

Stratégies et enjeux de l'élaboration et de la conduite de démarches scientifiques



visant le développement de l'esprit scientifique des élèves

et favorisant l'accès à la culture scientifique pour tous

Jean-Yves Cariou

Agrégé de Sciences Naturelles
Docteur en Sciences de l'Éducation
Maître de Conférences

Contact : jy.cariou@wanadoo.fr

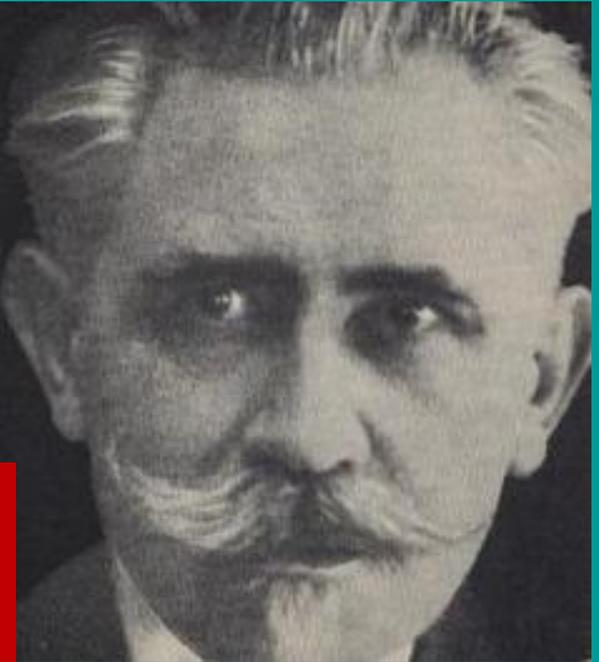
Chercheur au CRREF



Paul Langevin (1872-1946)

Se proposait dès 1930 de...

« faire connaître dans le grand public
l'esprit et les méthodes de la science ».



« L'enseignement ne peut donner, en réalité, qu'un commencement de culture, qui met l'individu à même de désirer et de goûter celle-ci ».



Commenté par...

La petite-fille de Pierre et Marie Curie

Fille de Frédéric et Irène Joliot-Curie

Directrice de recherche émérite en physique nucléaire au CNRS, **Hélène Langevin-Joliot** :

« On peut douter que tous les élèves obtenant leur **baccalauréat** aujourd'hui aient acquis **ce goût** et ce désir de culture, notamment de **culture scientifique**. » (2007).

En contrepoint : PROGRAMME DE SPC 1eS, 2010 :

« La série S : la discipline au service des compétences et des **appétences** de science

Le questionnement premier n'est pas : « S'ils veulent poursuivre des études scientifiques, qu'est-ce que les **bacheliers S** doivent **savoir** ? », mais plutôt : « Ont-ils acquis les **compétences de base de la démarche scientifique** ? » sans lesquelles il n'est point de vocation assortie de réussite. Et pour tous les élèves de cette série, quel que soit leur métier futur : « Ont-ils développé suffisamment le **goût** des sciences pour percevoir leur importance dans la société ? ». »



Hélène Langevin-Joliot poursuit :

« Chacun reconnaît que **l'enseignement scientifique** doit avoir une ambition plus large que **l'énoncé des faits** d'observation ou d'expérimentations, les **explications** relatives aux lois qui permettent de décrire le réel, l'introduction des **concepts**. »

« il doit être possible de leur faire approcher sur des exemples le **processus de la découverte scientifique** »

« un processus de **remise en question des idées établies**, que des intuitions issues de faits nouveaux, de rapprochements inattendus ou simplement des mesures plus précises, bousculent... »

Hélène Langevin-Joliot (2007). *Culture scientifique, culture et démocratie*.

La **culture scientifique** se définit en termes de **connaissances** et en termes de **démarches** et **d'attitudes** = **d'esprit(s) scientifique(s)**.

La **culture scientifique et technologique** est ainsi présentée par le site du Ministère de l'Éducation (Éduscol, 2011) :

« Les mathématiques, la technologie et les sciences expérimentales font partie de la **culture** au sens où elles permettent de **se construire une représentation** globale et cohérente du monde et de **mieux comprendre** son environnement quotidien. »

« La culture scientifique et technologique repose ainsi sur une **connaissance des principes et des finalités du raisonnement scientifique**, mais aussi sur une **pratique effective de la démarche scientifique**.

Elle constitue **l'une des sept compétences** définies par le **socle commun** »

-« La culture, c'est ce qui reste quand on a tout oublié »
(Ed. Herriot),
Mais... que reste-t-il ?

Un petit jeu de culture scientifique pour le grand public :

- **Pourquoi respirer : à quoi sert l'oxygène que vous « pompez » sans arrêt ?***
- Une graine de quelques grammes peut devenir un sequoia de 2000 tonnes... mais d'où provient toute cette masse ?
- C'est quoi... la Voie Lactée ?
- C'est quoi... une dérivée, un logarithme, un cosinus ?
- Quel est le principe d'un moteur de voiture ? d'un frigo ? ...
- L'odeur de l'azote, vous la connaissez ? Sa couleur ? Vous en avez déjà vu ?...
- ...

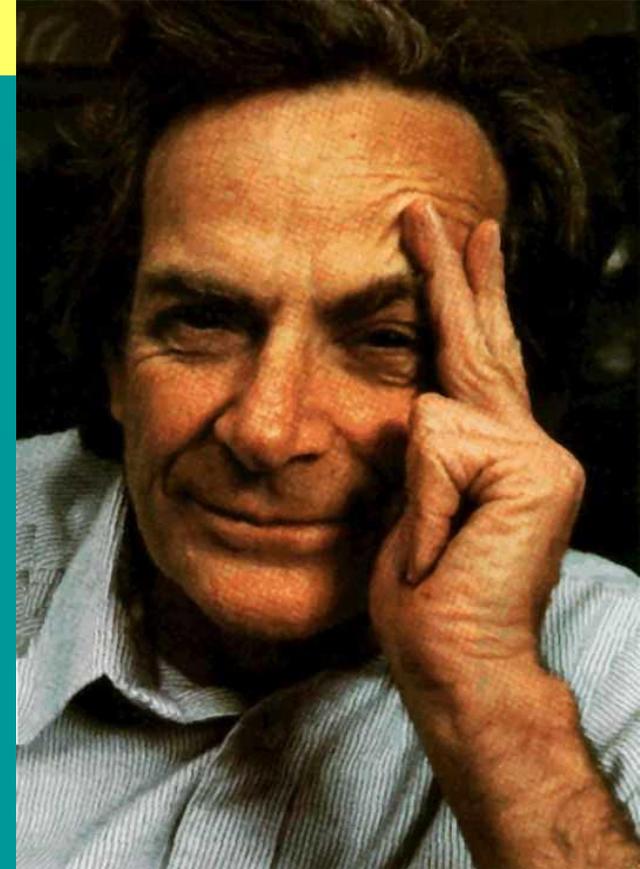
*L'oxygène qu'on respire sert...

...à extraire l'énergie qu'il y a dans ce qu'on mange.

La culture scientifique est en général très modeste...

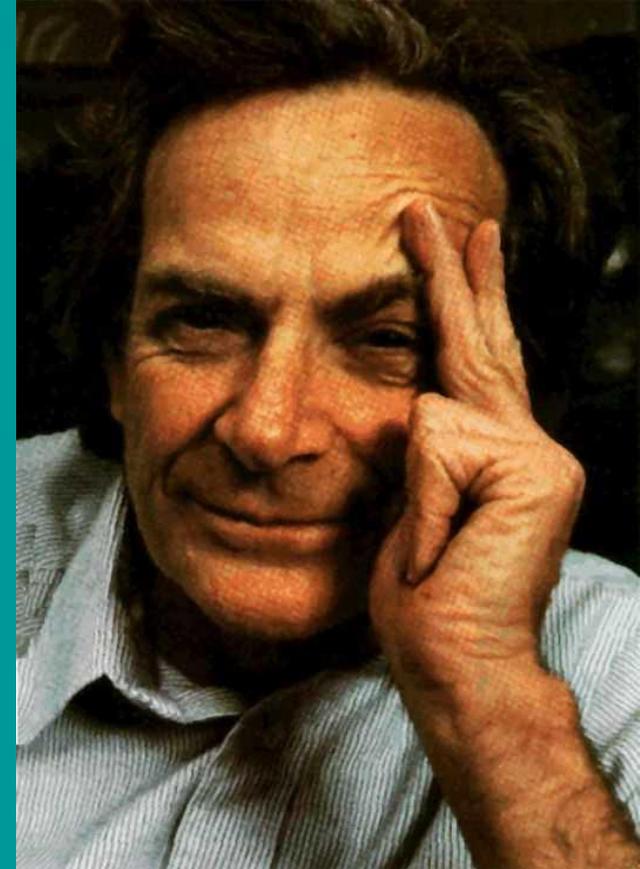
Le « goût » n'a-t-il pas été généré ?

L'exemple de Richard Feynman enfant, ou quand (et comment !) un futur prix Nobel de Physique fait une recherche en Biologie



1966 dans une conférence au congrès de l'**Association nationale des professeurs de sciences** des USA, Feynman décide de leur parler, non de *comment enseigner*, mais *comment il a appris*.

Le jeune Richard est déçu car son père ne lui donne pas le nom des oiseaux rencontrés en promenade...



Au lieu de se contenter de m'indiquer leur nom, mon père disait par exemple :

- « As-tu remarqué que les oiseaux sont toujours en train de fouiller dans leurs plumes avec leur bec ? Regarde cet oiseau comme il farfouille dans ses plumes. **Pourquoi à ton avis ?** »

- Je tentai une réponse : « C'est parce que ses plumes sont ébouriffées et qu'il essaye de les lisser. »

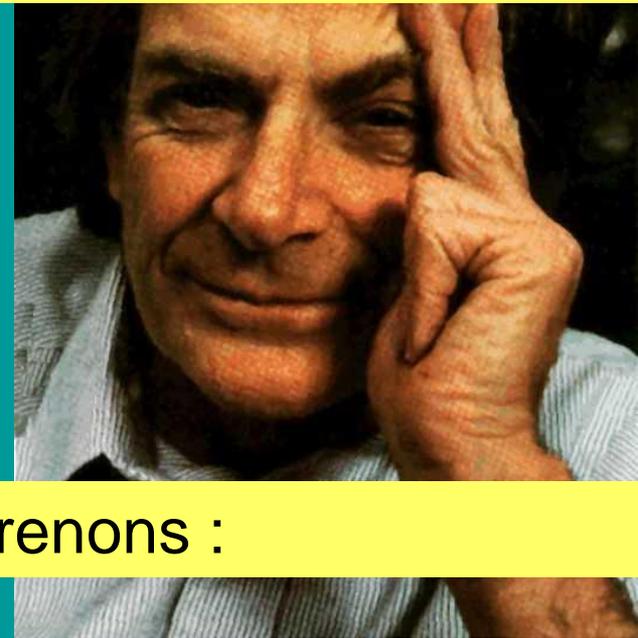
- « **Peut-être**, me dit-il, mais quand ses plumes sont-elles ébouriffées, et **pourquoi** ? »

- « Quand il vole, dis-je ; quand il marche au sol tout va bien, mais quand il vole, ses plumes s'ébouriffent. »

- « **Alors**, me répondit-il, l'oiseau devrait fouiller dans ses plumes plus souvent juste après s'être posé, qu'après avoir simplement marché. Eh bien, **regardons si c'est vrai.** »

Nous nous mêmes donc en observation.

« J'avais donc **deviné de travers**. (...) Imaginez qu'au lieu de cela, on m'ait dit de **faire des observations**, de prendre des notes, de dresser une liste, de faire ceci et cela, de regarder ici et là, et de consigner le tout dans une fiche que j'aurais rangée dans un classeur avec 137 autres. La seule leçon que j'en aurais tirée, c'est qu'**une observation**, ce n'est pas bien drôle et que ça ne conduit pas à grand-chose. »

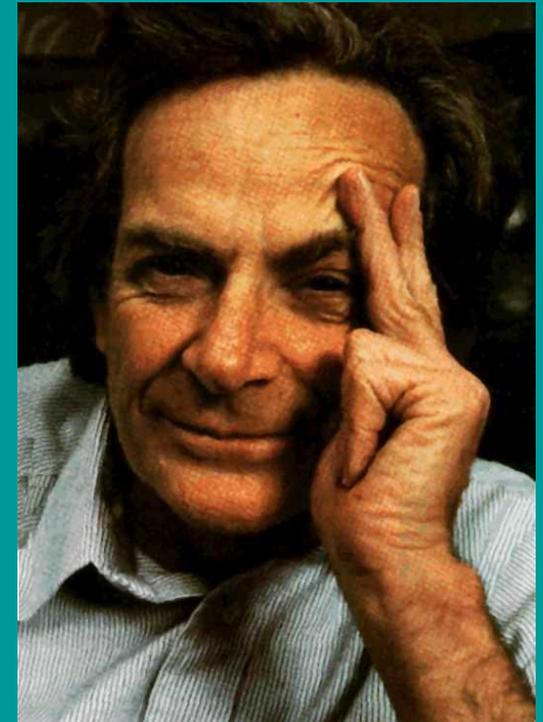


Encore M. Feynman père exagère-t-il... Reprenons :

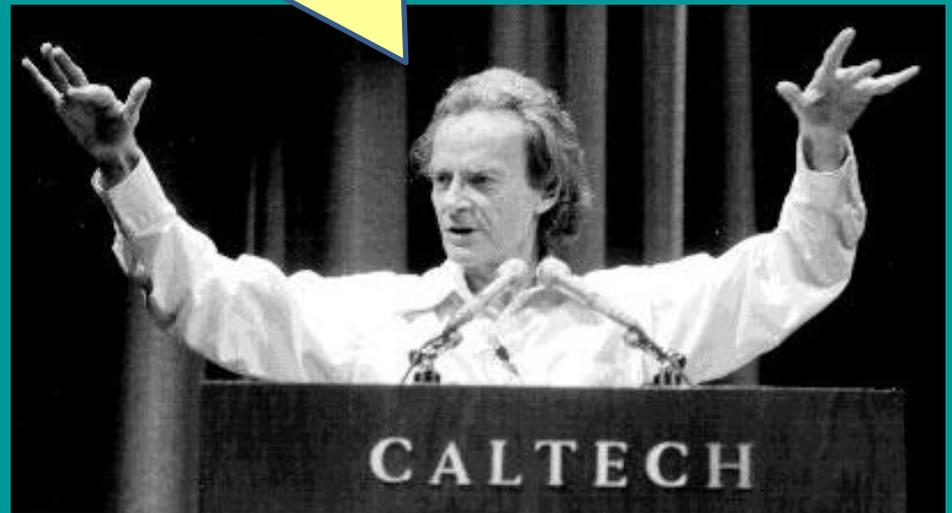
- « **Alors**, me répondit-il, l'oiseau devrait fouiller dans ses plumes plus souvent juste après s'être posé, qu'après avoir simplement marché. Eh bien, **regardons si c'est vrai**. »

La démarche scientifique :

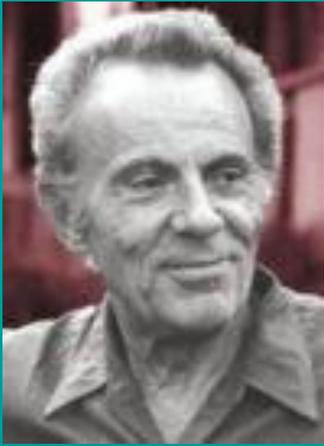
« On commence par **deviner**. Puis on calcule les **conséquences** de notre **conjecture** (...). Puis on **compare** le résultat des calculs avec la nature, **grâce à l'expérience**, pour voir si ça marche. Si ça ne s'accorde pas avec l'expérience, c'est faux. Dans ce simple énoncé **repose la clé de la science**. La beauté de la conjecture n'y change rien - l'intelligence ou la personnalité de celui qui a deviné n'y change rien - si ça ne s'accorde pas avec l'expérience, c'est faux. Tout est là. » (1980, p. 185-186).



1. Make a guess and
2. See if you're wrong.



1. *Conjecture et*
2. *Vois si tu as tort.*



La démarche scientifique selon François Jacob :
Confronter sans cesse ce qui pourrait être et ce qui est

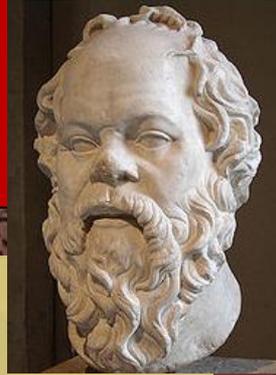
François
Jacob



Le Jeu des possibles

Reportons-nous en -423 à Athènes...

Socrate (470-399) suit d'abord la voie scientifique



Les Nuées, Aristophane, -423 :
SOCRATE – Il n'existe même pas, Zeus.

TOURNEBOULE – Qu'est-ce que tu dis ? Alors, qui c'est qui pleut ? Explique-moi un peu ça !

S – Les Nuées, bien sûr !

Imagination d'explications naturelles.

Et je vais t'en donner une preuve magistrale. As-tu déjà vu Zeus faire pleuvoir, sans nuées ? C'est pourtant ce qu'il devrait faire : pleuvoir par ciel bleu, en leur absence.

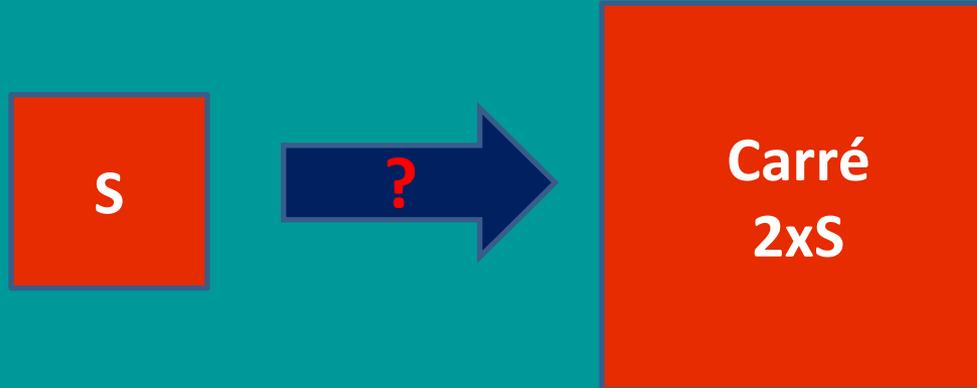
Esprit de contrôle.

T – Par Apollon ! Moi qui croyais que c'était Zeus qui pissait dans une passoire ! Mais qui c'est qui tonne ?

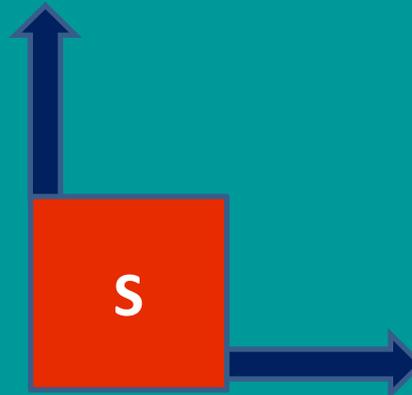
Puis... Socrate pédagogue

Comment doubler la surface d'un carré ?

(Ménon, Platon)

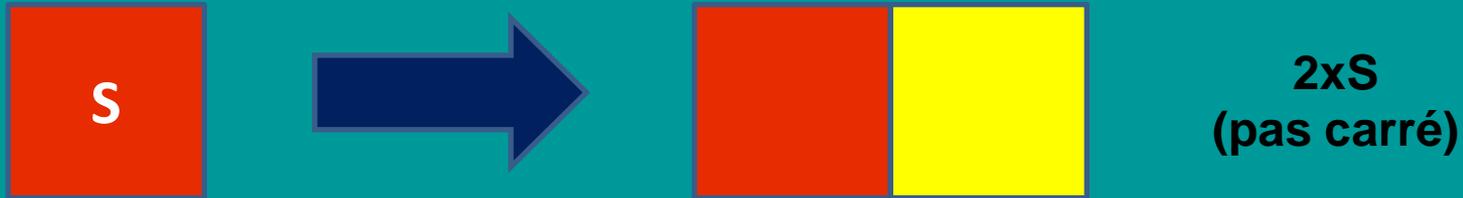


Proposition de l'élève : doubler la longueur du côté

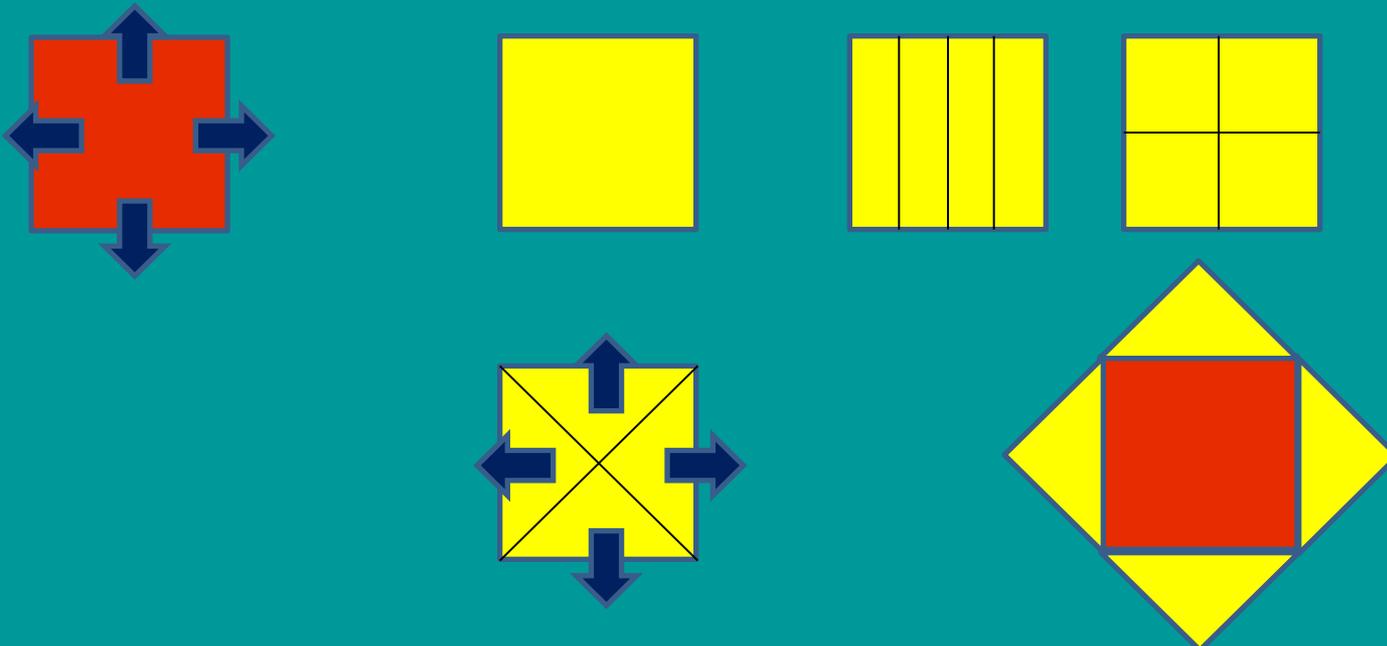


Approche possible en classe, sans calculs ni équations (mais papier + ciseaux) :

1. Comment simplement doubler la surface ?

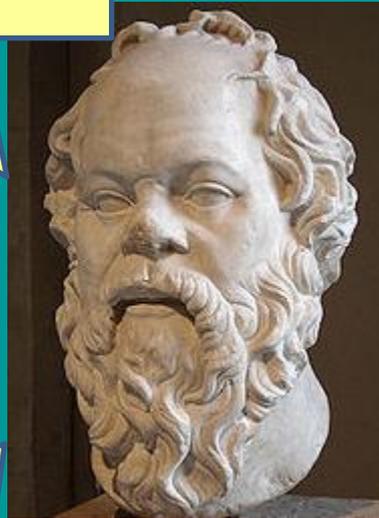


2. Comment utiliser le 2^{ème} petit carré pour agrandir chaque côté du 1^{er} ?

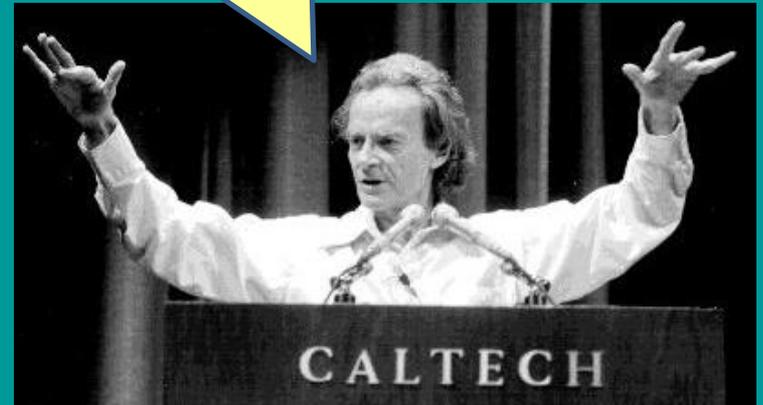


De Socrate à Richard Feynman, Prix Nobel de Physique 1965

C'est bien et bravement répondu,
mon enfant : c'est ainsi qu'il faut
déclarer ce qu'on pense.



1. Make a guess and
2. See if you're wrong.



Mais allons maintenant, examinons
en commun si ta conception est
viable ou si elle n'est que du vent.

1. *Conjecture et*
2. *Vois si tu as tort.*

Les Instructions Officielles concernant les démarches

Primaire, 2002 :

Canevas indicatif d'une séquence

Sciences et technologie

« La démarche proposée pourra notamment être comparée à celle qui est recommandée pour la résolution de problèmes en mathématiques »

5 moments essentiels ont été identifiés

Le choix d'une **situation de départ**

La formulation du **questionnement** des élève

L'**élaboration** des **hypothèses** et la **conception** de l'investigation à réaliser pour les valider/invalidier

L'investigation conduite par les élèves

L'acquisition et la structuration des connaissances

Collège, 2005 :

Canevas d'une séquence d'investigation

Ensemble des disciplines scientifiques (sciences expérimentales et **mathématiques**)

7 moments essentiels ont été identifiés

Le choix d'une **situation-problème** par le professeur

L'appropriation du **problème** par les élèves

La formulation de **conjectures**, d'**hypothèses explicatives**, de protocoles possibles

L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves

L'échange argumenté autour des propositions élaborées

L'acquisition et la structuration des connaissances

L'opérationnalisation des connaissances

Descriptif A	Descriptif B
<p>La démarche pédagogique (...) comporte plusieurs étapes :</p>	<p>Il est d'usage de décrire une démarche d'investigation comme la succession d'un certain nombre d'étapes types :</p>
<p>- une étape d'analyse des faits et de l'environnement dans lequel ils s'insèrent ;</p>	<p>- une situation motivante suscitant la curiosité,</p>
<p>- un raisonnement qui intègre les divers paramètres fait apparaître le problème et permet de le poser avec précision ;</p>	<p>- la formulation d'une problématique précise,</p>
<p>- un effort d'imagination dans la recherche et pour la découverte de la ou des hypothèses, solutions possibles du problème ;</p>	<p>- l'énoncé d'hypothèses explicatives,</p>
<p>- la mise en œuvre des moyens expérimentaux permettant d'éprouver la valeur de ces hypothèses et d'approcher ainsi la vérité ;</p>	<p>- la conception d'une stratégie pour éprouver ces hypothèses, - la mise en œuvre du projet ainsi élaboré, - la confrontation des résultats obtenus et des hypothèses,</p>
<p>- enfin, la manifestation d'un esprit de synthèse dans la formulation et l'élaboration d'une conclusion, parfois d'une loi</p>	<p>- l'élaboration d'un savoir mémorisable</p>

Circulaire du 17 octobre 1968

Programmes de SVT (lycée), 2011

Problème majeur : l'authenticité des démarches scientifiques en classe

Ex. en Mathématiques – Ressources pour les classes du collège - 2009

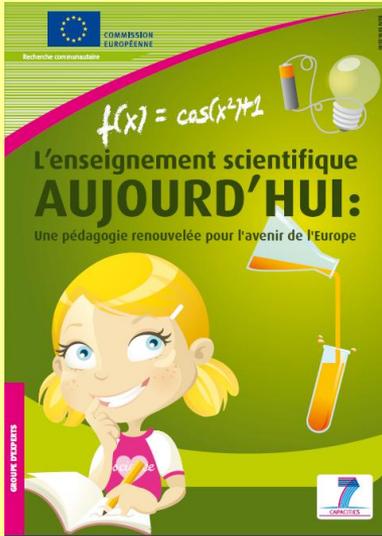
« - De **véritables** démarches d'investigation

« Il est indispensable de proposer des situations qui relèvent d'une **véritable démarche expérimentale**. Ainsi, l'introduction du **théorème de Pythagore** se fait souvent à partir d'une activité qui consiste à **mesurer** les côtés de divers triangles rectangles et à **constater** la relation $a^2 = b^2 + c^2$. »

« Il semble impossible pour un non initié de **découvrir** directement à **partir des données** relevées la permanence d'une relation entre des carrés de nombres, même avec beaucoup d'intuition. De fait, les **fiches de travail** fournies pour animer l'activité sont très **fermées** et cantonnent l'élève à des **tâches d'exécution** immédiates. Ainsi, il n'a **aucune initiative** et ne **met pas réellement en œuvre une démarche d'investigation**. Il est donc judicieux de choisir **d'autres problématiques** pour amener les élèves à pratiquer ce type de démarche. »

Par exemple, la recherche des triangles rectangles qui ont pour hypoténuse un segment donné **peut donner lieu à la mise en place de la démarche d'investigation**. Une première étape expérimentale ("je dessine plusieurs triangles répondant à la question avec l'équerre...") permet de dégager le positionnement approximatif des troisièmes sommets **sur un cercle** dont les caractéristiques sont à déterminer. La **conjecture** peut être renforcée (...). »

Impacts de démarches scientifiques authentiques sur le comportement et la réussite des élèves



Rapport Rocard 2007 :

« L'IBSE [*Inquiry-Based Science Education*] est efficace avec tous les types d'élèves, **du plus faible au plus doué**, et est entièrement compatible avec l'ambition d'excellence. » (p. 2).

« L'utilisation de méthodes IBSE s'est révélée avoir un impact positif sur les résultats des élèves et **un impact encore plus important pour ceux ayant un niveau de confiance en soi très faible ou appartenant à des milieux défavorisés**. L'enseignement des sciences peut ainsi s'adresser à tout le monde, ce qui est d'une extrême importance dans une société de la connaissance où le fait d'avoir des connaissances scientifiques est un atout précieux, tant pour l'individu que pour la société en général. » (p. 12).

« L'écart entre les sexes est réduit dans la mesure où une part plus grande de filles a tendance à participer activement aux activités à caractère scientifique.

L'augmentation de l'intérêt et de la participation est **encore plus accentuée chez les enfants les plus faibles** et chez **ceux issus de milieux défavorisés**. » (p. 15).

Impacts sur le comportement et la réussite des élèves

MÉTA-ANALYSE 2007

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in **problem-based and inquiry learning**: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
Department of Educational Psychology, Rutgers University (CA)

Geier et al. (in press) demonstrated that **the observed gains** occurred up to a year and a half after participation in inquiry-based instruction, and the effect was cumulative such that higher levels of participation (exposure to more inquiry-based units) resulted in higher gains. The high scores were attained **in all three science content areas (earth, physical, and life)** and both process skills (constructing and reflecting) assessed on the test. The effect sizes reported were 0.44 (14% improvement in total score) for students in the first cohort and 0.37 (13% overall improvement) for students in the larger second cohort. Thus, effect size was not appreciably reduced with the scale-up. Even more compelling is their finding that **inquiry-based instruction was successful in reducing the achievement gap experienced by urban African-American boys**. African-American boys in the inquiry classrooms “caught up” to and showed no statistically significant difference from girls after exposure to at least one inquiry-based unit.

Impacts sur le comportement et la réussite des élèves

Recent research by Lynch et al. (2005) also suggests that inquiry-based learning environments foster better engagement and mastery goal orientation **among disadvantaged students**. In their **comparison study of over 2,000 eighth grade students** (approximately 1,200 in the treatment and 1,000 in the comparison group) in **ten middle schools** in a large and diverse Maryland school district, Lynch et al. (2005) found overall **higher gains** for all diversity groupings (based on ethnicity, socioeconomic status, gender, and ESOL status) in the inquiry-based curriculum condition (a six to ten week unit in chemistry). Thus, inquiry students of all groups outperformed their comparison peers. The curriculum was also more effective (than traditional instruction) in increasing certain aspects of **motivation and engagement, particularly among historically disadvantaged student groups**.

(...)

In conclusion, there is growing evidence **from large-scale experimental and quasi-experimental studies** demonstrating that inquiry-based instruction results in significant learning gains in comparison to traditional instruction and that **disadvantaged students benefit most from inquiry-based instructional approaches**.

En France (Cariou, 2009) L'évolution des élèves vue par leurs enseignants

la plupart « se prennent au jeu » du fait de la liberté octroyée (IK, PR, KR), (« C'est vrai, on peut faire ça ? » GD) font des propositions “audacieuses” (IK), sont “hardis” (KR).

Ils apprécient le fait qu'on **reconnaisse la valeur de leurs idées** (GD, MS, KR, SJ, MJ) :

« Beaucoup plus d'élèves se sentent sollicités lorsqu'ils ont compris que leur **proposition ne serait pas systématiquement évincée si elle était fausse**, mais serait étudiée avec intérêt. » (MJ).

Même si toutes ne donnent pas lieu à des activités pratiques : « Il suffit de dire qu'on ne retiendra pas certaines hypothèses car non réalisables dans les conditions de classe et qu'on en a sélectionné une adaptée... les élèves comprennent très bien » (HG).

Ils ont **moins peur de se tromper** (MS, CV, KR), et, réalisant que **faire des erreurs, ce n'est pas grave** (CV), abandonnent l'idée de trouver à tout prix la "bonne hypothèse" (IK, KR), font preuve de plus d'autonomie (KR, IK, MS).
ils comprennent qu'**il n'y a pas, à ce stade, de bonne ni de mauvaise réponse.** (KR).

L'écoute et le **respect** des autres se trouvent accrus : « Les élèves comprennent vite que s'ils veulent que l'on s'intéresse à leurs propositions, ils doivent **écouter les autres.** » (MJ).

« Les élèves s'écoutent beaucoup plus les uns les autres et respectent les points de vue de chacun tout en entrant dans l'argumentation. » (KC).

Leur **compréhension** semble également meilleure :

« Ils ont mieux appris et mieux compris quand cela venait d'eux que lorsque je leur imposais quelque chose. » (ASM).

« Ceux qui étaient rentrés dans le jeu ont été bien "récompensés" indirectement car leur participation leur a permis de **mieux comprendre** le chapitre et donc d'obtenir jusqu'à un gain de 2 pts sur les notes habituelles. »

L'évolution des élèves vue par leurs enseignants

Certaines améliorations sont relevées par la plupart des enseignants :

- la **qualité de la discussion** (GD, IK, MS, PH, MJ, HG, SJ, SMG)
- l'**implication** des élèves (MS, CV, PH, SM, IK, LL, KR, HG, AB, SMG)
- la **proposition spontanée** d'idées (IK, PH, CV, KR, MS, ST, ASM, SMG)
- la **qualité de ces propositions** (MS, KR, LL, IK, KC, HG, SJ, ASM, SMG).

Par exemple :

« Cette démarche aide les élèves à mieux penser, et à se sentir plus actifs dans l'acquisition d'un savoir : **ce sont leurs propres réflexions qui sont mises en jeu**, surtout lors du travail en groupes. » (SMG).

L'évolution des élèves vue par leurs enseignants

Concernant **les élèves en difficulté**

De nombreux enseignants mentionnent aussi le fait que cette approche réussit bien **aux élèves en difficulté** (GD, IK, LL, SM, MJ, AB, KR, HG, SJ, SMG) :
« L'élève peut acquérir une toute autre **place dans la classe** que celle qu'il a en cours de maths où il ne comprend rien, par exemple. » (SMG).

« Les **élèves plus lents à comprendre** arrivent à **suivre autant, voire mieux** l'ensemble du processus : non seulement ils émettent des hypothèses, (aussi vite/ plus vite que des élèves d'habitude plus rapides), mais ils arrivent à tirer des conclusions adéquates et à critiquer les expériences.

Comment expliquer l'aspect "plus ou moins rapide "? Cet exercice n'est pas traditionnel, et cela remet au même niveau les élèves. Cela fait appel à une certaine créativité/imagination qui n'est **pas ce qui est demandé et entraîné habituellement.** » (HG).

L'évolution des élèves vue par leurs enseignants

Concernant **les élèves en difficulté**

« Ceux qui décrochent vraiment ne sont pas raccrochés par cette démarche. Mais **ceux pas tout à fait perdus**, comme **on tient compte de leurs idées**, de leurs avis **au même titre que les autres**, font des efforts **en classe, mais pas plus à la maison**. » (SJ).

« Cette démarche de travail **permet de raccrocher des élèves qui sont en marge du système habituellement**. En effet, ils n'osent proposer de réponses, par peur de l'échec et/ou de l'humiliation. Par cette démarche et surtout grâce à la généralisation du travail en groupe, les élèves se sentent plus à l'aise pour proposer des hypothèses de réponses qui sont parfois reprises par d'autres au début, jusqu'à ce qu'ils osent enfin proposer les leurs propres. » (SMG).

ÉTAT DES LIEUX SUR LES DÉMARCHES DANS LES CLASSES : RAPPORTS I.G.

PRIMAIRE : Le RAPPORT LOARER sur le PRESTE (2002)

Établi par six IGEN - enquête dans 70 classes : ses auteurs regrettent que « les résultats constatés sur le terrain ne soient pas à la hauteur des efforts consentis au plan national ».

Concernant la démarche préconisée :

« un maître peut connaître “la théorie de la démarche” (dixit un IEN) sans avoir conscience qu’il ne la met **pas en œuvre** : l’observation et l’expérimentation peuvent **s’insérer de manière artificielle** ou superficielle dans une démarche qui demeure, en fait, **très magistrale**. Ainsi, l’expérience peut être **imposée** par l’enseignant : “on va semer des graines de lentilles dans 7 conditions expérimentales différentes”. De même, des expériences peuvent être réalisées **sans que le moindre problème** apparaisse : “on a laissé de l’eau à l’air libre dans la classe ainsi qu’à l’extérieur, dans le jardin. On a fait des expériences : l’eau, mise à l’air libre dans le jardin, s’est évaporée plus vite”. »

ÉTAT DES LIEUX SUR LES DÉMARCHES DANS LES CLASSES : RAPPORTS I.G.

RAPPORT LOARER

« La démarche est assez décevante : l'émission d'hypothèses n'apparaît pas et les conclusions ne sont **pas, majoritairement, énoncées par les élèves.** »

Commentaires du site de *La main à la pâte* :

« L'esprit des programmes ou de *La main à la pâte* est souvent **mal interprété**. Les enseignants ont lu "faire des expériences", et ils ont **majoritairement interprété cela comme "manipuler à tout prix"** (...). L'enseignant annonce de but en blanc, après une vague phase de discussion souvent restée orale, que l'on va "faire des expériences". »

ÉTAT DES LIEUX DANS LES CLASSES

Enseignement secondaire - Physique 1996, 2006 ; SVT 2007.

Rapport de l'Inspection générale sur *La place de l'expérimental dans l'enseignement de la physique et de la chimie* (IGEN, 1996) :

La situation la plus fréquente est celle d'activités expérimentales « destinées à **vérifier la validité** d'un modèle ou d'une loi », « **étude sans surprise.** »

« les élèves, en réalisant de telles expériences, **n'apprennent pas grand chose.** Le défaut essentiel de ces démarches consiste à conférer aux " TP " un caractère **aussi dogmatique qu'un cours directif.** Qu'on puisse mettre à leur crédit l'acquisition de **quelques savoir-faire** expérimentaux n'est **pas suffisant** ».

ÉTAT DES LIEUX DANS LES CLASSES

Enseignement secondaire - Physique 1996, 2006 ; SVT 2007.

Les inspecteurs indiquent alors *ce qui serait souhaitable*, et qui ne se fait pas :

« **Imaginer a priori** un jeu de modèles et proposer de **faire le tri** parmi ceux-ci à l'aide expériences susceptibles **d'infirmes certains d'entre eux** constitue (...) une **bonne initiation à la démarche scientifique** ... et à la **philosophie des sciences**. »

La *mise au point du protocole expérimental*, elle est aussi, généralement, « **le fait du seul professeur**. » Mais pour *la réalisation du protocole expérimental* : « Ce sont **les élèves** qui manipulent. »

Devant une telle description, on ne voit guère d'autre rôle pour les élèves que celui de simples exécutants, de figurants actifs.

Daniel Beaufils (2001) rapporte que différentes analyses montrent que le **recours à l'expérience est moins fondé sur des questions de démarches scientifiques** que sur **l'idée que celle-ci favorise la compréhension** :

« Mais ces mêmes analyses montrent aussi que les effets de ces activités expérimentales **sur la compréhension**, sur les apprentissages en général, sont en réalité **faibles**. »

L'ACTIVITÉ, L'EXPÉRIENCE...

...ne sont pas gages d'authenticité

L'expérimentation n'est pas la science

Christian Orange

Et si l'expérimentation n'était pas la caractéristique fondamentale de l'activité scientifique ? Bien que systématiquement mise en avant, l'expérimentation n'est pas la caractéristique fondamentale des approches scientifiques. Prendre conscience de cela permet d'éviter la rigidification des démarches et de donner aux expériences toute leur importance dans la formation de l'esprit scientifique des élèves.

LES CAHIERS PÉDAGOGIQUES N° 409, DÉCEMBRE 2002

J.-P. Astolfi (2002, p. 18) : « On ne peut plus en rester à ces idées simplistes, mais qui ont la vie dure, telles le *“faire pour comprendre”* ou le *“voir pour apprendre”* ».

En 2006, un nouveau rapport concerne *L'enseignement de la physique et de la chimie au collège*. Il indique que les enseignants disent bien connaître la *démarche d'investigation* et déclarent partager ses objectifs. Beaucoup **considèrent qu'ils la mettent déjà en pratique**, mais « **le regard des inspecteurs tempère quelque peu cette affirmation**, notamment **au vu des activités expérimentales effectivement pratiquées** ».

« nombre d'entre eux **craignent** en particulier de « **perdre le contrôle** » en **laissant trop la main à la classe**, dans des phases cruciales comme celles de **l'émergence des représentations** des élèves, d'élaboration conjointe de **propositions**, ou de **discussions**. »

« Les élèves sont dans l'ensemble **peu associés à l'élaboration des protocoles** et disposent le plus souvent d'une **fiche**, qui les **guide de façon assez serrée** dans leur progression. L'étape de recherche, l'une des étapes de la démarche d'investigation, est pourtant particulièrement formatrice et apte à mettre les élèves en situation de prise d'**initiative**. » (IGEN, 2006).

ÉTAT DES LIEUX DANS LES CLASSES

Rapport de l'Inspection générale de **SVT**, *Mettre les élèves en activité au collège pour les former, les évaluer, les orienter* (2007), :

« (...) une **activité** peut être conçue comme une **manipulation** guidée par une fiche technique, au service de la description non motivée d'un objet naturaliste. Ainsi conçue, **l'activité a une portée formatrice limitée.** »

« du fait de la **mauvaise maîtrise de la notion d'hypothèse**, la confusion demeure le plus souvent entre les activités centrées sur la capacité "**manipuler**" (...) et la capacité "**réaliser une expérience**" (ce qui **suppose la formulation préalable d'une hypothèse explicative à éprouver**). »

CONSTATS D'IPR (7 IPR de SVT)

(Cariou, 2009)

Lorsque les séquences se prêtaient ou auraient pu se prêter à des démarches scientifiques, quelle estimation faites-vous des différents “styles” ci-dessous ?

1 = très fréquent / 2 = assez fréquent / 3 = rare / 4 = jamais

1	2	3	4
----------	----------	----------	----------

3. CONDUITE GÉNÉRALE DE LA DÉMARCHE	X	X	X	X
3.1. Dogmatique : le professeur impose une démarche stéréotypée qu'il suit face aux élèves, avec passage mécanique d'une étape à la suivante sans lien logique pour eux, succession d'"étiquettes" visibles ou non ("problème", "hypothèse(s)", "expérience", "interprétation"...).	2	3	1	
3.2. Artificielle : des propositions sont demandées aux élèves mais les réponses sont dans le titre mis au tableau, dans la suite de la "fiche de TP" ou du document fourni, dans le matériel présent dans la classe...	2	2	2	
3.3. Incitative : pour passer d'une étape à la suivante, le professeur "aiguillonne" les élèves par des questions, sans cependant leur dire quoi faire : "Que proposez-vous maintenant ?" "Qu'en pensez-vous ?"	1	5	1	
3.4. Autonome pour l'essentiel : le problème énoncé, les élèves avancent leurs explications, les discutent, sollicitent documents ou activités. Le professeur se limite à faire le point, dire ce qui est possible ou non...			5	1
4. MISE EN PLACE DES ACTIVITÉS	X	X	X	X
4.1. Directement après l'énoncé du problème, sans lien explicité avec celui-ci.	1	3	2	
4.2. Directement après l'énoncé du problème, le professeur annonçant qu'elles vont permettre de le résoudre.	1	4	1	
4.3. Après l'émission d'hypothèse(s) par les élèves, le professeur annonçant qu'elles vont permettre de la/les éprouver.	1	5		
4.4. Par proposition des élèves, pour mettre à l'épreuve leur(s) hypothèse(s).		1	4	1

5. PLACE ACCORDÉE AUX HYPOTHÈSES	⊗	⊗	⊗	⊗
5.2. Une seule hypothèse est envisagée ; elle est émise ou fortement suggérée par le professeur.	2	4		
5.3. Une seule hypothèse est envisagée ; elle provient des élèves.	2	4		
6. RECUEIL DES HYPOTHÈSES – ATTITUDE DU PROFESSEUR	⊗	⊗	⊗	⊗
6.1. Pour les élèves, le professeur est visiblement dans l'attente de la "bonne" hypothèse : sa "moue" ou sa satisfaction leur permettent de savoir si celle-ci est bien proposée.	3	3		
7. EXAMEN COLLECTIF DES "POSSIBLES"	⊗	⊗	⊗	⊗
7.1. Les hypothèses sont admises en tant que telles sans grande discussion.	3	2	2	
8. EXAMEN COLLECTIF DES STRATÉGIES CONÇUES	⊗	⊗	⊗	⊗
8.1. Présence d'une phase de discussion de la pertinence des activités envisagées par rapport aux hypothèses retenues (sans limitation par la faisabilité, en classe ou ailleurs : le professeur précisera ce qu'il en est).		2	2	2
8.2. Absence d'une telle phase.	3	1	2	

9. INTRODUCTION DES DOCUMENTS ET/OU DES ACTIVITÉS DE RÉOLUTION	X	X	X	X
9.1. Les documents et/ou les activités sont introduit(e)s en réponse à une demande des élèves (ils correspondent aux stratégies conçues ou le professeur en fait reconnaître l'équivalence).		1	2	2
9.2. Les documents et/ou les activités ne sont pas introduit(e)s en réponse à une telle demande.	3	2	1	
11. CADRAGE HORAIRE	X	X	X	X
11.1. Le professeur a pour souci essentiel de “boucler” le traitement du problème jusqu'à sa conclusion dans le cadre horaire fixé à l'avance.	4	1		
11.2. Le professeur a pour souci essentiel d'avancer en suivant les propositions des élèves et donc à leur rythme, quitte à déborder sur le cadre horaire envisagé et à rattraper ce temps en ne menant pas une investigation de ce genre pour un prochain sujet.		1	4	
12. ÉLABORATION DES TRACES ÉCRITES	X	X	X	X
12.1 Le professeur dicte un résumé.	4	2		

**CINQ GRANDES DIFFICULTES
DANS LA MISE EN PLACE DE DÉMARCHES
PLUS AUTHENTIQUES**

- Rester prisonnier d'une **vision de la science empiriste / inductiviste** (newtonienne)
- Demeurer perplexe face à **certains textes officiels**
- Craindre les **propositions imprévues** des élèves
- Craindre la **chronophagie**
- Croire** un peu trop vite que ce qu'on fait **est conforme** aux principes...

- Difficulté : la tradition empiriste / inductiviste dans l'enseignement

Petit aperçu historique

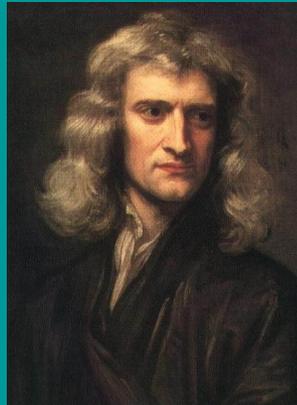


**Bacon (1620) propose
d'*induire* à partir *des faits***

**Descartes (1637), de
déduire à partir *d'idées***

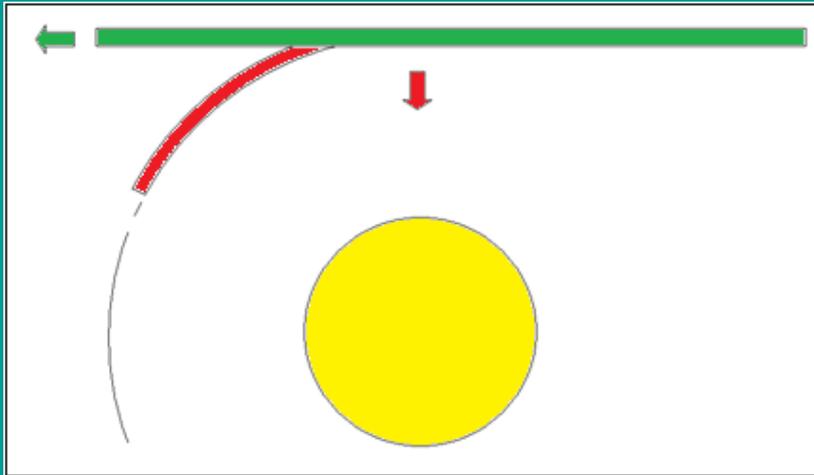


**Newton (1713) prétend *déduire des faits*, ne pas faire d'hypothèses,
et déclare que les hypothèses n'ont pas de place dans les sciences**

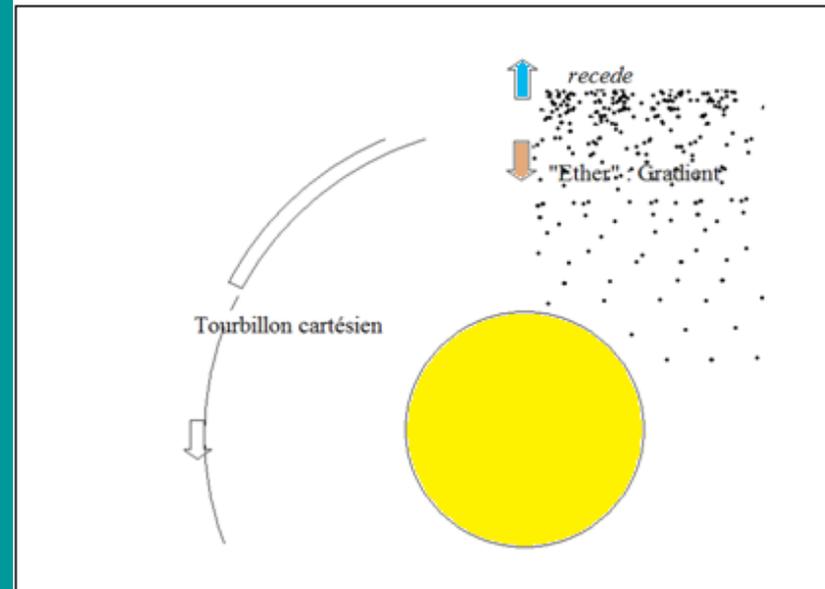


Hooke avait envoyé à Newton ses hypothèses sur la gravitation...

Robert Hooke, RS 1666



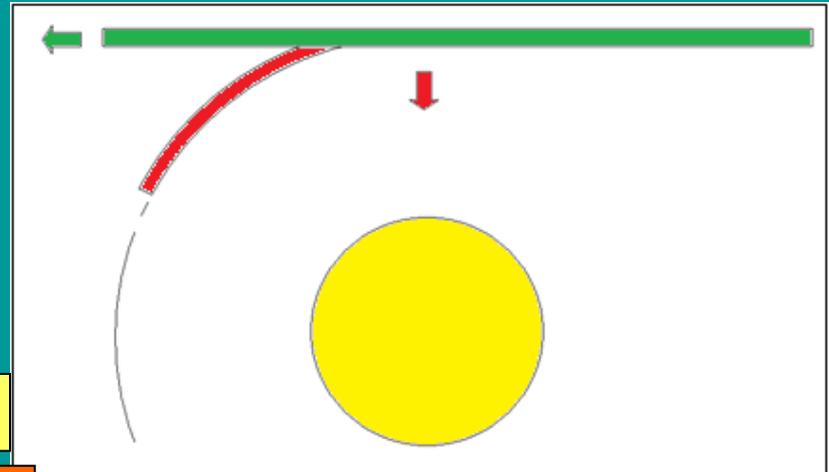
**Isaac Newton, 1672, 1675, 1680
(de Descartes)**



**Hooke à Newton :
Deux hypothèses,
lettre de décembre 1679,
lettre de janvier 1680**

Isaac Newton, 1684, 1687...

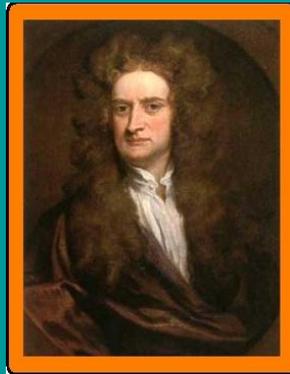
« Je ne fais pas d'hypothèses »





Georges CUVIER (Montbéliard)

« Une qualité précieuse :
la haine des hypothèses. »



Dans le prolongement
du triomphe de Newton,
un état d'esprit pour
l'Instruction publique :



Jean-Baptiste DUMAS (Alès)

« Jamais en chemin nous ne
devons aller plus loin que
l'expérience. »

Consignes méthodologiques au XXe siècle : 1902 (France)

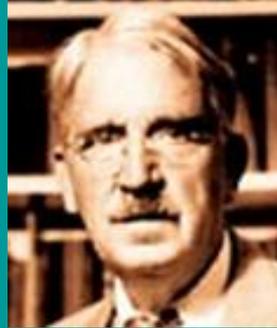
On se méfie des écarts des « jeunes imaginations » :

le maître doit « les ramener par un énergique coup de barre dans la bonne route » (Conférences pédagogiques, 1905).

Consignes jusqu'aux années 1960

L'apport des éducateurs

Comment nous pensons
J. Dewey, 1909



« L'analyse d'un **acte complet de pensée** » comprend **5 étapes** :

1° une **difficulté à résoudre** ;

2° sa localisation et sa définition [étape souvent confondue avec la 1°] ;

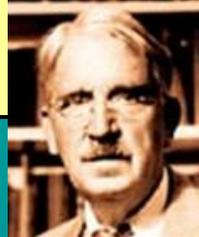
3° suggestion d'une **solution possible** ;

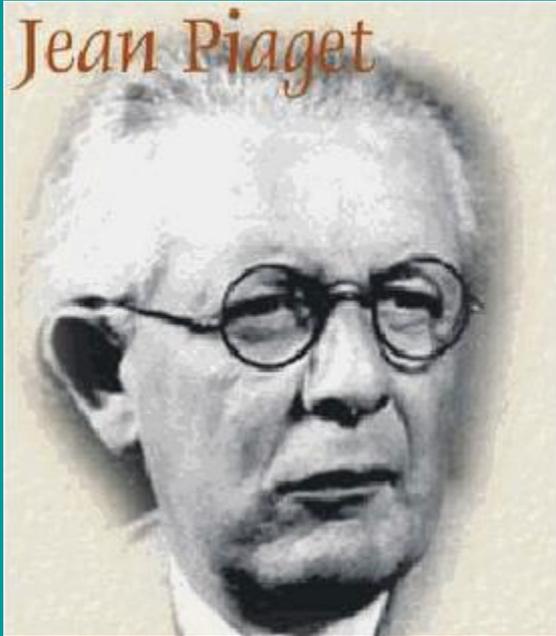
4° développement par **raisonnement** de la portée (*bearings*) de la suggestion ;

5° **observations** et **expériences** supplémentaires conduisant à **adopter** ou à **rejeter** cette suggestion, c'est-à-dire à **conclure** pour ou contre.

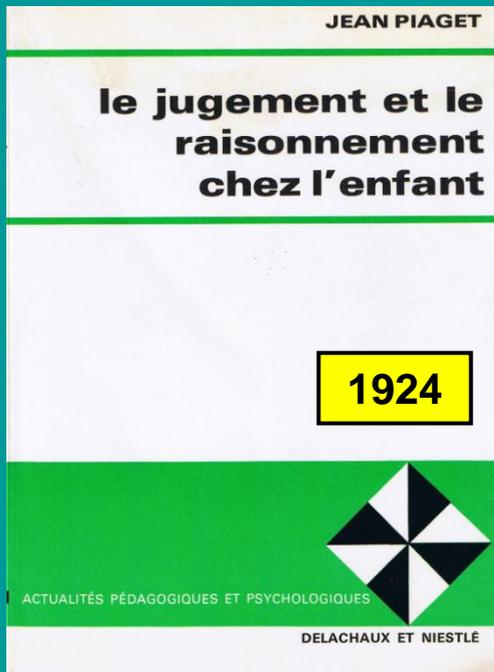
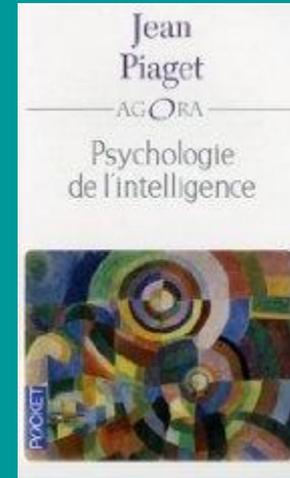
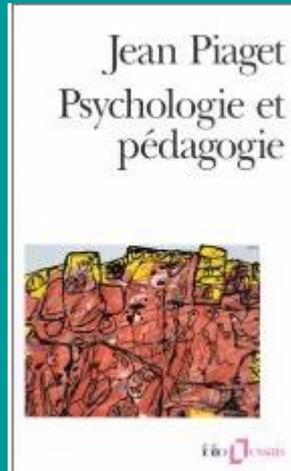
Les étapes proposées en 1909 par Dewey
ressemblent de près à celles avancées par **Claude Bernard en 1865**.

« (...) les diverses **méthodes d'investigation** permettent de découvrir les matériaux nouveaux capables de **corroborer** ou de **réfuter** les suggestions spontanées » (1909).





Jean Piaget
1896-1980



“Les deux fonctions essentielles de l’intelligence :

inventer des solutions et les vérifier”

Pourtant... 1952 (France) :

Pour l'Inspecteur Général Oubrè (1952),
l'éducation « sans fatigue et avec joie » se fait toujours
« par *perception directe et induction continue* ».

On commence ainsi à « initier les enfants à la méthode
expérimentale » par « quelques expériences faciles » :

- préparation de la chaux,

- distillation de la houille...

Chevreul, 1850 :

« pour peu qu'on fasse des expériences sur quoi que ce soit, on est censé, auprès de beaucoup de gens, pratiquer la Méthode expérimentale, mais c'est une erreur grave à notre sens. »



Analyse des écarts entre prescriptions...

...et pratiques effectives (démarches en classe)

Années
50

« Style d'enquête »



« Redécouverte »

Observation - Induction

Années
70

Démarche
hypothético-déductive



« OHERIC »

Observation - Hypothèse - Expérience -
Résultats - Interprétation - Conclusion

Années
90

« Enseignement
par problèmes »



« OPAC »

Observation - Problème - Activité - Conclusion

Années
2000

« Investigation »



Tout est investigation !

**Initiatives très réduites
des élèves**

Déficit de sens des activités

- Difficulté : Certains textes officiels qui interpellent

Socle commun pour l'école et le collège (2006)

Capacités

L'élève doit être capable :

de pratiquer une **démarche scientifique** :

- savoir observer, questionner, formuler **une hypothèse** **et la valider**

Manière **d'envisager l'usage de l'hypothèse** en recul important par rapport à de nombreux textes officiels antérieurs, et, surtout, **non conforme à toute une série d'études historiques et épistémologiques**

Dans la logique du "socle" français, il suffit donc que l'hypothèse soit acceptée par le professeur pour savoir qu'elle ne peut qu'être valide, puisque tel est son seul devenir possible.

Les élèves, le constatant au fil des répétitions de cette procédure, le comprendront vite.

Les mots du cartésien **Rohault** sur le **rôle des expériences**, en **1671**, suffiraient même à fournir **deux améliorations** :

« faire découvrir la vérité ou la fausseté des opinions conçues ».

- Difficulté : Croire un peu trop vite que ce qu'on fait est conforme aux principes...

L'ouvrage collectif *La main à la pâte* paru en 1996, présenté par Georges Charpak, permet un rapprochement édifiant :

« L'une des **spécificités** du programme que nous appelons “la main à la pâte” tient au fait **que le maître n'oriente pas les hypothèses** mais laisse les enfants **concevoir eux-mêmes** leurs expériences en fonction de ce qu'ils pensent trouver. (...) Par la discussion riche en arguments qui s'ensuit, ceux-ci accèdent à plus de logique, à plus de rigueur et à l'acquisition d'une **démarche scientifique**. Le réel s'impose progressivement et **brise alors les présupposés**. » (p. 31).

Ce texte fort est immédiatement suivi d'un exemple d'activité :

« Comment une éruption volcanique se produit-elle ? Trois cuillerées de confiture de fraise ou de groseilles au fond d'une casserole, une épaisse couche de purée par-dessus, une ébullition contrôlée **et voilà l'éruption** ! En mettant le tout au congélateur, en coupant la purée le lendemain, on obtient **une image de la structure interne d'un volcan**. » (p. 31).

Socle commun de connaissances et de compétences

La mise en œuvre du socle et
l'évolution d'une discipline, les
sciences de la vie et de la Terre

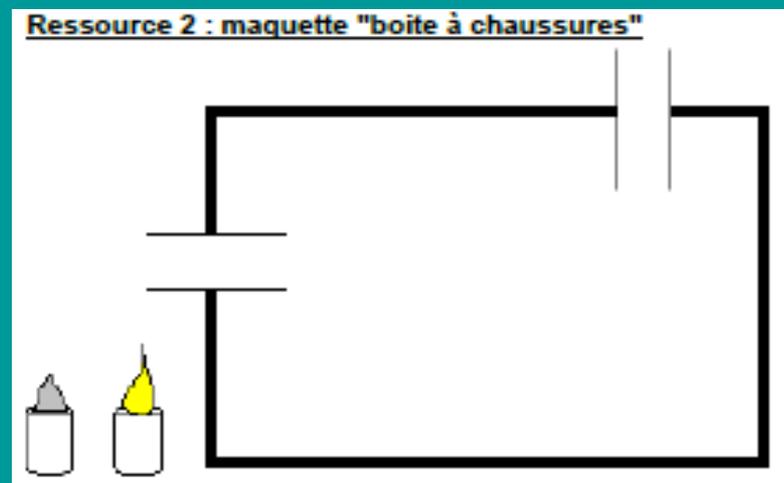
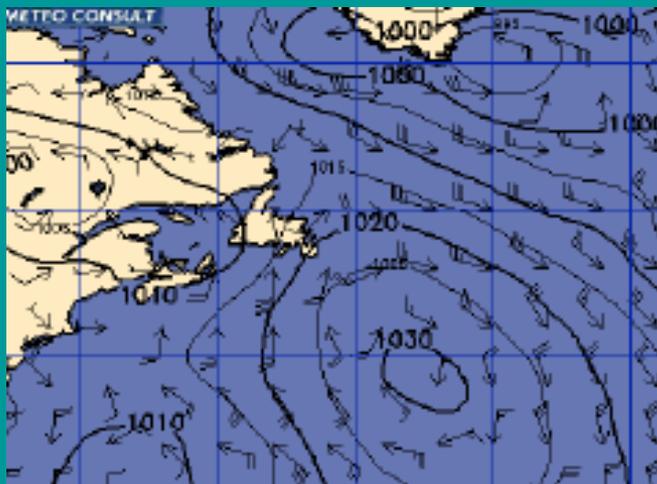
mai 2011

ANNEXE 7 : PROPOSITION D'ACTIVITÉ NIVEAU SECONDE = AUGMENTATION DE LA COMPLEXITÉ D'UNE ACTIVITÉ

Problème posé : comment expliquer les vents horizontaux si les mouvements d'air sont essentiellement verticaux à cause des différences de températures ?

Objectif de la séance : on veut montrer le lien entre les vents horizontaux et les mouvements verticaux des masses d'air.

Consigne élève: "utiliser les ressources fournies (carte et maquette) pour montrer le lien entre les vents horizontaux et les mouvements verticaux des masses d'air. Vous présenterez vos résultats sous la forme de schémas clairement légendés et/ou d'un texte descriptif."



ANNEXE 8 : EXEMPLE D'ACTIVITÉ PRÉSENTANT LES OBJECTIFS DE FORMATION

TICE_SVT 4ème : Reproduction sexuée et maintien des espèces dans les milieux

Très important :

Le compte rendu devra être fait à l'aide d'un traitement de texte. Le fichier créé devra être enregistré sous la forme "votre nom_reproduction.doc" dans votre espace personnel (dossier SVT)
Le document devra utiliser la police "comic sans MS" la présentation devra répondre aux critères habituellement utilisés (NOM, Prénom, classe, titre, paragraphes, couleurs etc...)

B₂i

1.3 - 3.1 - 3.3

Via l'ENT, vous enverrez sous forme de fichier joint, ce fichier à votre professeur

B₂i

5.3 - 5.4

PROBLEME : Comment expliquer que certaines actions de l'Homme menacent la biodiversité en agissant sur la reproduction de certaines espèces vivantes ?

Ce que je sais déjà :

- La *biodiversité* se définit comme étant *l'ensemble des êtres vivants présents dans un milieu de vie.*
- La reproduction sexuée se caractérise par *la production de cellules reproductrices* et par *la fécondation.*
- La reproduction sexuée permet *le maintien des espèces dans le milieu de vie.*

ANNEXE 10 : LA PROPAGATION DES ONDES (AUTOÉVALUATION)

[\[retour\]](#)

On sait que :

En profondeur des roches subissent des contraintes, se déforment et finissent par casser donnant naissance à une *faille*. C'est la *rupture brutale des roches qui, en libérant l'énergie accumulée pendant longtemps* est à l'origine d'un séisme. La libération d'énergie se manifeste par des vibrations.

Le lieu où se produit la rupture est le lieu où naissent les vibrations. Il s'agit du foyer du séisme.

Les vibrations s'appellent les ondes sismiques, elles sont enregistrables.

Un fait réel pour motiver et poser le problème

Sujet : La terre a fortement tremblé peu après 3 h 30 dans tout le centre de l'Italie. Des édifices se sont effondrés dans le cœur historique de la ville de L'Aquila, situé à environ cent kilomètres au nord-est de Rome (voir carte). Selon la protection civile, plus de dix mille maisons et édifices ont été endommagés. *"Pas un bâtiment n'est resté indemne, a expliqué Silvio Berlusconi.*

La secousse a été ressentie dans tout le centre de l'Italie, de l'Adriatique à la mer Tyrrhénienne, notamment dans la capitale, où elle a réveillé de nombreux Romains. Les lampes se sont mises à chanceler, les meubles à vibrer et les alarmes de voitures se sont déclenchées. La secousse a été ressentie en Italie du Nord (à Milan), sans faire ni victime ni dégât. Selon un communiqué de la protection civile, l'épicentre du séisme, d'une magnitude de 5,8, se trouvait à 5 kilomètres de profondeur sous L'Aquila.

Source « Le MONDE »



PROBLEMES : Comment expliquer que les dégâts sont le plus importants à L'Aquila ? Que les effets soient ressentis jusque dans le nord de l'Italie (Milan) mais sans faire de dégâts ?

Q1- Quelles sont vos hypothèses ? (Ra1)

Si les secousses sont aller jusqu'à Milan, c'est qu'elles se sont propager, mais en s'atténuant car à Milan , ils n'y a eu aucun dégâts , juste des secousse .Les secousses peuvent se faire ressentir très loin du foyer du seisme mais tout en s'atténuant. Le schéma ci-dessous le prouve.

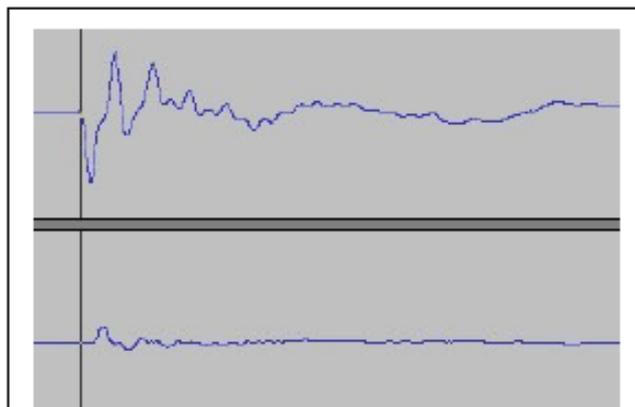
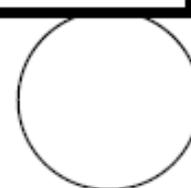
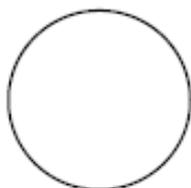
Fiche de tr avail récupérée sur l'ENT et réd action des réponses directement sur le fichier créé par le

Q2- Imaginez les expériences qui vous permettront de répondre aux problèmes. Vous les schématiserez (Ra3-Ré3)

Matériel à disposition : 2 capteurs piézoélectriques reliés à un logiciel d'enregistrement, une barre de granite, un outil pour frapper, du ruban adhésif pour fixer les capteurs, fonctionnalités principales du logiciel.

En cas de difficulté les élèves peuvent demander une aide par l'intermédiaire d'un message électronique envoyé à leur professeur

Des capacités repérées



DES PROPOSITIONS

- Théoriques (principes)

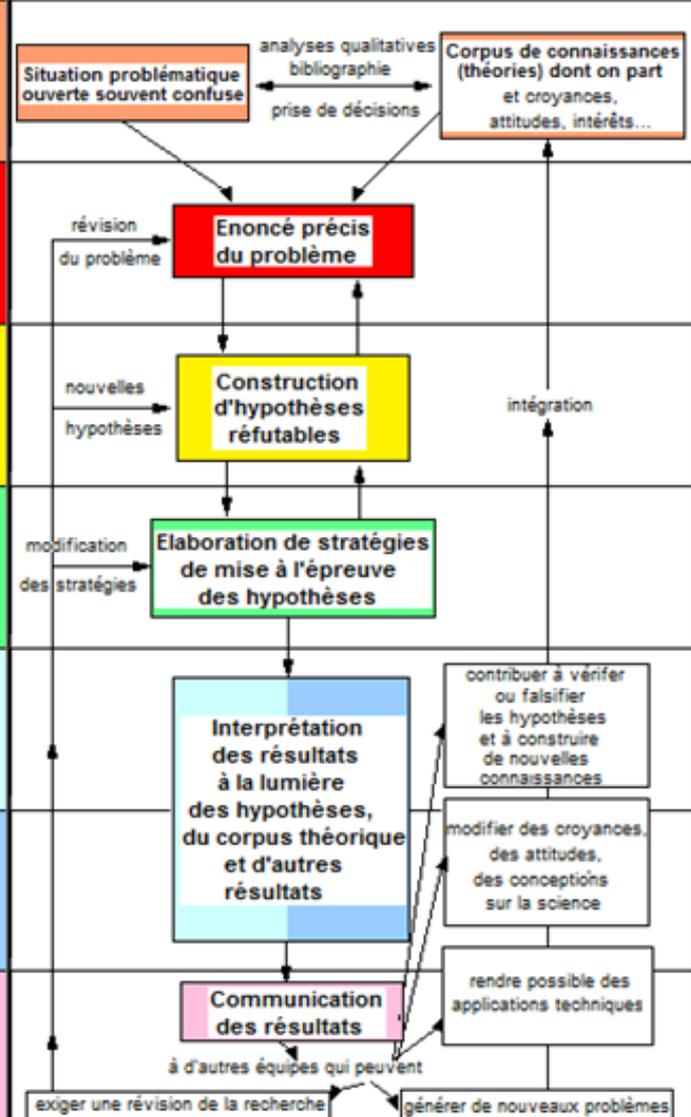
- Pratiques (exemples)

Différents didacticiens ont proposé des **schématisations** plus ou moins complexes des itinéraires scientifiques pour servir de support aux démarches en classe :

DIAGRAMME D'UN PROCESSUS DE RECHERCHE

Représentation schématique d'une activité collective extraordinairement complexe

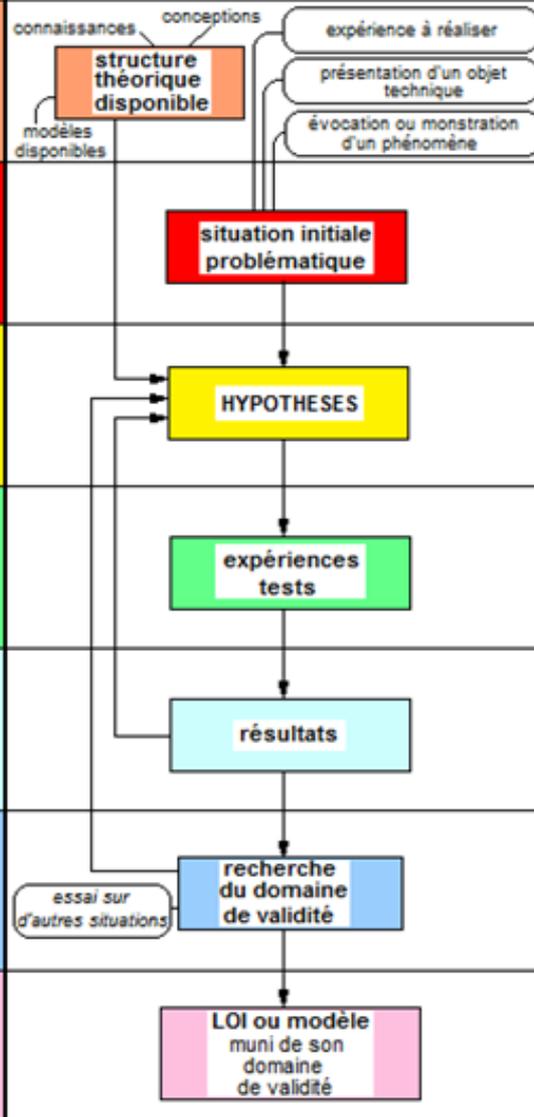
GIL-PEREZ, 1993



LA DEMARCHE HYPOTHETICO-DEDUCTIVE

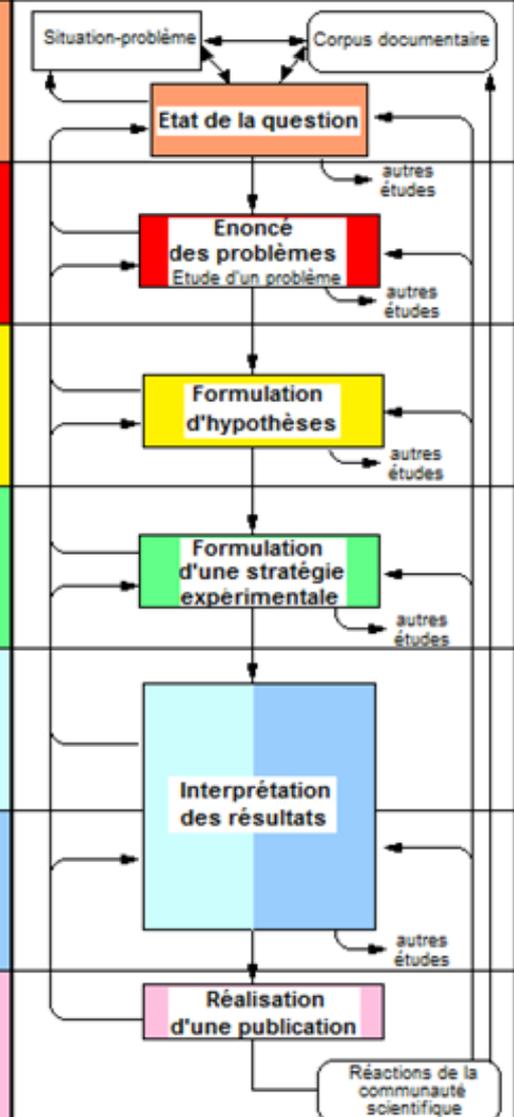
EN SCIENCES PHYSIQUES

ROBARDET & GUILLAUD, 1997

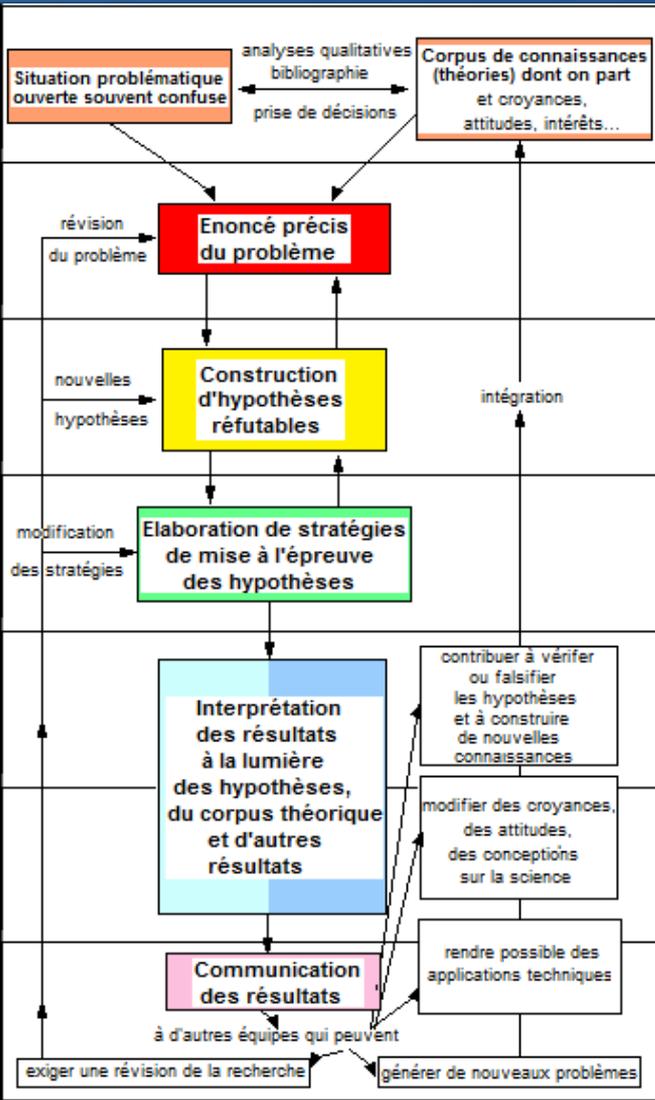


DEVELOPPEMENT DE LA DEMARCHE EXPERIMENTALE AU LABORATOIRE

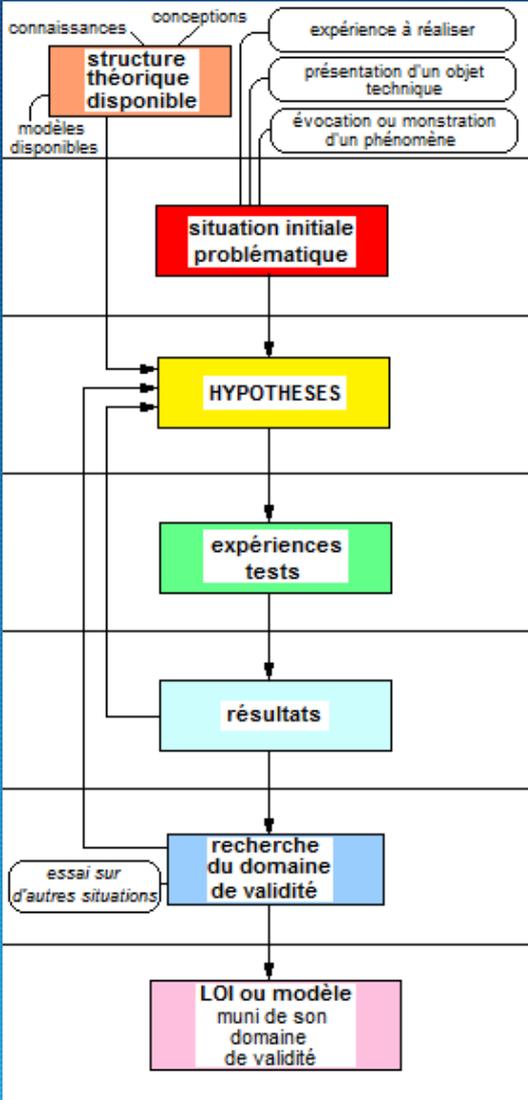
GIORDAN, 1999



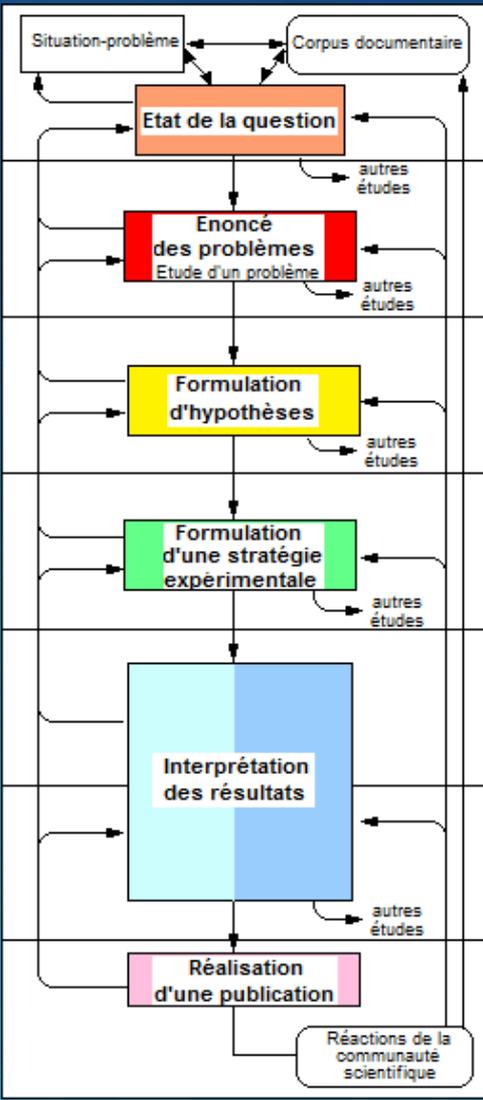
Gil-Perez, 1993



Robardet & Guillaud, 1997



Giordan, 1999

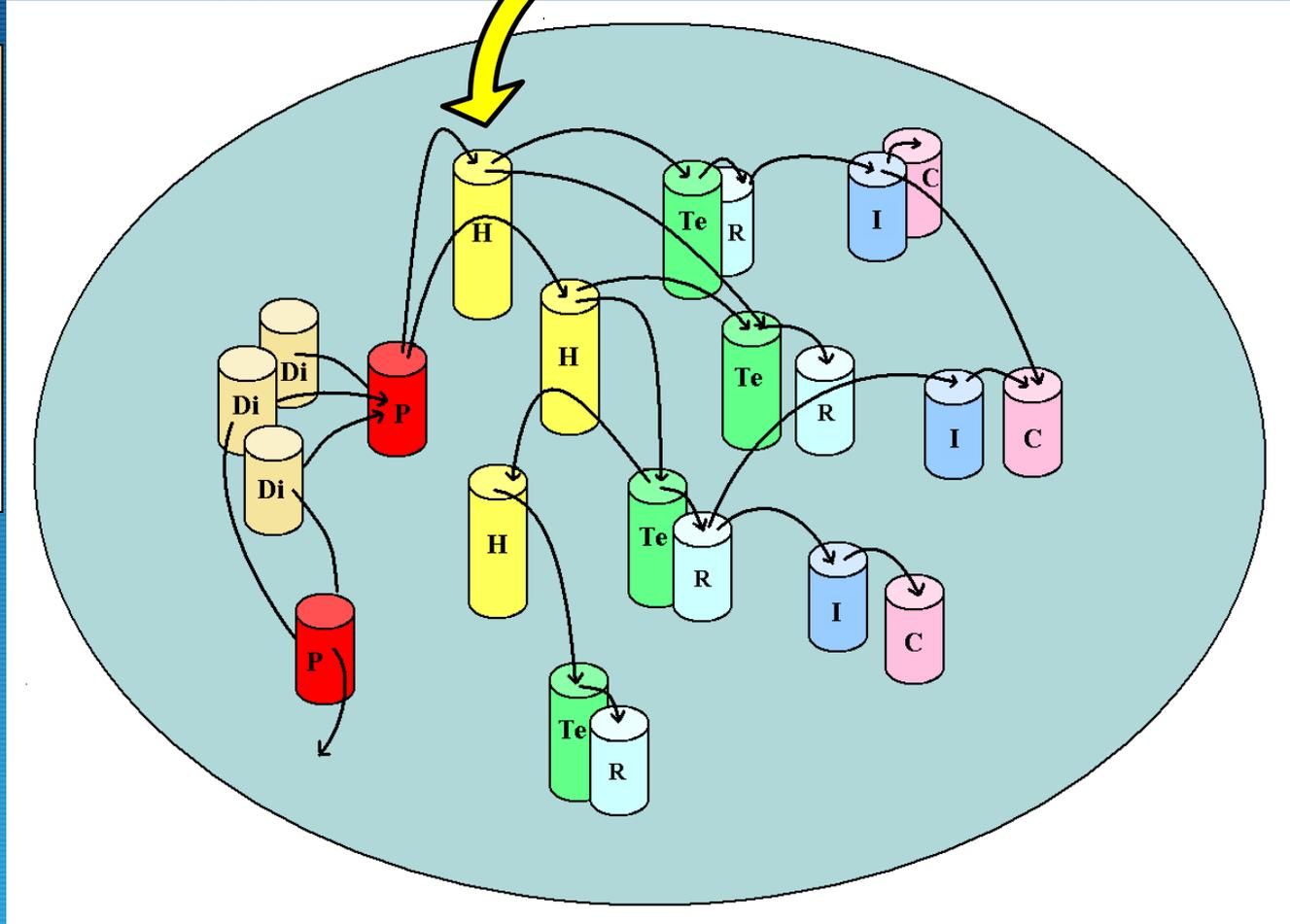


En réaction aux approches linéaires « OHERIC » et « OPAC » :

MODELE
DiPHTeRIC

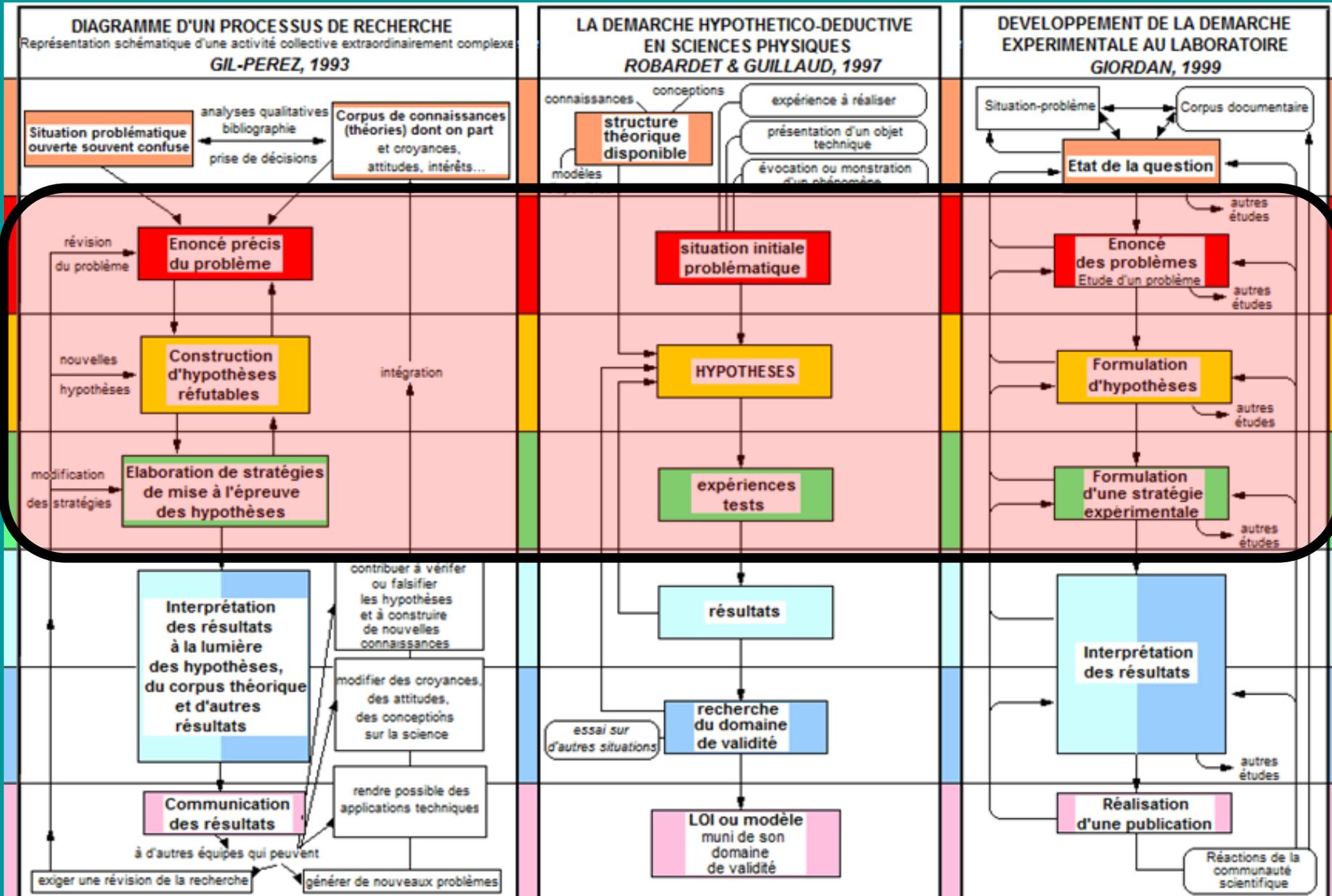
Conceptions
→ statut d'hypothèses

Données
initiales,
Problème,
Hypothèses
Tests
Résultats
Interprétation
Conclusion



Voir OHERIC sur Wikipedia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/OHERIC>

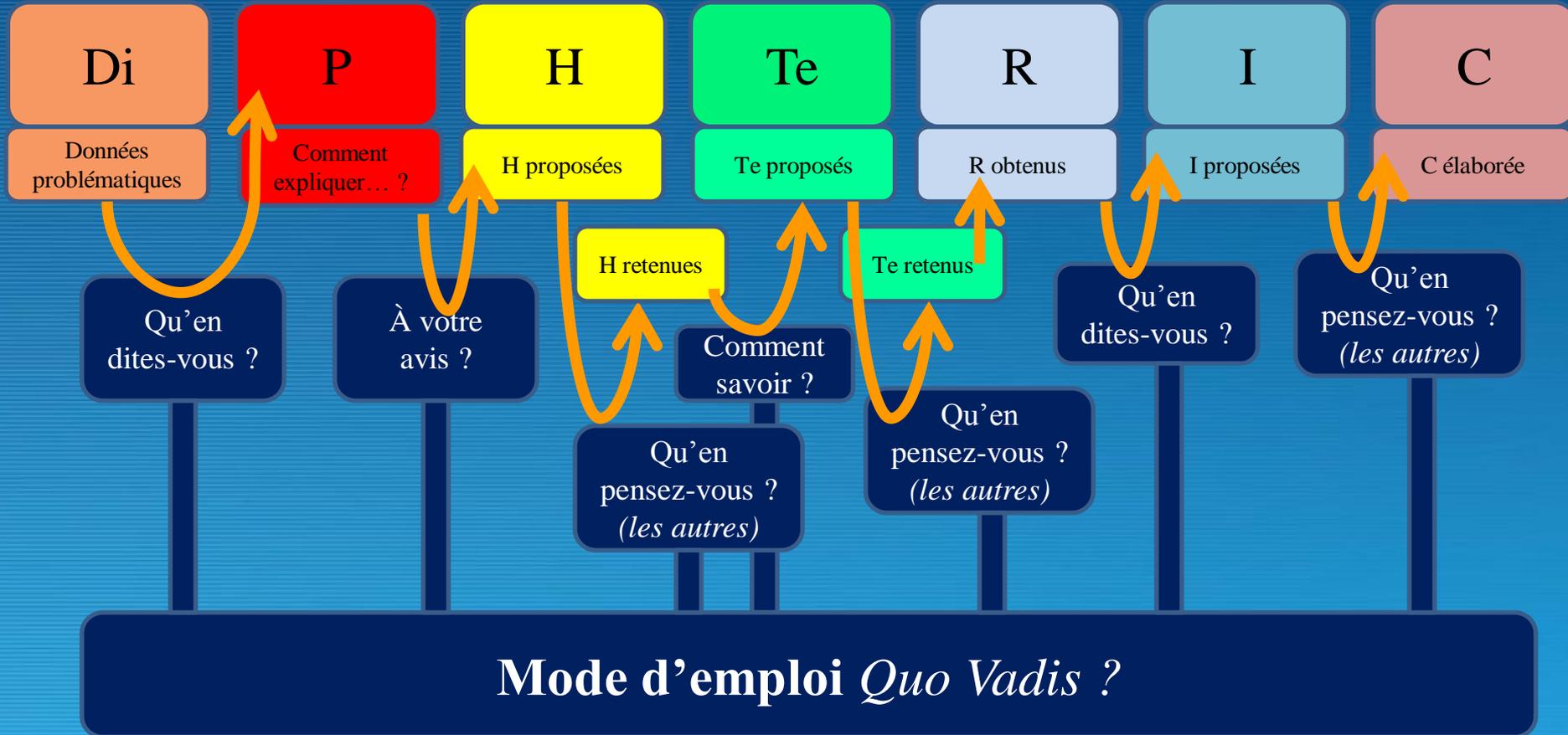
« Noyau central » : Problème – Hypothèses - Tests



Descriptif A	Descriptif B
<p>La démarche pédagogique (...) comporte plusieurs étapes :</p>	<p>Il est d'usage de décrire une démarche d'investigation comme la succession d'un certain nombre d'étapes types :</p>
<p>- une étape d'analyse des faits et de l'environnement dans lequel ils s'insèrent :</p>	<p>- une situation motivante suscitant la curiosité,</p>
<p>- un raisonnement qui intègre les divers paramètres fait apparaître le problème et permet de le poser avec précision ;</p>	<p>- la formulation d'une problématique précise,</p>
<p>- un effort d'imagination dans la recherche et pour la découverte de la ou des hypothèses, solutions possibles du problème ;</p>	<p>- l'énoncé d'hypothèses explicatives,</p>
<p>- la mise en œuvre des moyens expérimentaux permettant d'éprouver la valeur de ces hypothèses et d'approcher ainsi la vérité ;</p>	<p>- la conception d'une stratégie pour éprouver ces hypothèses, - la mise en œuvre du projet ainsi élaboré,</p>
<p>- enfin, la manifestation d'un esprit de synthèse dans la formulation et l'élaboration d'une conclusion, parfois d'une loi</p>	<p>- l'élaboration d'un savoir mémorisable</p>
<p>Circulaire du 17 octobre 1968</p>	<p>Programmes de SVT 2de et 1eS, 2011</p>

Modèle accompagné d'un **mode d'emploi** favorisant un cheminement suivant les **propositions des élèves** (d'hypothèses puis de tests) :
Mode d'emploi « *Quo Vadis ?* »

L'OUTIL DiPHTeRIC = modèle DiPHTeRIC + mode d'emploi *Quo Vadis ?*



→ Recherches centrées sur les **critères d'authenticité** des démarches

Parmi ceux-ci :

Qu'un problème soulevé
pose véritablement problème

Que le problème
soit **réellement posé aux élèves**

Que les élèves **puissent proposer
des hypothèses différentes**

Que les élèves
en discutent la recevabilité

Que les élèves
conçoivent et proposent des tests

Que les élèves
en discutent la pertinence

→ Recherches centrées sur les **critères d'authenticité** des démarches

Parmi ceux-ci :

Qu'un problème soulevé **pose véritablement problème**

Que le problème soit **réellement posé aux élèves**

Que les élèves **puissent proposer des hypothèses différentes**

Que les élèves **en discutent la recevabilité**

Que les élèves **conçoivent et proposent des tests**

Que les élèves **en discutent la pertinence**

Appui sur les **propositions** des élèves

Importance des **débats** en classe

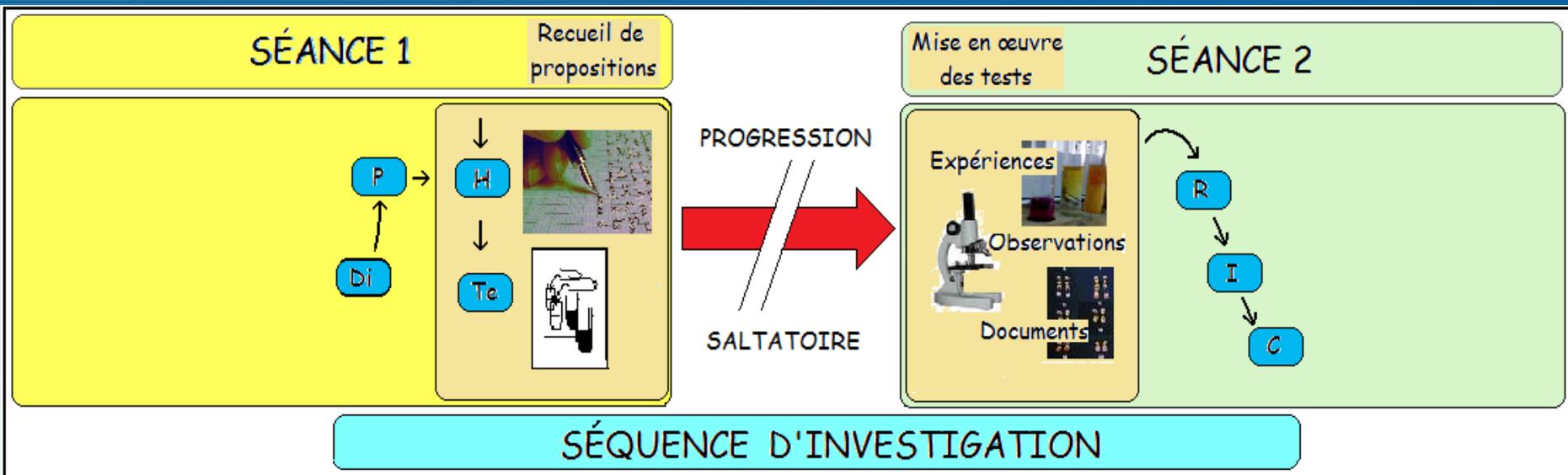
➤ Problème résolu par leurs propres forces intellectuelles

Proposition de solutions pragmatiques provenant de l'analyse des pratiques

(Exemple)

Faire face aux propositions
imprévues d'élèves...

...Progression « saltatoire » :



Outil d'expertise (Cariou, 2010) :

ÉCHELLE D'INVESTIGATION « CADI »		
À 10 NIVEAUX		
10 critères d'authenticité	1	0
1 - Problème : qualité		
2 - Problème : raison d'être		
3 - Hypothèse(s) : Origine		
4 - Hypothèse(s) proposée(s) : phase d'examen		
5 - Hypothèse(s) retenue(s) : Qualité		
6 - Activité(s) : Origine		
7 - Activité(s) proposée(s) : phase d'examen		
8 - Activité(s) retenue(s) : Qualité		
9 - Interprétations : Discussion		
10 - Conclusions : Origine		
Degré d'authenticité →	1 à 10	

Critères d'authenticité...

...*Versus* (peu authentique) :

C1 - Problème : qualité

Problème représentant, pour les élèves, une **énigme**, un **obstacle**, une **rupture**, une **“morsure”** (Dewey)

“Problème” non énigmatique, ou trop général pour être suivi d'hypothèses

C2 - Problème : raison d'être

Problème **mobilisant les forces intellectuelles** des élèves, à résoudre à **partir de leurs propositions**

“Problème” ne servant que de cadre à des activités imposées, sans propositions d'élèves le concernant

C3 - Hypothèse(s) : Origine

Hypothèse(s) **venant d'élèves**, traduisant leur vision, reflétant leurs **conceptions**

Pas d'hypothèse, ou venant du professeur

C4 - Hypothèse(s) proposée(s) : phase d'examen

Discussion par les élèves de la recevabilité des hypothèses (*relation au problème, cohérence avec les acquis...*)

Absence d'une telle phase

C5 - Hypothèse(s) retenue(s) : Qualité

Hypothèses retenues portant sur des faits encore inconnus, qui aideraient à résoudre le problème

“Suppositions” retenues **trop évidentes** ou portant sur des faits **déjà connus**

Critères d'authenticité

Peu authentique :

C6 - Activité(s) : Origine

Activité(s) **pré-méditées, conçues, demandées par les élèves** : observations, expériences, documents montrant si..., afin d'éprouver leurs propres idées

Activité(s) **parachutée(s)**, imposées, réduisant les élèves à ne faire que de simples constats ou/et à n'être que de simples exécutants

C7 - Activité(s) proposée(s) : phase d'examen

Discussion par les élèves de la pertinence des activités proposées : s'agit-il de **conséquences testables déduites** des hypothèses ?

Absence de cette discussion

C8 - Activité(s) retenue(s) : Qualité

Activités dont les résultats attendus apporteront des éléments nouveaux utiles à la résolution du problème

Résultats déjà connus ou évidents, ou activités visant un **objectif annexe** sans lien direct avec le problème

C9 - Interprétations : Discussion

Phase de **discussion** entre élèves de leurs interprétations des résultats obtenus

Absence de cette discussion

C10 - Conclusions : Origine

Conclusions établies **par les élèves**, admises et généralisées sous le contrôle du professeur

Conclusions **dictées**

Échelle utilisée par une vingtaine d'enseignants de SVT de collège et de lycée d'une équipe associée à un travail de recherche (2007-2009, classes de 5^e à 2^{de}, **352 élèves**).

81% à préféreraient en début d'année que le professeur « indique quelle expérience ou observation nous donnera la solution », **57%** en fin d'année.

70% des élèves estiment « mieux savoir pourquoi on fait telle activité en classe ».

Une prise en compte de ces travaux sur les critères d'authenticité

J'écris en 2002 (article Bulletin APBG n° 2-2002) :

« Les élèves doivent comprendre que l'important, à ce stade, est moins de tomber sur la bonne solution, que de dire pourquoi elle pourrait être bonne. Habitons-les aux **critères qui rendent recevable une hypothèse** : posséder un pouvoir explicatif pour le problème étudié, et ne pas être en contradiction avec les acquis. »

« **Seule la cohérence, et non la vérité, est attendue.** »

Le **Ministère de l'Éducation** écrit en 2009 (Mathématiques, Collège - Ressources pour les classes de 6e, 5e, 4e, et 3e du collège - Raisonnement et démonstration, p. 29) :

http://media.eduscol.education.fr/file/Programmes/17/7/doc_acc_clg_raisonnement&de_monstration_109177.pdf

« **Seule la cohérence, et non la vérité, est attendue** ; le **critère de recevabilité** d'un argument étant qu'il possède un pouvoir explicatif pour le problème étudié et qu'il ne soit pas en contradiction avec les acquis. »

- Propositions pratiques (exemples)

- Biologie : les lapins en Australie

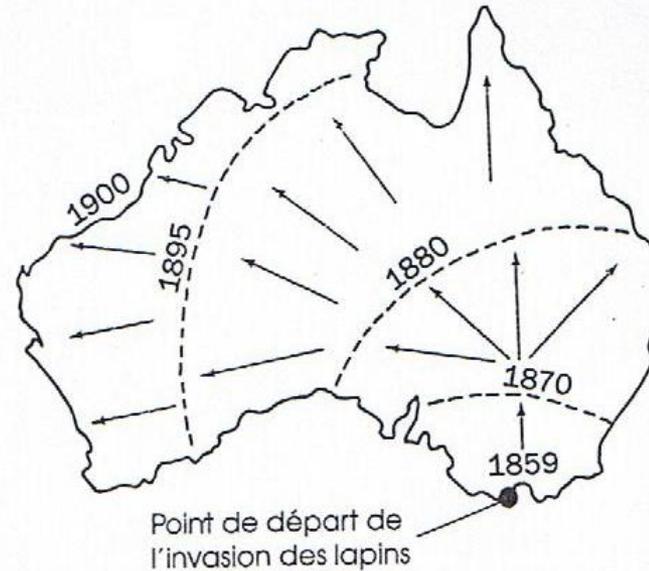
Les lapins en Australie : une histoire édifiante



Voici une histoire vraie, qui s'est passée en Australie, une île grande comme 14 fois la France.

Premier acte

En 1859, un fermier australien met en liberté sur ses terres 24 lapins, animal jusqu'alors absent d'Australie, pays d'élevage de moutons. En quelques années, l'île en compte des centaines de milliers. En quelques décennies, des centaines de millions. Certains élevages de moutons périclitent et les éleveurs en accusent le grand nombre de lapins. Une telle prolifération n'a pourtant pas lieu en Europe, d'où viennent les lapins.



La découverte du monde vivant de la maternelle au CM2. Coll. Tavernier, Bordas, 2002, p. 358-359.



« **Comment expliquer** la prolifération des lapins libres en Australie,
alors qu'elle n'a pas eu lieu en Europe ? »

H1. La race de lapins introduite est spécialement prolifique.

H2. Les lapins trouvent plus facilement à se nourrir avec la végétation australienne (ou elle est meilleure pour eux).

H3. Le climat chaud augmente leur taux de reproduction.

H4. Les Australiens, respectueux de la nature, ne sont pas des chasseurs, contrairement aux Européens.

H5. En Europe, d'autres espèces mangent la même chose qu'eux alors qu'en Australie, les kangourous ou autres ne leur font pas concurrence.

H6. En Australie, la terre est plus facile à creuser pour faire des terriers, et il y en a toujours un à proximité pour échapper aux prédateurs et chasseurs.

H7. En Australie, les lapins n'ont pas de prédateurs alors qu'ils en ont en Europe (aigles, loups...).

H8. La couleur des lapins introduits les rendait moins repérables en Australie (couleur sable sur le sable alors qu'il n'y a pas de lapins verts dans les prés anglais), échappant ainsi mieux aux prédateurs et chasseurs.

H9 : avec des hivers doux en Australie, ils peuvent se nourrir toute l'année.

...

[Remarque : un élève avait proposé avec humour : « une mutation les a rendus résistants aux balles ! » D'autres ont renchéri : « et aux crocs des renards ! » ; « ou elle les a fait courir 2 fois plus vite !... », « leurs oreilles sont devenues plus sensibles aux chasseurs ! »]

La discussion conduit la classe à admettre ces hypothèses comme recevables.

Les élèves retournent alors en groupes, chaque groupe proposant des **moyens de mettre à l'épreuve** certaines des hypothèses retenues par la classe.

Pour H1 : vérifier s'il s'agit d'une race spécifique en comparant les lapins australiens à leurs cousins européens.

Pour H3 : étudier expérimentalement l'influence d'un climat chaud sur la reproduction des lapins européens.

Pour H4 : rechercher le nombre de chasseurs en Australie, et comparer le rapport chasseurs/lapins avec l'Europe.

Pour H5 : rechercher quelle est la nourriture des lapins en Europe et en Australie, et « qui » mange la même chose dans les deux endroits.

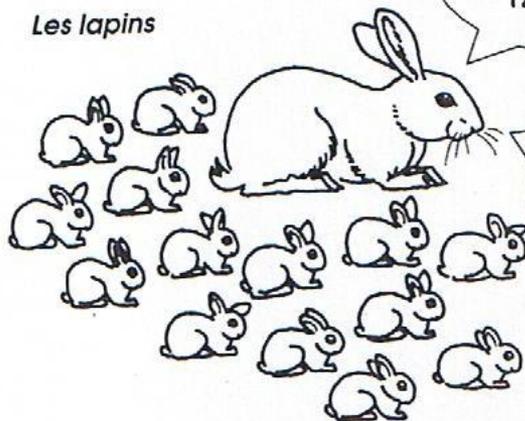
Pour H7 : s'informer sur la présence de prédateurs des lapins en Europe et en Australie.

...

Des mises à l'épreuve peuvent être faites à l'aide de données du document. D'autres dépendront des idées émises par les élèves et des propositions de tests retenues.

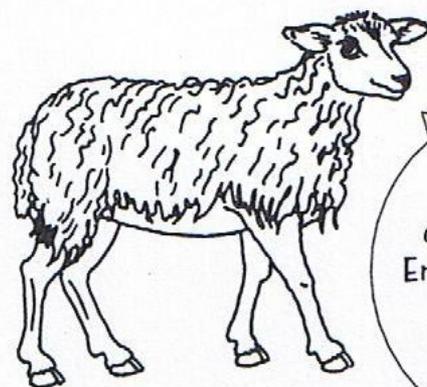
Les principaux acteurs

Les lapins



6 à 7 fois par an,
je mets au monde
12 à 15 petits.

De plus, ici il n'y a
pas de prédateurs,
alors j'en profite pour
agrandir la famille.



Cinq lapins
mangent autant
d'herbe que moi !
En plus, ils creusent
des terriers et
saccagent les
pâturages.

Les moutons
(richesse principale
de certaines régions)



Les wombats
(représentants de la
faune australienne)

De plus, je ne mets
au monde qu'un seul
petit par an...

Avant l'arrivée
des lapins, l'herbe
était abondante...
Maintenant, je meurs
de faim.



Non seulement
les lapins saccagent
les pâturages, mais ils dévorent
les jeunes arbres, rongent
les vieux arbres et transforment
les zones boisées en déserts.

Les jeunes arbres
(représentants
de la végétation)

- Pour H1, un taux de reproduction est fourni dans le document (qui n'est pas proposé aux élèves en entier : il donne trop d'informations !) : 12 à 15 petits 6 à 7 fois par an. Cela peut être comparé au taux moyen.

- Pour H5 : en Australie, les moutons et les wombats mangent aussi de l'herbe.

- Pour H7, le professeur indique que les éleveurs ont décidé d'introduire le renard dans l'île, prédateur des lapins en Europe sans équivalent en Australie (ce qui corrobore H7).

Quand on « fait faire »...

Travaille-t-on l'esprit créatif ?

Travaille-t-on l'esprit de contrôle ?



Imaginons que nous ayons en classe un futur enquêteur, comme le célèbre inspecteur Columbo...

...Pourrait-il réellement **se considérer en investigation** si quelqu'un lui disait **quoi faire, comment, où...**

Lui mettant sous les yeux des expériences sans qu'il les ait sollicitées, dans les mains des documents qu'il n'a pas recherchés ?

Ne serait-il pas fondé à nous dire, avec son tact habituel :

« On m'dit qu'c'est moi qui mène l'enquête, on m'fait noter des tas d'trucs sur mon carnet, mais...

...Y'a des p'tits détails qui m'chiffonnent, m'sieur...».

Pour éviter...

Le discours :

Aujourd'hui,
démarche scientifique !

Vous allez mener une **véritable enquête**
et découvrir les choses **par vous-mêmes !**



OUAIIIIIISSS !!



Super !



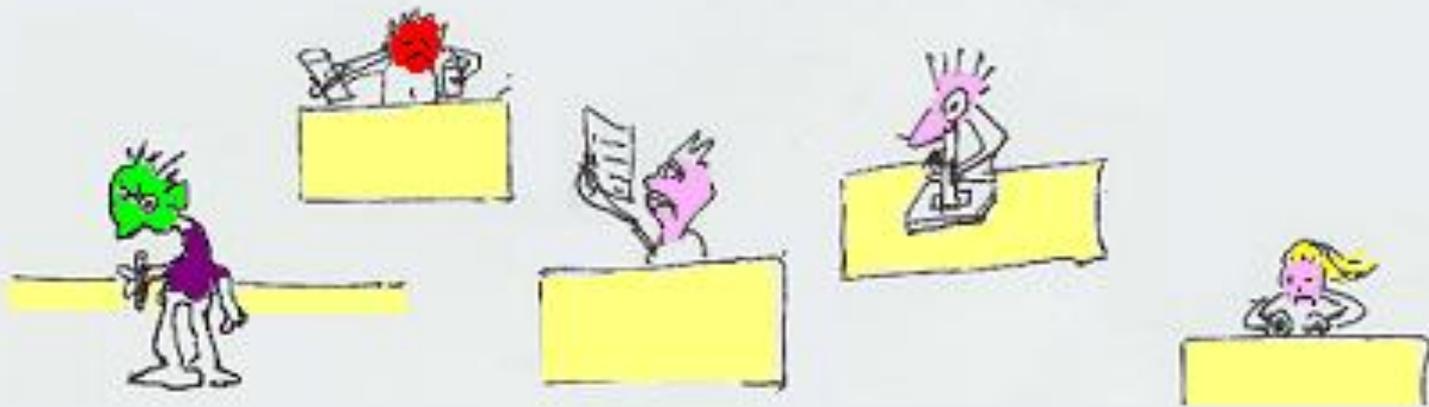
Génial !



Trop bien !



...Les pratiques :



Cariou, J.-Y. (2007). *Faire vivre des démarches expérimentales*. Coll. « Un projet pour... » dirigée par G. De Vecchi, Delagrave, 144 p. http://www.ldes.unige.ch/publi/i_livres.htm#demarcheExp

GUIDES DE POCHE DE L'ENSEIGNANT

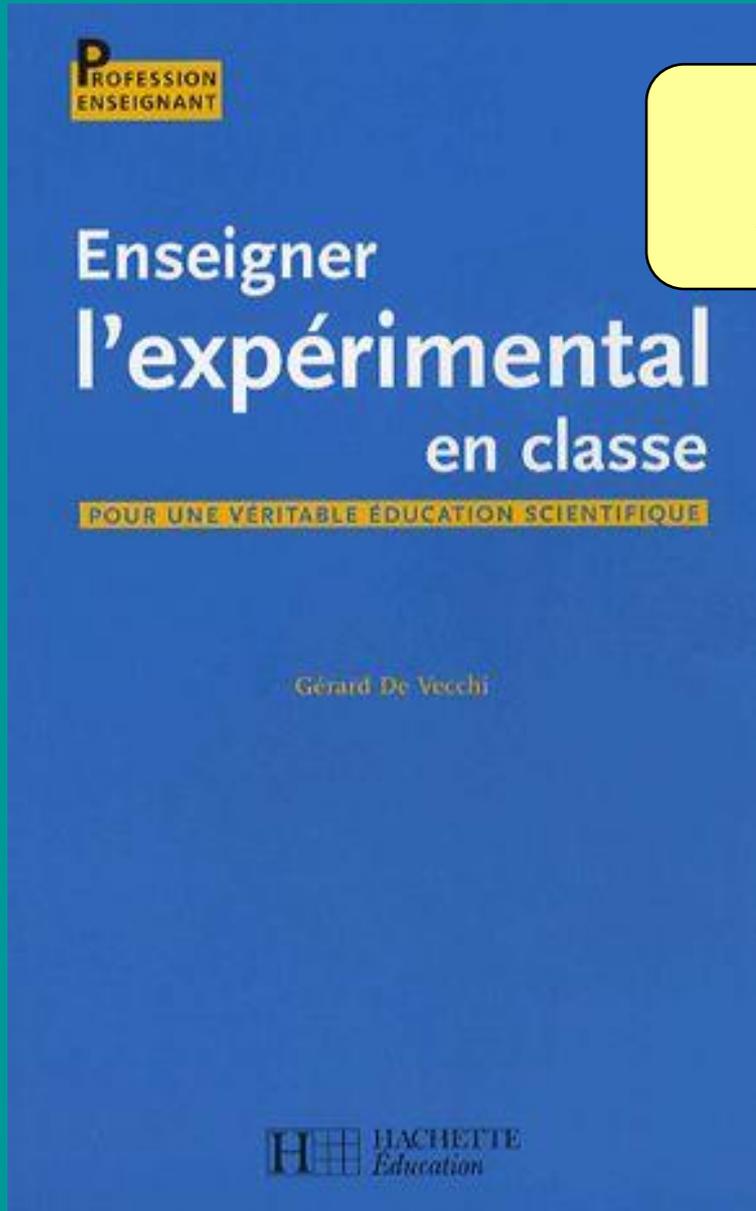


faire vivre
des démarches
expérimentales

Delagrave

PRÉAMBULE	5	Expérience pédagogique n° 2, la plus renversante : moi, prof, simple exécutant...	76
Une collection, un état d'esprit	5		
INTRODUCTION	9	DEUXIÈME PARTIE : MENER UN PROJET EN CLASSE	77
PREMIÈRE PARTIE : L'ESPRIT EXPÉRIMENTAL		6. UN PROJET QUI RÉPOND À UN BESOIN	79
1. LES REPRÉSENTATIONS DES ACTEURS DE LA CLASSE	13	7. L'APPUI SUR LES CONCEPTIONS DES ÉLÈVES	82
L'expérience de l'expérience des enseignants	13	Rupture ou ébranlement des conceptions	82
La vision des élèves	17	Que leurs conceptions les fassent... concevoir !	85
2. LES EXPÉRIENCES LES PLUS SIMPLES... POUR DÉGAGER QUELQUES GRANDES IDÉES	19	Le statut de l'erreur	85
Exemple 1. La plus simple des expériences de biologie : Effacer ses veines avec une gomme ?	19	8. DÉMARCHES EXPÉRIMENTALES : DU LABORATOIRE À LA CLASSE	87
Exemple 2. Arrêter son cœur ?	20	L'appui sur des bases historiques	87
Exemple 3. La plus simple des expériences de physique : Duel de doigts	22	Quelle démarche expérimentale en classe ?	89
Exemple 4. Jeu de jambes	25	Mettre en œuvre une démarche... Oui, mais pas n'importe comment !	90
3. DES « EXPÉRIENCES », OUI... MAIS POUR QUOI FAIRE ?	26	Analyse de pratiques habituelles : d'OHERIC à OPAC et COSAC	93
L'esprit expérimental	26	Le dogmatisme des Z-activités	94
Faire des expériences... C'est-à-dire ?	28	9. DES OUTILS POUR L'ENSEIGNANT	96
Et la modélisation ?	31	L'outil DiPHTeRIC	96
4. EXPÉRIENCES EN QUÊTE D'ESPRIT	35	Principes et idées-forces pour une didactique de l'initiative	100
Reprise des « expériences » du chapitre 2.		Du « peut-être que... » au « diagramme ferroviaire »	
5. DES DISTINCTIONS ESSENTIELLES	47	10. D'AUTRES EXEMPLES DE SÉQUENCES... PARMY BIEN DES POSSIBLES !	112
Les interrogations : questions, problèmes...	47	11 - DES OUTILS À CONSTRUIRE PAR LES ÉLÈVES	131
Les réponses ou les solutions possibles	51	12 - L'IMPORTANCE DE LA MÉTACOGNITION	137
Hypothèses, suppositions, moyens, anticipations : des liens D'Archimède à Marie Curie en passant par Maupassant ! ..	55	CONCLUSION	141
INTERMÈDE EXPÉRIMENTAL : À VOS CORNUES PÉDAGOGIQUES !	69	BIBLIOGRAPHIE	143
Expérience pédagogique n° 1 : la plus simple !	69		

Livres et articles en relation



De Vecchi, G. (2006).
Enseigner l'expérimental en classe, Hachette.

Cariou, J.-Y. (2011). « Histoire des démarches en sciences et épistémologie scolaire », *RDST - Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies* n°3, ENS de Lyon, IFé, p. 83-106.

Cariou, J.-Y. (2010). « Les opinions vulnérables, tremplin vers le savoir », *RDST - Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies* n°1, INRP, p. 67-92.

Cariou, J.-Y. (2010). « Tentative de détermination de critères d'authenticité des démarches d'investigation », in Loisy, C., Trgalova, J et Monod-Ansaldi, R. (éds.), *Ressources et travail collectif dans la mise en place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences, Actes des journées scientifiques DIES 2010, Lyon, 24 et 25 novembre 2010*, p. 57-66, INRP, 2010.

Cariou, J.-Y. (2006). « Problèmes de Noël et Représentations de Carnaval. Radioscopie de deux dérivés ». Dossier "La culture scientifique", *Cahiers Pédagogiques* n°443, mai 2006.

Thèse en ligne :

**Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves,
dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences**

<http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00521174/fr/>