ancrer les activités dans les domaines généraux de formation ?
- Utiliser un thème pour proposer des activités dans différentes disciplines ?
- Enseigner en même temps, la biologie, la géologie, la technologie, la physique, la chimie ?
- Dépasser les contenus des disciplines pour centrer son enseignement sur des questions du quotidien ?
- Utiliser une approche par projet ?

Croisement des disciplines en question

Différentes approches :

- Interdisciplinarité **conceptuelle** vs interdisciplinarité **instrumentale**



Croisement des disciplines en question

Différentes approches :

- Interdisciplinarité **conceptuelle** vs interdisciplinarité **instrumentale**
- Interdisciplinarité **scientifique** vs interdisciplinarité **scolaire**

Interdisciplinarité scientifique	Interdisciplinarité scolaire
Le savoir comme système de référence	Le sujet apprenant comme système de référence
Conduit à la production de nouvelles disciplines	Conduit à l'établissement de liens de complémentarité entre des matières scolaires et des niveaux d'enseignement

Croisement des disciplines en question

Des questions
d'identité et
d'organisation du
travail humain

```
graph TD; A["Croiser des disciplines scientifiques et technologiques au cycle 3 :  
Quelles questions cela pose ?"] --> B["Des questions d'identité et d'organisation du travail humain"]; A --> C["Des questions de mise en oeuvre"]; A --> D["Des questions relevant des finalités éducatives"];
```

**Croiser des disciplines scientifiques et technologiques au cycle 3 :
Quelles questions cela pose ?**

Des questions
relevant des
finalités éducatives

Des questions de
mise en oeuvre

Croisement des disciplines en question

Mais des difficultés interne à la mise en œuvre d'une approche interdisciplinaire:

- un **esprit de synthèse** : « forme plus haute » de l'analyse qui vient construire quelque chose de sensé à partir de ce que l'effort de connaissance à d'abord disséqué (Bergson, 1913)
- des **connaissances étendues** dans des domaines variés. Connaissances qui touchent aux fondements essentiels des disciplines souvent implicites, sous entendus (Delattre, 1984)

Croisement des disciplines en question

Des questions d'ordre
conceptuelles

Des questions
d'identité et
d'organisation du
travail humain

**Croiser des disciplines scientifiques et
technologiques au cycle 3 :
Quelles questions cela pose ?**

Des questions
relevant des
finalités éducatives

Des questions de
mise en œuvre

Dialogues entre disciplines

Dialogues de mots:

Dialogue 1 : Démarches scientifiques / investigation / conception / démarche technologique

Dialogue 2 : Dessin / dessin d'observation / schéma / croquis / diagrammes

Dialogue 3 : Modèles / maquettes / modèle technique / modélisation du réel

Dialogue 4 : Énergie

Dialogues entre disciplines

Dialogue 1

Démarches scientifiques / investigation / conception / démarche
technologique

Démarches scientifiques / investigation / conception / démarche technologique

Multiplicité des démarches, multiplicité des définitions

- « *une séquence d'enseignement est, selon nous, une séquence d'investigation si 1) l'élève effectue un ou des apprentissages au cours de la séquence... 2)... en réalisant des tâches qui ne sont pas uniquement des tâches d'ordre expérimental... 3)... et en participant à la recherche de validité des productions des autres élèves* ». Morge et Boilevin (2007)
- les élèves ont besoin de mettre en jeu « *une large variété de processus tels que simplifier et structurer des problèmes complexes, observer systématiquement, mesurer, classer, créer des définitions, quantifier, inférer, prédire, émettre des hypothèses, contrôler des variables, expérimenter, visualiser, découvrir des relations et des connexions, et communiquer* », le degré d'investigation dépendant « *de la distribution des responsabilités entre l'enseignant et les élèves* » (Projet PRIMA, 2010-2013)
- « *un partage de responsabilité à l'égard des connaissances entre l'enseignant et les étudiants. L'investigation peut être considérée comme un mode spécifique de contrat didactique (Brousseau, 1997), où en particulier les productions des élèves sont le point de départ du travail de l'enseignant* » Gueudet et al (2010)

Référence Cariou (2015)

Démarches scientifiques / investigation / conception / démarche technologique

Multiplicité des démarches, multiplicité des définitions

Synthèse de Jean-Yves Cariou (2015):

Articuler esprit créatif et esprit de contrôle

Poincaré (1905) - « *deux sortes d'esprits* » : l'intuition et la logique

Bruner (1986) - « *les processus de formation d'hypothèses* » et « *les techniques conçues pour leur test.* »

Piaget (1924) – fonctions de l'intelligence : « *celle d'inventer des solutions et celle de les vérifier* » et prône « *une éducation de l'esprit d'invention* » et « *une formation de l'esprit de contrôle* »

Référence Cariou (2015)

Démarches scientifiques / investigation / conception / démarche technologique

Multiplicité des démarches, multiplicité des définitions

Synthèse de Jean-Yves Cariou (2015)

<i>TYPE D'INVESTIGATION</i>	<i>But</i>	<i>Type d'interrogation</i>	<i>Ce qu'on recherche</i>	<i>Type de propositions</i>
<i>INVESTIGATION EXPLICATIVE</i>	Comprendre	Problèmes explicatifs <i>Comment expliquer ? Comment s'effectue ? Comment fonctionne ?</i>	Des explications	des hypothèses explicatives
<i>INVESTIGATION PRAGMATIQUE</i>	Parvenir à...	Problèmes pragmatiques <i>Comment faire ?</i>	Des moyens	des moyens possibles, "hypothétiques"
<i>INVESTIGATION INFORMATIVE</i>	S'informer	Questions <i>Quel ? Quand ? Quoi ? Où ? Est-ce que ? Combien ? Y a-t-il un lien entre... ?</i>	Des informations (réponses)	des hypothèses factuelles

Dialogue entre disciplines

Dialogue 2

Dessin / dessin d'observation / schéma / croquis / diagrammes

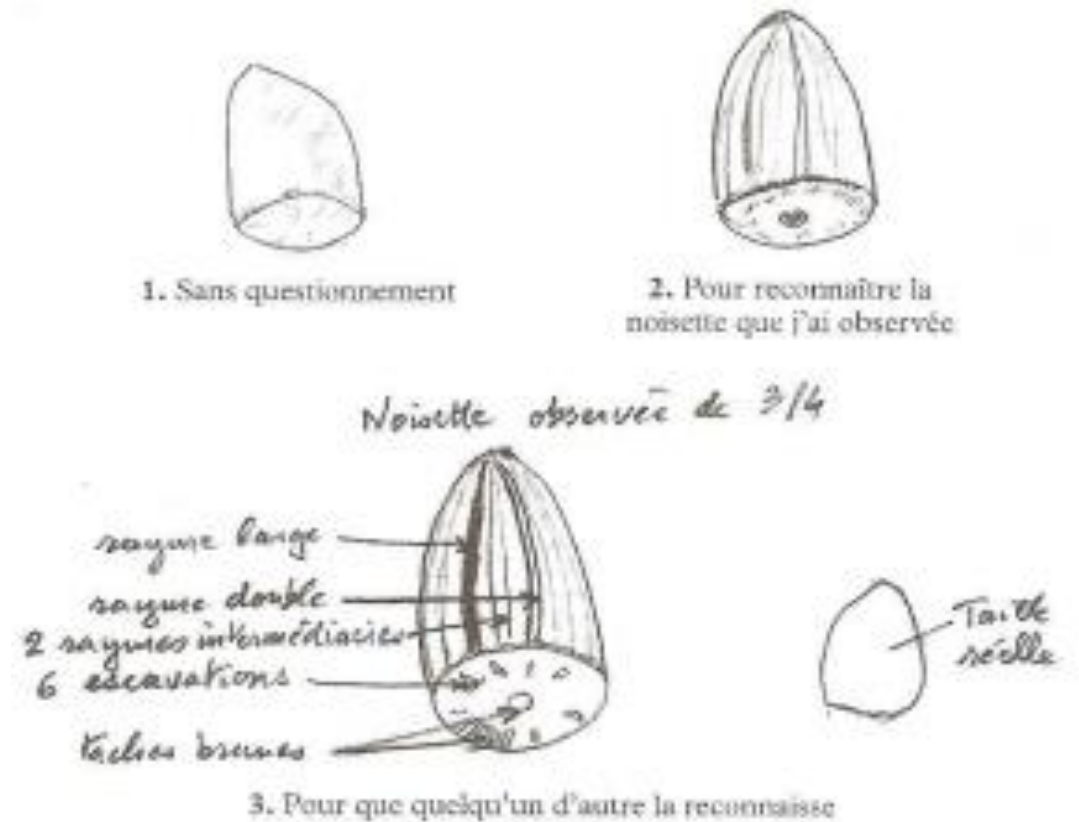
Dessin / dessin d'observation / schéma /
croquis / diagrammes

Ruptures

Dessin d'observation

Pour outiller l'observation

Pour repérer et représenter des détails



Source : <http://www.dsden44.ac-nantes.fr/vie-pedagogique/culture-scientifique-et-technologique/ressources/l-observation-en-sciences-cycle-2-observer-ca-s-apprend--1026231.kjsp>

Dessin / dessin d'observation / schéma / croquis / diagrammes

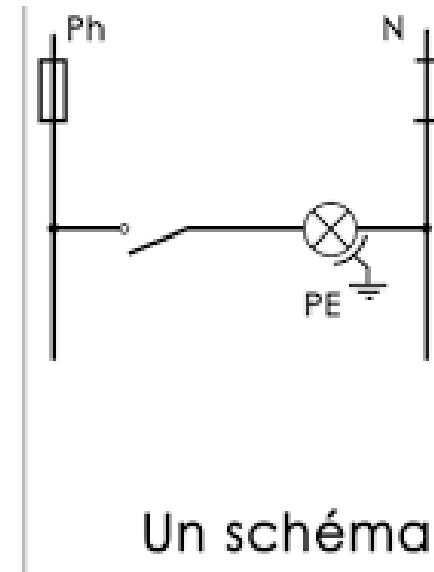
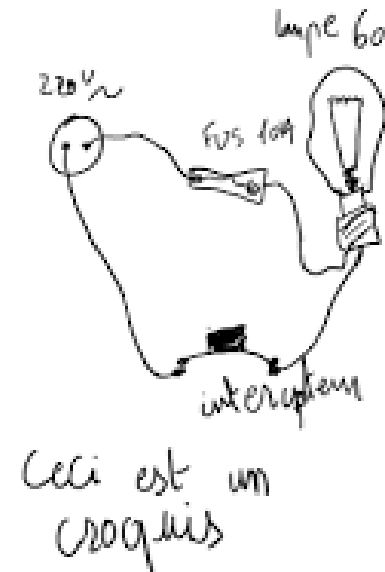
Ruptures

Schéma

Utilisation de symboles pour représenter des concepts

Repérage de ce qui est essentiel, ce qui doit être retenu ou communiqué

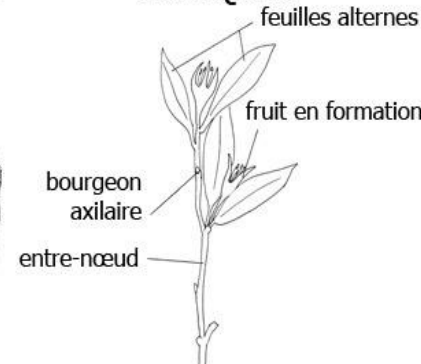
Modélisation



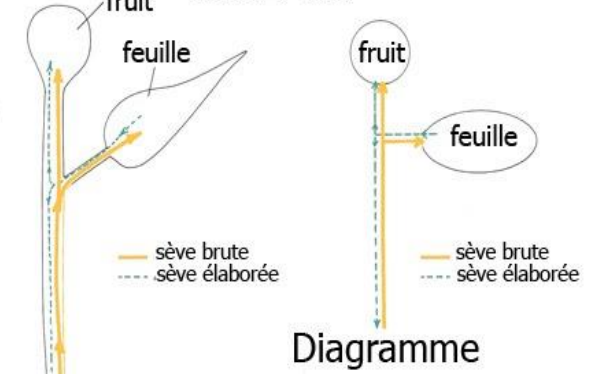
DESSIN



CROQUIS



SCHÉMAS



Dessin / dessin d'observation /
schéma / croquis / diagrammes

Ruptures

Schéma

Utilisation de symboles pour représenter
des concepts

Repérage de ce qui est essentiel, ce qui
doit être retenu ou communiqué

Modélisation

INTERDISCIPLINARITÉ

"travail sur les logotypes"

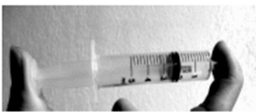
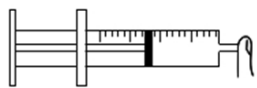
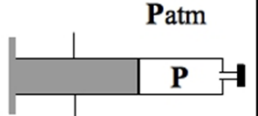
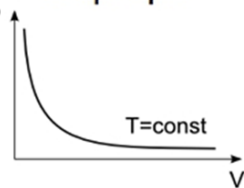
-  une pyramide → Histoire, Géométrie
-  un triangle → Maths
-  un bouton interactif → Techno
-  un volcan → S.V.T.
-  le triangle de la robe → français
-  un obstacle → E.p.s.
-  composition de la Joconde → Arts
-  STOP! → éducation civique.

Dessin / dessin d'observation / schéma / croquis / diagrammes

Mise en résonance

1) Registres sémiotiques

Le recours à différents registres sémiotiques, un élément-clé dans l'enseignement des sciences et de la technologie

<p>Photographie</p> 	<p>Dessin</p> 	<p>Schéma</p> 	<p>Graphique</p> 	<p>Équation</p> $P.V = n.R.T$	<p>Langage Naturel : Texte</p> <p>"La pression de l'air augmente lorsque le volume de la seringue diminue à température constante"</p>
---	---	---	--	-------------------------------	--

Référence Givry et Andreucci (2015)

Le passage d'un registre à l'autre permet d'appréhender différemment de mêmes concepts.

Dessin / dessin d'observation / schéma / croquis / diagrammes

Mise en résonance

2) Dialectique entre apprentissage de l'outil / outil d'apprentissage

Le dessin légendé comme une étape nécessaire dans l'apprentissage de la schématisation (Gouanelle et Schneeberger, 1996)

Apprendre à observer par le dessin d'observation

Apprendre à concevoir de objets techniques par la réalisation à main levée de croquis ou d'esquisses (Laisney, 2014)

D'après Lebahar (1983)

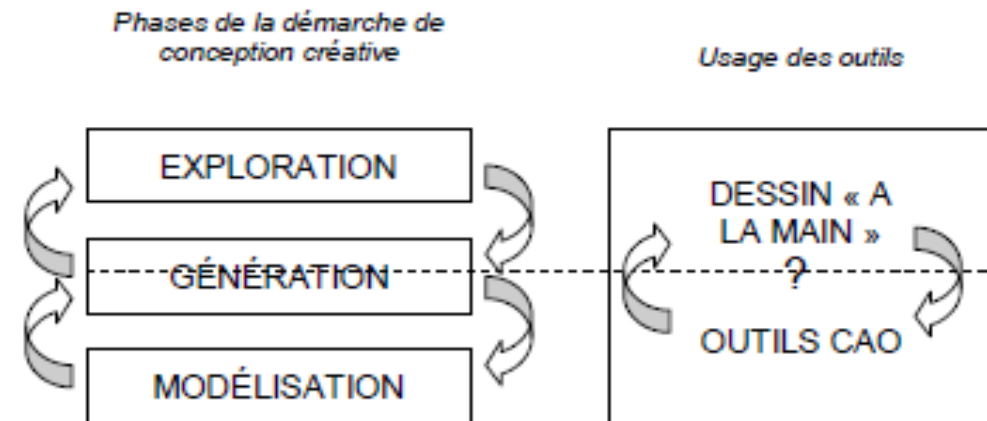


Figure 5. Modèle de la démarche de conception et la place des outils.

Dialogue entre disciplines

Dialogue 3

Modèles / maquettes / modèle technique / modélisation du réel

Modèles / maquettes / modèle technique / modélisation du réel

Rupture

Modèle de construction : représentations graphiques précises qui visent à rendre claire la solution pour les constructeurs

Modèle en physique – un outil majeur de la démarche scientifique (Morge et Doly, 2013)

- Un modèle délibérément infidèle à la réalité
- Un modèle est construit pour répondre à une question – caractère prédictif

Dès le cycle 3 : « construction progressive de modèles simples permettant d'interpréter celles-ci [des expériences] »

Source de difficulté: représentations d'enseignants et d'élèves souvent identifiées à dominante « scientifique » amenant une confusion entre modèle et réalité

Modèles / maquettes / modèle technique / modélisation du réel

Rupture

Modèle en physique – un outil majeur de la démarche scientifique

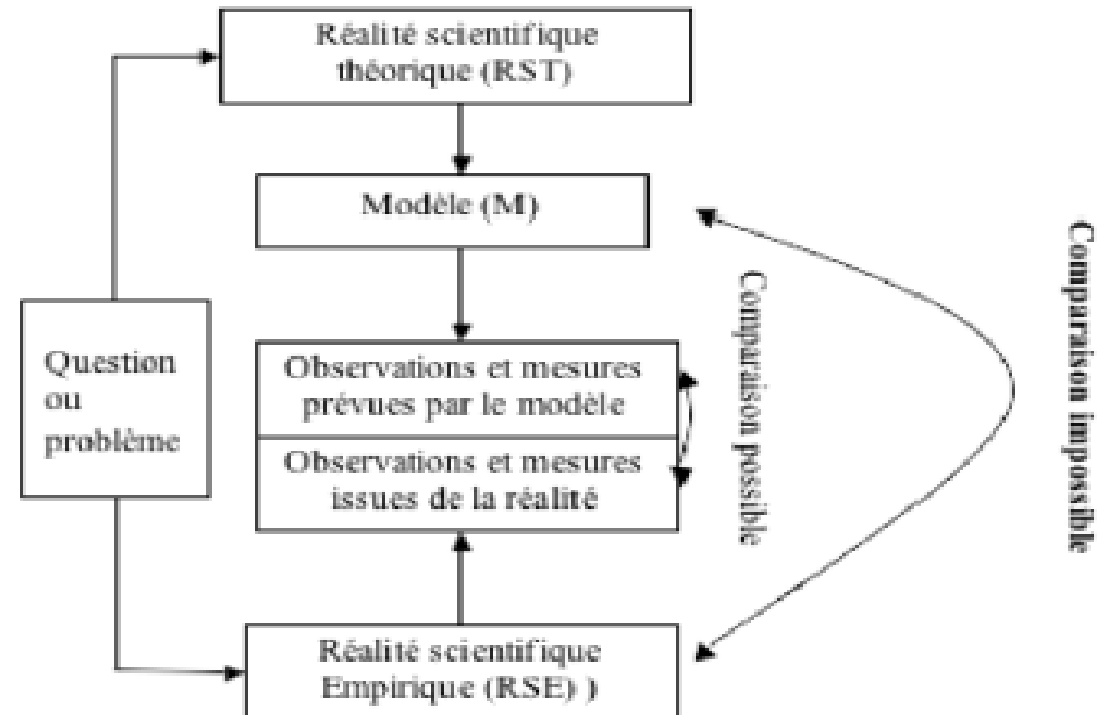


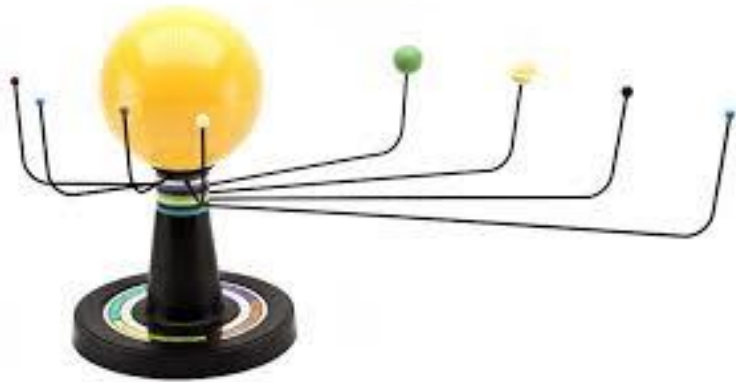
Figure 3 : Modalité de comparaison entre modèle et réalité

Modèles / maquettes / modèle technique / modélisation du réel

Rupture

Modèle en physique – un outil majeur de la démarche scientifique

Et la Maquette???




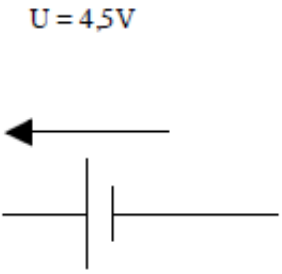
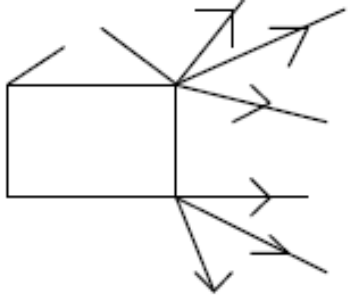
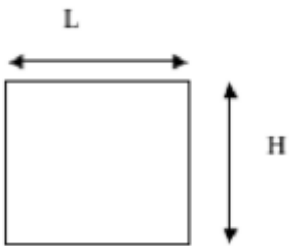
Modèles / maquettes / modèle technique / modélisation du réel

Rupture

Modèle en physique – un outil majeur de la démarche scientifique

Morge et Doly (2013)



	Représentation de la pile pour prévoir / expliquer		
La pile (photo du réel)	le comportement d'un circuit électrique	l'image de l'objet pile à travers une lentille convergente	la taille de son ombre portée
	<p>$U = 4.5V$</p> 		

Modèles / maquettes / modèle technique / modélisation du réel

Rupture

Modèle / Maquette???

Modélisation du réel dans laquelle la pertinence de la représentation dépend de la fonction que l'on veut attribuer à cette représentation:

Utiliser un modèle pour expliquer

Représentation de phénomènes, d'objets naturels

Choix de certaines caractéristiques en fonction de la question posée

Domaine de validité limité

Représentation de l'objet pour le montrer, le fabriquer, l'utiliser

Représentation d'objet technique tributaire de normes

Représentent des objets fabriqués par l'homme

Modèles / maquettes / modèle technique / modélisation du réel

Mise en résonance

- 1) Comprendre la notion de modèle scientifique pour donner la possibilité aux élèves de faire du lien entre disciplines scientifiques (Morge et Doly, 2013; Soler, 2013)
- 2) Comprendre les différences épistémologiques entre ces différents modèles propice à une construction d'une conscience disciplinaire (Morge et Doly, 2013)

Dialogue entre disciplines

Dialogue 4

Énergie, un concept unifiant mais polysémique

Energie, un concept unifiant mais polysémique

Rupture

« l'énergie est la quantité qui se conserve en physique et qui est consommée en biologie [...] c'est pourquoi l'énergie physique et l'énergie biologique sont des quantités différentes » Martinas, 2005

Usage pluridisciplinaire mais aussi usage quotidien – discontinuité abrupte dans le mode de pensée (Solomon, 1983)

Les sciences physiques favorisent une approche fonctionnelle (l'énergie est une fonction) basée sur le principe de conservation de l'énergie ; alors que pour le technicien, le biologiste ou l'économiste, c'est une approche substantialiste qui est favorisée (l'énergie y est vue comme un fluide qui circule), permettant d'explicitier les formes d'énergie et leur utilisation. (Koliopoulos et Tiberghien, 1986)

Références dans Boyer, 2017

Energie, un concept unifiant mais polysémique

Rupture

Le concept abstrait d'énergie mobilise de nombreux concepts: forme d'énergie (cinétique, potentielle, etc), de mode de transfert (travail, transfert thermique, etc), de dissipation d'énergie, de source d'énergie (soleil, pétrole, etc)

Un concept étroitement lié à d'autres concepts : force, température, puissance, etc

Un concept indissociable du principe de conservation

Énergie, un concept unifiant mais polysémique

Rupture

- Pour le physicien, l'énergie est un invariant quantitatif – conservation, dégradation, transformation, transferts (Duit, 2012)

Principe de conservation permet de comprendre certains enjeux de société – on ne peut pas créer de l'énergie, il faut exploiter les sources d'énergie disponibles.

- Dans une perspective liée aux sciences de la société, énergie et matière sont associées (énergies de stock (charbon, gaz naturel, pétrole et uranium) et les énergies de flux (vent, rayonnement solaire, chaleur de la terre, végétaux et déchets).

Lien énergie-matière permet de comprendre des enjeux d'épuisement de ressources naturelles (Boyer, 2017)

Énergie, un concept unifiant mais polysémique

Résonance

Éducation à l'énergie

Viser un objectif de développement de l'esprit critique et l'acquisition d'une culture scientifique permettant de participer aux débats et aux choix de société sur les questions complexes relatives à l'énergie (Munier & Batchold, 2014).

Culture de l'énergie

« l'appropriation du concept scientifique de l'énergie et plus précisément la compréhension des transformations, de la conservation et de l'équivalence de différents types d'énergie et, en même temps, la reconnaissance et l'application de ce concept dans le milieu social » (Koliopoulos & Ravanis, 2000, p.74)

Connaissances, attitudes et comportements des élèves vis-à-vis de l'énergie

Energie, un concept unifiant mais polysémique

Approche systémique

D'après Boyer, 2017

Approche analytique	Approche systémique
Isole : se concentre sur les éléments	Relie : se concentre sur les interactions entre les éléments
Considère la nature des interactions	Considère les effets des interactions
S'appuie sur la précision des détails	S'appuie sur la perception globale
Modifie une variable à la fois	Modifie des groupes de variables simultanément
Indépendante de la durée , les phénomènes sont irréversibles	Intègre durée et irréversibilité
Validation des faits, se réalise par la preuve expérimentale dans le cadre d'une théorie	Validation des faits se réalise par comparaison du modèle avec la réalité
Modèle précis et détaillé difficilement utilisable dans l'action	Modèle insuffisamment rigoureux pour servir de base aux connaissances, mais utilisables dans l'action et la décision
Conduit à un enseignement par juxtaposition de disciplines	Conduit à un enseignement pluridisciplinaire
Conduit à une action programmée dans son détail	Conduit à une action par objectifs
Connaissances des détails, buts mal définis	Connaissance des buts, détails flous

Tableau 1 : Approche systémique et analytique (d'après De Rosnay, 1975).

Conclusions

Croisement des disciplines

« L'interdisciplinarité est de l'ordre des moyens et non une finalité »

Pas une disciplines de plus

Permettre aux élèves d'apprendre et de savoir apprendre, de faire des liens, de mobiliser et réinvestir ces apprentissages

Exige de la part de l'enseignant la mise en place d'approches intégratives (integrative approaches), d'approches systémiques et explicites dans les outils manipulés

Conclusions

Croisement des disciplines

Limites d'une approche par thématique
(risque d'incohérence, Viennot, 2013, revue Spirale)

Développement de pédagogies de projet
Avec un but défini, des partenariats (Delannoy-Courdent, 2013, revue Spirale)

Développement d'approches par les concepts
Confrontation et invariances (Fleury et Sallaberry, 2013, revue Spirale)

Conclusions

Enseignement primaire / enseignement secondaire

« L'attachement des maîtres de l'école primaire à la polyvalence : **le cœur a ses raisons...** »

Baillat, G., Espinoza, O. (2006) Revues de sciences de l'éducation

Les enseignants « aiment » leur polyvalence
Elle est bénéfique pour leur élèves
Elle permet de pratiquer l'interdisciplinarité
Elle est un repère-référent utile au développement personnel des élèves

Doutes à enseigner toutes les disciplines
Doutes sur la mise en œuvre et la pertinence de l'interdisciplinarité
Doutes quant aux effets d'une relation avec un maître unique

Conclusions

Croiser les disciplines n'est pas une question d'improvisation ou de bonne volonté

Organiser le travail en équipe pour faire face aux contraintes et obstacles organisationnels (Hasni, A.)

Accepter de « faire un effort hors de son domaine propre et de son langage technique pour s'aventurer dans un domaine dont il n'est pas le propriétaire exclusif » (Fourez, G.)

L'étendue des connaissances exige un travail conséquent pour reconnaître un niveau d'organisation de concepts dépassant celui de sa discipline respective tout en évitant le réductionnisme

Une telle approche demande un changement de posture

Conclusions

« il faut retenir les notions clés qui y sont impliquées, c'est-à-dire **coopération**, et mieux, **articulation**, **objet commun** et mieux, **projet commun** »

Edgard Morin

Energie, un concept unifiant mais polysémique

Résonance

Approche systémique : représentation de chaînes énergétiques

D'après Boyer, 2017

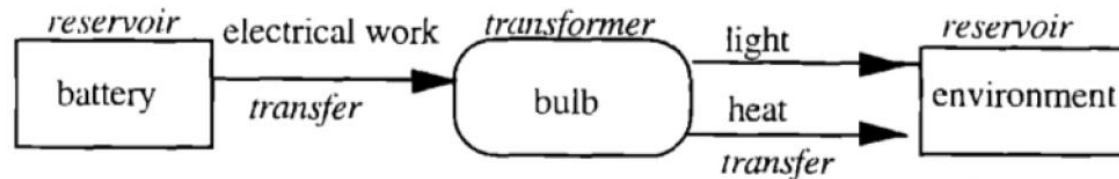


Figure 2 : Exemple de chaîne énergétique, solution idéale pour l'expérience de la lampe (Devi et al., 1996).

Exemple de chaîne énergétique, solution idéale pour l'expérience de la lampe (Devi et al., 1996).