

M1

UE 7-3

“Humanités numériques et enseignement”

CM

08/09/2015

La question de la démarche en sciences dans l’enseignement

Sylvain Laubé

Centre F. Viète (EA 1161)

sylvain.laube@univ-brest.Fr

Objectifs de cette UE

- Se familiariser avec les méthodes d'enseignement : éléments de didactiques des sciences et de l'histoire
- Etre capable de bâtir un wiki dédié à l'enseignement
- Etre capable de construire une grille d'analyse pertinente de sites dédiés à l'HST, au patrimoine en lien avec l'enseignement
- Établir une première culture dans le domaine des « Humanités numériques »

Enseignement des sciences :
des attendus institutionnels

Le socle commun
Les programmes officiels
un site de référence :
EDUSCOL

Les compétences du socle : index

Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique (compétence 3)

Il s'agit de donner aux élèves la culture scientifique nécessaire à une représentation cohérente du monde et à la compréhension de leur environnement quotidien ; ils doivent saisir que la complexité peut être exprimée par des lois fondamentales.

Des approches concrètes et pratiques des mathématiques et des sciences, faisant notamment appel à l'habileté manuelle (par exemple, travailler un matériau, manipuler des volumes, en réaliser), aident les élèves à comprendre les notions abstraites.

Les mathématiques, les sciences expérimentales et la technologie favorisent la rigueur intellectuelle constitutive du raisonnement scientifique.

B. La culture scientifique et technologique

Les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel, celui de la nature, celui construit par l'Homme ainsi que les changements induits par l'activité humaine.

Leur étude contribue à faire comprendre aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part. Pour atteindre ces buts, l'observation, le questionnement, la manipulation et l'expérimentation sont essentiels, et cela dès l'école primaire, dans l'esprit de l'opération « La main à la pâte » qui donne le goût des sciences et des techniques dès le plus jeune âge.

Les notions complexes (relatives à l'ADN, aux gènes, à la tectonique des plaques lithosphériques), dont les élèves entendent parler dans la vie courante, sont abordées de manière adaptée. La présentation de l'histoire de l'élaboration des concepts, en mobilisant les ressources de toutes les disciplines concernées, constitue un moyen efficace d'aborder la complexité : la perspective historique contribue à donner une vision cohérente des sciences et des techniques ainsi que de leur développement conjoint.

Les élèves doivent comprendre que les sciences et les techniques contribuent au progrès et au bien-être des sociétés.

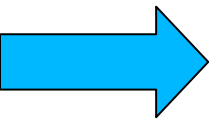
Les programmes officiels

La main à la pâte : <http://www.fondation-lamap.org/>

Les démarches en sciences?

Des points de vues nombreux qui évoluent historiquement

➤ PLATON (427-348 av. J.-C.)

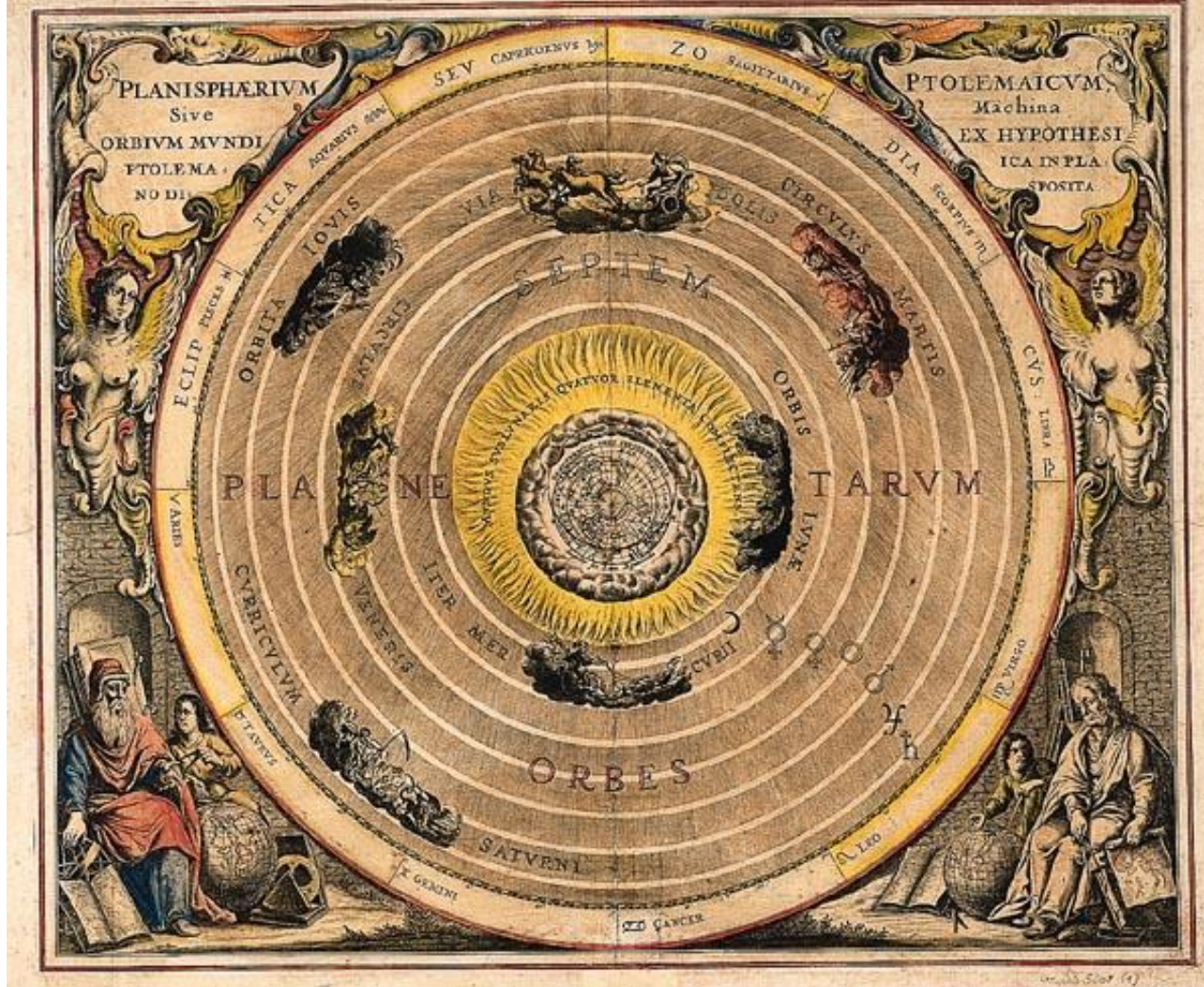


Le monde des idées précède le monde sensible, c'est-à-dire que les sensations procèdent des idées.

L'immutabilité des idées fournit à la science un objet stable que le monde sensible, en perpétuel changement, ne peut offrir. (cf L'allégorie de la Caverne)

Conséquences :

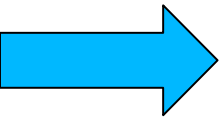
- L'expérimentation n'est pas scientifique
- Prépondérance des mathématiques (géométrie et astronomie)



Le système de Ptolémée, Andreas Cellarius, *Harmonia macrocosmica*, 1705
 Paris, BnF, Cartes et plans, Ge DD 5201 (1)

La Terre, au centre du monde, est figurée sous forme d'une carte géographique. Elle est surmontée des sphères de l'air et du feu, qui complètent les éléments. Les planètes (y compris la Lune et le Soleil) sont représentées par des figures allégoriques assises sur des chars.

➤ ARISTOTE (384-322 av. J.-C.)



Les idées sont partiellement accessibles par les sens.

On peut s'intéresser aux objets du monde sublunaire, corruptibles et non permanents.

Conséquences :

- L'observation est source de connaissances scientifiques.
- Une méthode : à partir d'une observation passive, **induction** d'une théorie générale à caractère philosophique qui ne sera pas vérifiée ni confrontée à la réalité

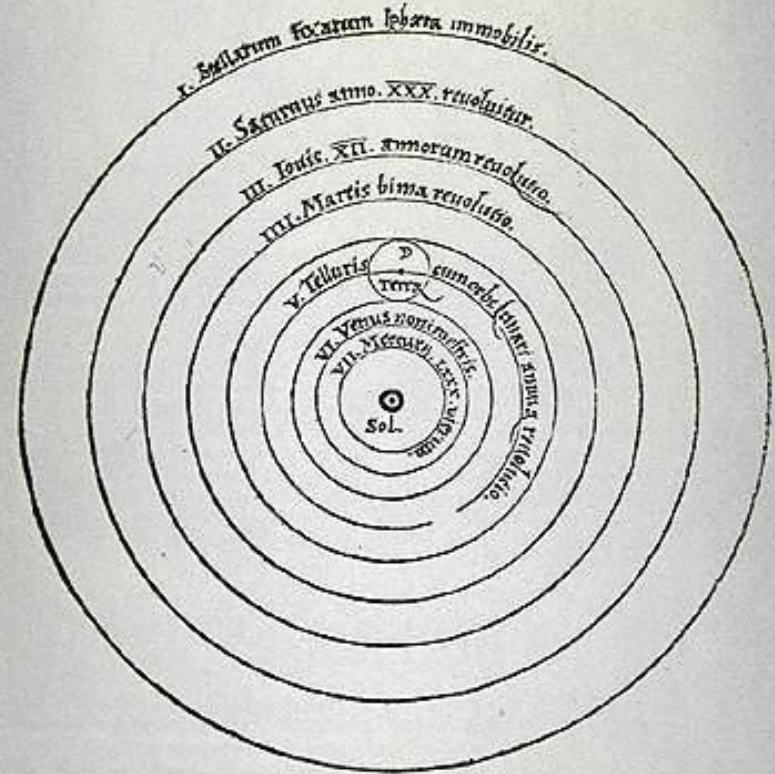
Remarque :

Aristote écrit : « On ne doit pas exiger en tout la rigueur mathématique, mais seulement quand il s'agit d'êtres immatériels. Aussi la méthode mathématique est-elle inapplicable à la Physique... »

Représentation planaire

Ce modèle fut présenté dans l'ouvrage *De Revolutionibus orbium cœlestium* qui fut publié en 1543, à Nuremberg.

NICOLAI COPERNICI
net, in quo terram cum orbe lunari tanquam epicyclo contineri diximus. Quinto loco Venus nono mense reducitur. Sextum denique locum Mercurius tenet, octuaginta dierum spacio circucurrens. In medio uero omnium residet Sol. Quis enim in hoc



pulcherimo templo lampadem hanc in alio uel meliori loco poneret, quam unde totum simul possit illuminare. Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alij mentem, alij rectorem uocant. Trimegistus uisibilem Deum, Sophoclis Electra intuentem omnia. Ita profecto tanquam in solio regali Sol residens circumagentem gubernat Astorum familiam. Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Luna cum terra cognitionem habet. Concipit interea à Sole terra, & impregnatur annuo partu. Inuenimus igitur sub hac

➤ GALILEE (1564-1642)

Galilée, L'Essayeur, VI, 232

“La philosophie est écrite dans ce livre immense perpétuellement ouvert devant nos yeux (je veux dire : l’univers), mais on ne peut le comprendre si l’on n’apprend pas d’abord à connaître la langue et les caractères dans lesquels il est écrit. Il est écrit en langue mathématique et ses caractères sont des triangles, des cercles, et d’autres figures géométriques, sans l’intermédiaire desquels il est humainement impossible d’en comprendre un seul mot. Si on ne les comprend pas, on tourne vraiment en rond dans un labyrinthe obscur.”

Remarque :

Galilée décrit des expérimentations (observations actives) dans un but de vérification de théories : chute des corps selon un plan incliné.

➤ DESCARTES (1596-1650)

Discours de la méthode :

- **Première règle :** "*Ne recevoir aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment être telle*". C'est la règle d'évidence. N'admettre pour vrai que l'évident, le certain et non le probable.
- **Deuxième règle :** "*Diviser chacune des difficultés que j'examinerais, en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre*". C'est la règle de la division du complexe en éléments simples. Il faut examiner les objets de la connaissance, voir ce qui est simple et composé, analyser ce qui est composé et l'expliquer par ses constituants simples.

• Troisième règle : *"conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître pour monter peu à peu, comme par degrés, jusqu'à la connaissance des plus composés"* . C'est la règle de l'ordre. Cet ordre à suivre est l'ordre des raisons. Il faut partir de l'évident et déduire. C'est l'ordre des raisons et non des matières : on ne commence pas nécessairement par le plus important ou le plus fondamental.

• Quatrième règle : *"faire partout des dénombrements si entiers, et des revues si générales, que je fusse assuré de ne rien omettre"*. C'est la règle du dénombrement. Faire une revue entière, générale des objets ce qui fait intervenir la prudence, la circonspection.

➤ CLAUDE BERNARD (1813-1878)

Introduction à l'étude de la médecine expérimentale (1865)

« Le savant complet est celui qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale.

1° Il constate un fait ;

2° à propos de ce fait, une idée naît dans son esprit ;

3° en vue de cette idée, il raisonne, institue une expérience, en imagine et en réalise les conditions matérielles.

4° De cette expérience résultent de nouveaux phénomènes qu'il faut observer, et ainsi de suite.

L'esprit du savant se trouve en quelque sorte toujours placé entre deux observations : l'une qui sert de point de départ au raisonnement, et l'autre qui lui sert de conclusion. »

« *L'observateur*, avons-nous dit, constate purement et simplement le phénomène qu'il a sous les yeux. Il ne doit avoir d'autre souci que de se prémunir contre les erreurs d'observation qui pourraient lui faire voir incomplètement ou mal définir un phénomène. À cet effet, il met en usage tous les instruments qui pourront l'aider à rendre son observation plus complète. L'observateur doit être le photographe des phénomènes, son observation doit représenter exactement la nature. Il faut observer sans idée préconçue ; l'esprit de l'observateur doit être passif, c'est-à-dire se taire ; il écoute la nature et écrit sous sa dictée. »

R.G. Tugwell éd., Alfred Knopf, New York, 1924 :
le scientifique idéal est un observateur sans préjugés

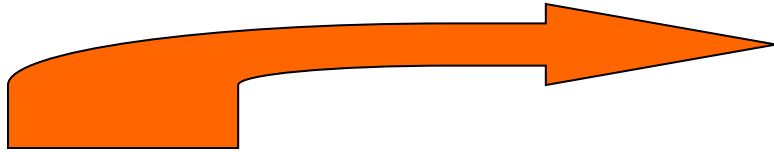
" Essayons d'imaginer un esprit doué d'une puissance et d'une étendue surhumaines, mais dont la logique soit semblable à la nôtre. S'il recourait à la méthode scientifique, sa démarche serait la suivante : en premier lieu, tous les faits seraient observés et enregistrés, sans sélection, ni évaluation a priori de leur importance relative.

En second lieu, les faits observés et enregistrés seraient analysés, comparés et classés, sans hypothèses ni postulats autres que ceux qu'implique nécessairement la logique de la pensée.

En troisième lieu, de cette analyse des faits, seraient tirés par induction des énoncés généraux affirmant des relations de classification ou de causalité entre ces faits.

Quatrièmement, les recherches ultérieures seraient déductives tout autant qu'inductives, et utiliseraient les inférences tirées d'énoncés généraux antérieurement établis. "

Induction

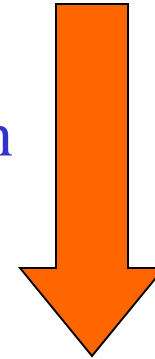


*énoncés généraux :
relations de classification
ou de causalité*

Analyse,
comparaison, classements
*Pas d'hypothèses
Pas de postulats
la logique de la pensée*

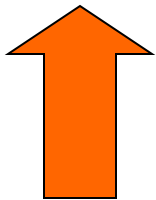
Induction

déduction



recherches ultérieures

Recueil des faits
*sans sélection,
ni évaluation*



Induction ?

On part du particulier vers le général.

Exemple :

Mon chat est vert,

le chat de mon voisin est vert,

le chat de ma voisine est vert

Le chat du voisin de ma voisine est vert

Le chat de la voisine de mon voisin est vert,

Etc...

J'en conclus que tous les chats sont verts

Le point de vue inductiviste (positiviste) en sciences :

✓ **Les lois et les théories sont des généralisations de faits objectifs**

Avec des critères :

- **Grand nombre d'observations**
- **Observations dans des conditions variées**
- **Aucune observation ne rentre en conflit avec la loi proposée**

Les faiblesses du point de vue inductiviste :

✓ Une difficulté logique : la dinde inductiviste de Russell.

Dès son arrivée dans la ferme, une dinde s'aperçut qu'on la nourrissait à 9h00 du matin. Toutefois, en bonne inductiviste, elle ne s'empressa pas d'en conclure quoi que ce soit. Elle attendit donc d'avoir observé de nombreuses fois qu'elle était nourrie à 9h00 du matin, et elle recueillit ces observations dans des circonstances fort différentes, les mercredis et jeudis, les jours chauds et les jours froids, les jours de pluie et les jours sans pluie. Chaque jour, elle ajoutait un nouvel énoncé d'observation à sa liste. Elle recourut donc à un raisonnement inductif pour conclure : " je suis toujours nourrie à 9h00 du matin ".

C'était le 23 décembreLe 24 décembre, elle rôtiissait en compagnie de délicieux marrons.



Si la science est fondée sur la démarche inductive, alors elle n'est pas fondée logiquement!!!

✓ d'autres difficultés :

- Qu'est-ce qu'un grand nombre?
- Comment choisir les données à recueillir?

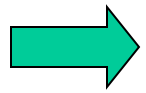
“...en premier lieu, tous les faits seraient observés et enregistrés, sans sélection, ni évaluation a priori de leur importance relative”.

(ce qui implique une infinité de faits...)

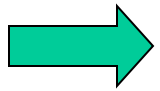
“...En second lieu, les faits observés et enregistrés seraient analysés, comparés et classés, sans hypothèses ni postulats autres que ceux qu'implique nécessairement la logique de la pensée.”

(ce qui implique des critères...et donc des hypothèses et des postulats...).

Hempel : " *en bonne logique, on ne peut qualifier de significatifs des faits ou des découvertes empiriques que par rapport à une hypothèse donnée* ".



Toute observation ou expérience présuppose des « connaissances » qui déterminent ce que nous observons.



Ces « connaissances » constituent :

- un référent empirique dans le cas d'une science non encore établie (d'un élève de primaire)
- un cadre théorique dans le cas d'une science établie (d'un étudiant en sciences)

Conclusion :

Le modèle inductiviste en science est dit " naïf " car il ne semble pas pouvoir rendre compte de l'élaboration des théories scientifiques, ni en général de la façon dont l'esprit humain acquiert ses connaissances, ses représentations du monde.

Il est en effet doublement erroné : à la fois logiquement, et au sens où aucune connaissance, aucune théorie ne peut être issue d'une observation « sans préjugés ».

Il semblerait donc que ce soit plutôt la théorie qui précède l'expérience.

Dès lors, ne faut-il pas recourir à un autre modèle ?

Une référence importante pour l'éducation en sciences

Bachelard :

L'esprit scientifique nous interdit d'avoir une opinion sur des questions que nous ne comprenons pas, sur des questions que nous ne savons pas formuler clairement.

*Avant tout il faut savoir **poser des problèmes**. Et quoi qu'on en dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. **C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique.***

Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique.

Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit.

Le modèle hypothético-déductif :

1- rencontre d'un problème

2- formulation d'hypothèses / théorie



3- recours à l'expérience (test de l'hypothèse)

4- réfutation ou corroboration de l'expérience

Déduction?

Raisonnement qui part du général pour aller vers le particulier.

Et plus précisément, qui part de propositions tenues pour vraies pour en tirer des inférences.

Exemple :

- (1) tous les hommes sont mortels
- (2) je suis un homme
- (3) donc je suis mortel

La déduction est un raisonnement seulement formel, i.e., qui n'a rien à voir avec le réel.

La déduction ne permet pas de dire si les prémisses sont vraies ou non.

Tout ce qu'elle nous permet de dire, c'est que si elles sont vraies, alors, la conclusion l'est aussi.

Popper et le falsificationnisme

- Les théories scientifiques sont falsifiables ou réfutables.

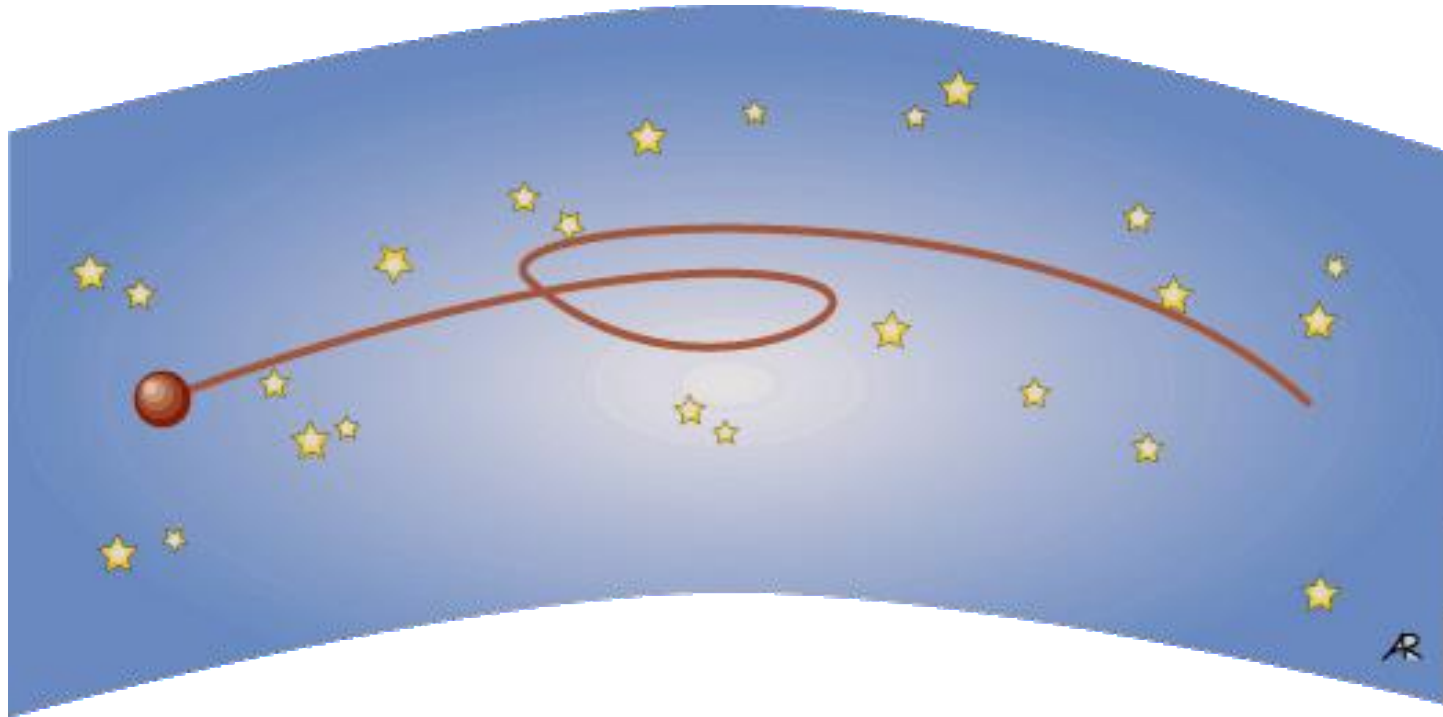
Si l'expérience (qui teste la prédiction d'une théorie) donne un résultat contradictoire, alors la théorie est réfutée

- Les théories ne sont pas vérifiables

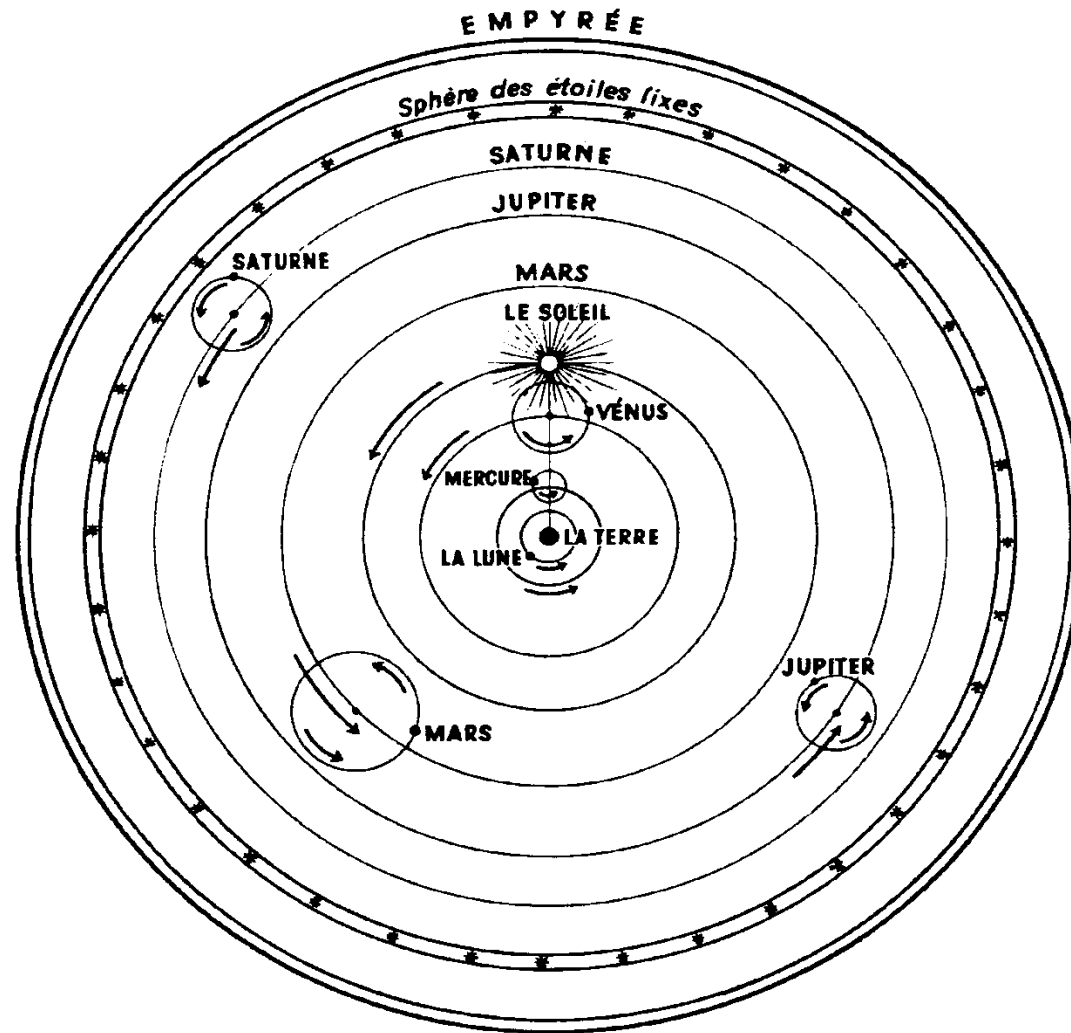
Deux théories contradictoires peuvent prédire ou expliquer le même phénomène.

Mouvement rétrograde

Les planètes décrivent un mouvement apparent qui ralentit, s'arrête, revient en arrière, s'arrête à nouveau et repart vers l'avant.



C'est ce que l'on appelle le *mouvement rétrograde* des planètes. Ce comportement n'est pas facile à expliquer avec le modèle des sphères homocentriques.



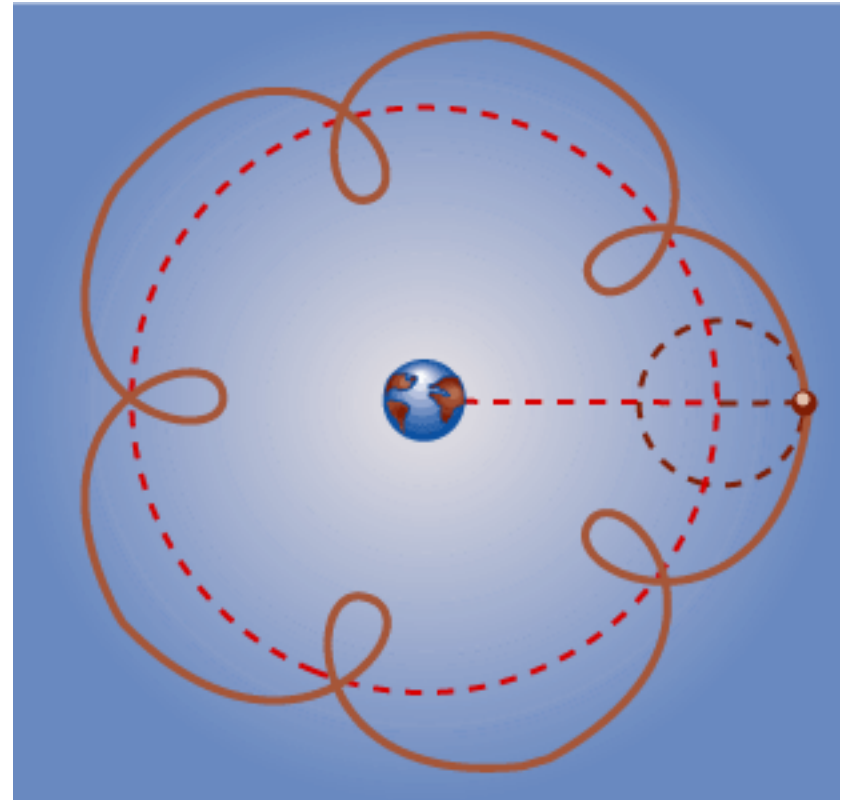
Pour comprendre le mouvement apparent des planètes, en particulier leurs boucles, celles-ci sont supposées tourner sur des cercles, les épicycles, dont les centres se déplacent eux-mêmes sur des orbites, les déferents, tracées autour de la Terre.

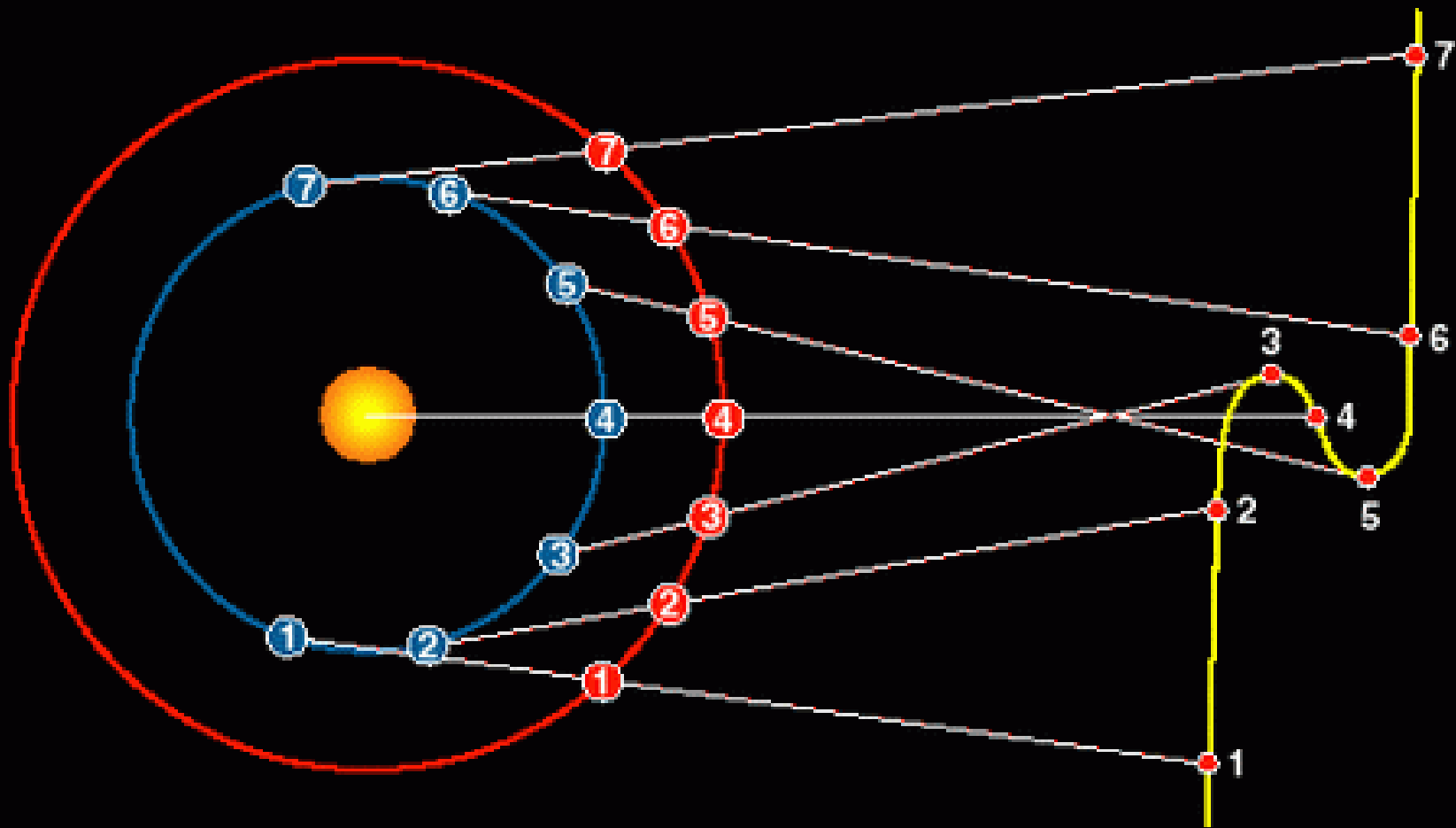
Modèle de Ptolémée

Mouvement rétrograde

À l'aide d'un épicycle et d'un déférent, on peut reproduire des mouvements qui vues de la Terre et sur le fond étoilé semblent rétrogrades.

Pour décrire certaines irrégularités, il faut introduire plus de cercles. Ainsi, l'épicycle peut être en rotation sur un cercle qui est lui-même en rotation autour d'un déférent.





Modèle Képlérien XVIIème

Dans la démarche scientifique, on ne " prouve " pas les théories. On cherche à les réfuter.

Une théorie qui passe victorieusement les tests expérimentaux est dite confirmée ou bien corroborée.

Les théories scientifiques sont des hypothèses, ie, des essais ou tentatives d'explication du monde qui ont des durées de vie plus ou moins longues.

Quid des méthodes d'enseignement des Sciences?

Du cours magistral (peu efficace) ...

G. Colomb,
1920

Pourquoi et
comment
enseigner les
sciences?

Les Manuels et l'Enseignement. — C'est de cette conception que sont nés ces innombrables manuels destinés aux enfants des écoles et qui ne sont, en somme, que des abrégés, ou plutôt des sommaires de traités plus volumineux et plus complets. Comme on a accumulé dans ces manuels le plus grand nombre possible de faits, de lois et de principes, sous prétexte qu'il en existe des applications *qu'on ne saurait passer sous silence*, il en résulte que, faute de place, les explications sont réduites à fort peu de chose.

Ce sont des amas confus de mots sous lesquels les enfants les plus intelligents chercheraient vainement à démêler un sens.

Quant au maître qui, talonné par les exigences du terrible C. É. P., craint de ne pas pouvoir parcourir en son entier un programme surchargé, il fait de véritables cours, d'allure dogmatique, auxquels les enfants ne prêtent qu'une attention distraite. Après quoi, il dicte un résumé renfermant la substance quintessenciée de la leçon faite.

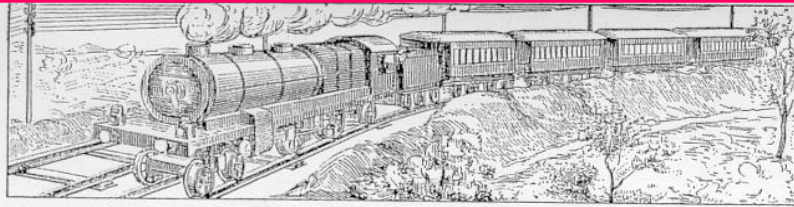
Ce résumé, les enfants devront l'apprendre par cœur.

Alors deux courants s'établissent dans la classe.

Les uns, prenant comme prétexte, d'ailleurs plausible, qu'ils ne peuvent apprendre ce qu'ils ne comprennent pas, se dispensent de faire le moindre effort. Les sciences resteront éternellement, pour eux, lettre morte et, sortis de l'école, ils n'en auront même pas une idée vague.

Les autres, consciencieux et disciplinés, confiants dans la parole du maître et dans les livres « imprimés », se bourrent la cervelle d'un tas de mots dont le plus souvent le sens leur échappe.

...vers un enseignement où l'élève devient actif



21^e LEÇON LE FROID LIQUÉFIE LES VAPEURS

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Mettez une assiette froide au-dessus de l'eau qui bout. Observez, la buée qui se forme. Touchez-la, goûtez-la; de quoi est-elle faite? D'où provient-elle?
2. Soufflez doucement sur une vitre, une glace : décrivez et expliquez ce qui se passe.
3. Un petit brouillard se forme, en hiver, quand nous rejetons au dehors l'air de nos poumons. Pourquoi?
4. Avez-vous vu les beaux panaches blancs qui sortent des cheminées des locomotives? Pourquoi et comment se forment-ils? Il s'en forme surtout en hiver : pourquoi?

II. — LEÇON

1. La vapeur redevient de l'eau quand on la refroidit.

Expérience. — Mettons un corps froid quelconque, une assiette, par exemple, au-dessus de l'eau bouillante (fig. 1). Elle se couvre de *buée*, c'est-à-dire d'un grand nombre de petites gouttes d'eau.

C'est la vapeur, refroidie par l'assiette, qui redevient de l'eau liquide : on dit qu'elle se *liquéfie* ou se *condense*.

2. Chaque fois que de la buée se produit, c'est que l'air environnant contient de la vapeur d'eau.

1^{er} Exemple. — Un corps froid se couvre de buée au contact de l'air qui sort de nos poumons; cette buée est surtout facile à voir si nous soufflons légèrement sur une vitre ou un miroir (fig. 2). L'air que nous expirons, c'est-à-dire que nous rejetons au-dehors, contient donc de la vapeur d'eau.



Fig. 1. — La vapeur devient liquide au contact de l'assiette froide.



Fig. 2. — L'air qui sort de nos poumons dépose une buée sur le miroir.

2^e Exemple. — L'hiver, lorsqu'il fait froid, un petit brouillard se forme chaque fois que nous expirons de l'air, soit par la bouche, soit par le nez (fig. 3). C'est la vapeur contenue dans l'air expiré qui se condense : elle produit une *buée très fine qui reste en suspension dans l'air*; c'est le brouillard que nous voyons.



Fig. 3. — En hiver, un petit brouillard se forme chaque fois que l'air sort de nos poumons.

3^e Exemple. — Avez-vous remarqué les gros panaches blancs qui s'échappent des cheminées des locomotives? Ils sont surtout très beaux en hiver. C'est que la locomotive rejette de la vapeur qui se liquéfie au contact de l'air froid; il en résulte une épaisse buée qui forme les beaux panaches que nous admirons.

REMARQUE. — La vapeur d'eau est un gaz invisible, comme l'air. Lorsque vous croyez voir de la vapeur, comme au-dessus de l'eau chaude, c'est, en réalité, une légère buée, due à ce qu'une partie de la vapeur s'est liquéfiée au contact de l'air froid.

3. La distillation de l'eau.

L'eau est chauffée dans le vase A (fig. 4); un tube B, recourbé deux fois, conduit la vapeur dans le vase C entouré d'eau froide.

L'eau bout dans le vase A. Rien n'est visible dans le tube B où passe la vapeur. Cette vapeur se liquéfie dans le vase C, en reformant de l'eau.

L'eau est, pour ainsi dire, transportée du vase A dans le vase C. — Cette opération s'appelle *distillation*; l'eau du vase C est de l'eau distillée.

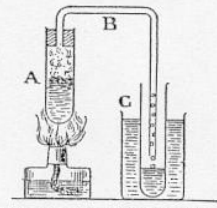


Fig. 4. — Un petit alambic. — L'eau chauffée se vaporise en A, la vapeur refroidie se liquéfie en C.

4. Liquéfaction des gaz.

Tous les gaz, comme toutes les vapeurs, peuvent être liquéfiés; il faut, pour cela, les comprimer très fort et les refroidir beaucoup. On liquéfie, par exemple, l'air, le gaz sulfureux, l'ammoniac, le gaz carbonique, etc.

III. — RÉSUMÉ

1. La vapeur d'eau se change en eau liquide quand on la refroidit : elle se *liquéfie*, ou se *condense*.
2. Distiller de l'eau, c'est la vaporiser en la chauffant, puis liquéfier la vapeur en la refroidissant.

EXERCICES D'APPLICATION

1. En été, une carafe remplie d'eau froide se couvre de buée. Pourquoi?
2. Il y a toujours de la vapeur d'eau dans l'air, même quand le temps nous paraît très sec. Citez des provisions que votre maman renferme dans des boîtes parce qu'elles craignent l'humidité.
3. En été, le matin, les plantes sont couvertes de rosée. Pourquoi?

Nous nous sommes constamment inspiré, en écrivant ce livre, des programmes de 1923 et des instructions qui les accompagnent.

Notre dessein a été :

1^{er} De faire, de l'enseignement des notions scientifiques, un instrument de formation intellectuelle.

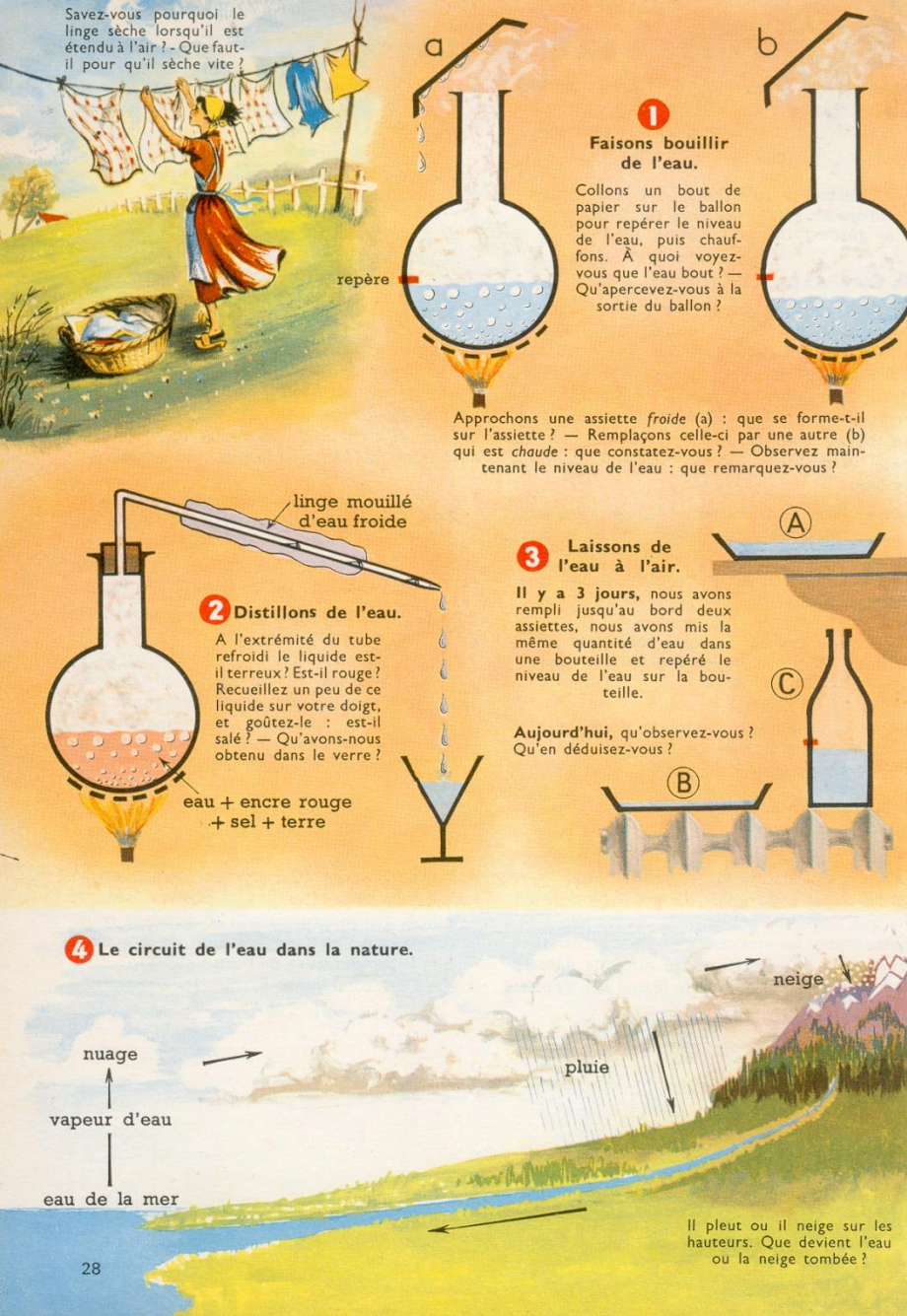
2^o De faire acquérir à l'enfant des connaissances ayant une valeur pratique.

3^e De mettre entre les mains des élèves un livre simple.

Partout, nous avons réservé à l'observation directe le rôle essentiel. L'élève, dirigé par le maître, doit faire les constatations élémentaires, les remarques simples qui l'amèneront à découvrir l'explication de ce qu'il a observé. La manière dont sont conduites toutes les leçons montre, à l'évidence, que, sans cesse, l'élève doit y jouer un rôle très actif.

Les expériences qui accompagnent les leçons sont, à dessein, toutes très simples et peu nombreuses : *très simples* de manière à pouvoir être exécutées partout avec un matériel rudimentaire ; *peu nombreuses*, parce que leur rôle est seulement de confirmer, de compléter et de préciser les résultats de l'observation directe qui les a toujours précédées.

Le primat reste à l'observation



14. LA VAPEUR D'EAU.

■ **FAISONS BOUILLIR DE L'EAU.** — Quand on fait bouillir de l'eau dans un ballon en verre (1), on voit de grosses bulles partir du fond du récipient et venir crever à la surface du liquide. Celui-ci est agité : on dit qu'il est en **ébullition**.

Le niveau de l'eau baisse alors rapidement parce que l'eau se transforme en un gaz incolore, la **vapeur d'eau** : l'eau se vaporise.

C'est la vapeur qui constitue les bulles se formant dans l'eau pendant l'ébullition.

1. Il se forme de grosses bulles de vapeur d'eau à l'intérieur de l'eau qui bout.

À la sortie du ballon (1), il existe un **brouillard**. Si nous en approchons une assiette : — elle se couvre de gouttes d'eau si l'assiette est froide : on dit que la vapeur d'eau se **condense** ;

— aucune goutte d'eau ne s'y dépose si l'assiette est chaude : la vapeur d'eau ne se condense pas dans ces conditions.

Ainsi le brouillard observé est formé par de la vapeur d'eau transformée en minuscules gouttelettes d'eau au contact de l'air froid.

Le reste de la vapeur d'eau se mêle à l'air de la pièce ; on ne la sent pas : elle est **inodore**. Quand elle arrive au contact d'un objet froid (vitre ...), elle se condense.

2. La vapeur d'eau est un gaz incolore et inodore. Quand la vapeur d'eau se refroidit, elle se condense, c'est-à-dire se transforme en gouttelettes d'eau.

● **Application : la distillation de l'eau.**
Dans un ballon on fait bouillir de l'eau colorée, salée ou sucrée, terreuse... ; puis on ferme le ballon à l'aide d'un bouchon dans lequel passe un tube de verre que l'on refroidit (2). La vapeur d'eau formée se condense dans le tube dont les parois sont froides. L'eau obtenue est de l'eau distillée : elle

est incolore et sans saveur ; les savants montrent que cette eau est de l'eau pure.

3. Quand on fait bouillir de l'eau salée ou sucrée, colorée... la vapeur d'eau qui se condense donne de l'eau pure.

■ **LAISSONS ÉVAPORER DE L'EAU.** — Quand on laisse de l'eau au contact de l'air (3), on voit que le niveau de l'eau baisse lentement : l'eau s'évapore ; elle se transforme en vapeur d'eau qui se mêle à l'air.

L'évaporation de l'eau est d'autant plus rapide :

— qu'il fait *plus chaud* (le linge sèche mieux au soleil qu'à l'ombre) ;

— que la *surface* en contact avec l'air est plus grande : le linge ne sèche pas s'il reste entassé dans un panier ; au contraire, le linge sèche vite quand on l'étale parce que l'évaporation de l'eau est facilitée.

4. Au contact de l'air, l'eau se transforme lentement en vapeur d'eau : elle s'évapore.

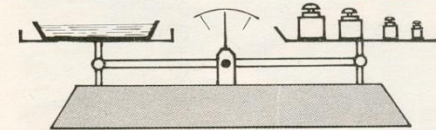
● **Conséquence : le circuit de l'eau dans la nature (4).** L'eau de la mer, des lacs, des rivières et du sol s'évapore. La vapeur d'eau formée se mélange à l'air et s'élève. Quand elle arrive dans une région froide de l'air, elle se condense. Les gouttelettes d'eau constituent alors des **nuages**.

Quand ces nuages sont refroidis à leur tour, les gouttelettes d'eau grossissent et tombent : c'est la **pluie**. Lorsque l'air est très froid, les gouttes d'eau deviennent des flocons de **neige**.

Une partie de l'eau tombée sur le sol s'évapore ; l'autre pénètre dans la terre ou coule à sa surface. Cette eau finit par rejoindre la mer et le voyage de l'eau recommence.

5. La vapeur d'eau se mélange à l'air et donne naissance aux nuages.

Travaux personnels



1 Faites une expérience. — a) Placez une assiette contenant de l'eau sur le plateau d'une balance et réta-

blissez l'équilibre. Deux heures plus tard, que constatez-vous ? Savez-vous l'expliquer ?

b) Remplissez d'eau fraîche une carafe et mettez-la sur la table pendant que la soupe cuit. Remarquez ce qui se forme sur la carafe. Expliquez-le.

2 Observez autour de vous. — Sur les radiateurs de chauffage central on fixe souvent des récipients pleins d'eau : se vident-ils ? Expliquez.

► Une méthode
fondée sur
l'observation
et l'expérience

- Ce livre est destiné aux élèves du Cours Moyen. En réalisant avec eux des expériences simples, en les plaçant devant des animaux et des végétaux communs, nous avons voulu leur apprendre :
 - à observer avec méthode,
 - à décrire avec précision leurs observations,
 - à traduire celles-ci par des schémas.

► Un emploi réel
des méthodes
actives

Agir

- Cet ouvrage s'inspire des mêmes principes que notre *Cours Élémentaire*. Sans voir se répéter, à chaque leçon, les rubriques : **Agissons, réfléchissons, concluons et retenons**, l'élève n'en est pas moins engagé, sans cesse, dans la voie de la méthode active.

Réfléchir

- ◆ La page de gauche est consacrée à la découverte et à son exploitation. Sauf pour certaines expériences qui ne peuvent être faites que par le Maître, l'élève expérimente lui-même, manipule, observe et décrit les faits.

Conclure

Son activité est guidée, son attention est maintenue, sa réflexion est stimulée par le questionnaire qui accompagne chacune des phases de la « Leçon de Choses ».

Retenir

- ◆ La page de droite fixe les résultats obtenus en commun et les coordonne. Elle permet à l'élève de retrouver les explications données par le Maître et elle établit un lien entre le travail fait en classe et le monde extérieur. Des *enquêtes dirigées* et des *travaux personnels* servent à resserrer ce lien entre la Classe et la Vie.

Des résumés rappellent les notions essentielles qui doivent se graver dans la mémoire.

► Un livre
simple

- « Quelques observations bien conduites valent mieux que l'examen superficiel de nombreux faits » : suivant cette prescription des Instructions, nous avons tenu à composer des leçons simples, à la portée d'un enfant du Cours Moyen. Nous avons rejeté délibérément tout ce qui appartient au programme des classes suivantes.

Ce livre ne compte que 128 pages; nous nous permettons de penser qu'un *livre court* n'en est pas moins un bon outil.

► Une illustration
claire et
attrayante

- L'illustration a pour objet :
 - de rappeler à l'élève les expériences et les observations faites en classe;
 - de le garantir contre l'emploi de mots vides de sens;
 - de l'initier à la représentation schématique des faits;
 - d'éveiller sa curiosité.

LES AUTEURS

La démarche OHERIC

Modèle Inductiviste « naïf »

Observation

Hypothèse

Expérience

Résultats

Interprétation

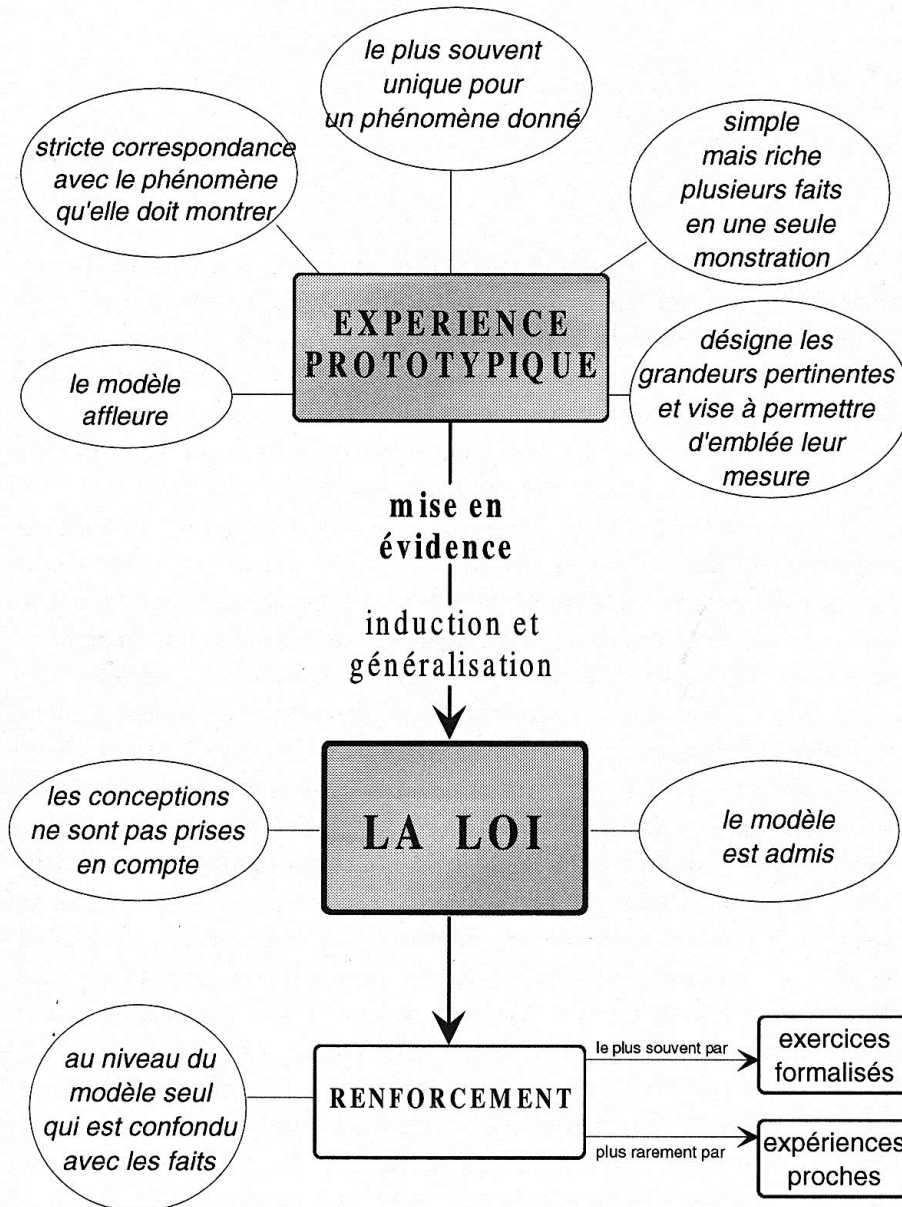
Conclusion

G. Robardet et J.C. Guillaud (1997)

Eléments d'une didactique des sciences physiques, PUF

Une recherche,...effectuée récemment auprès de 207 personnes, professeurs de physique et de chimie, professeurs stagiaires ou étudiants se destinant à l'enseignement de des sciences physiques, a permis de montrer que près des trois quarts d'entre eux se référaient, consciemment ou non, à des repères inductivistes, tant en ce qui concerne la démarche de la science, que pour ce qui est de son enseignement.

LA DÉMARCHE INDUCTIVISTE
DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES PHYSIQUES



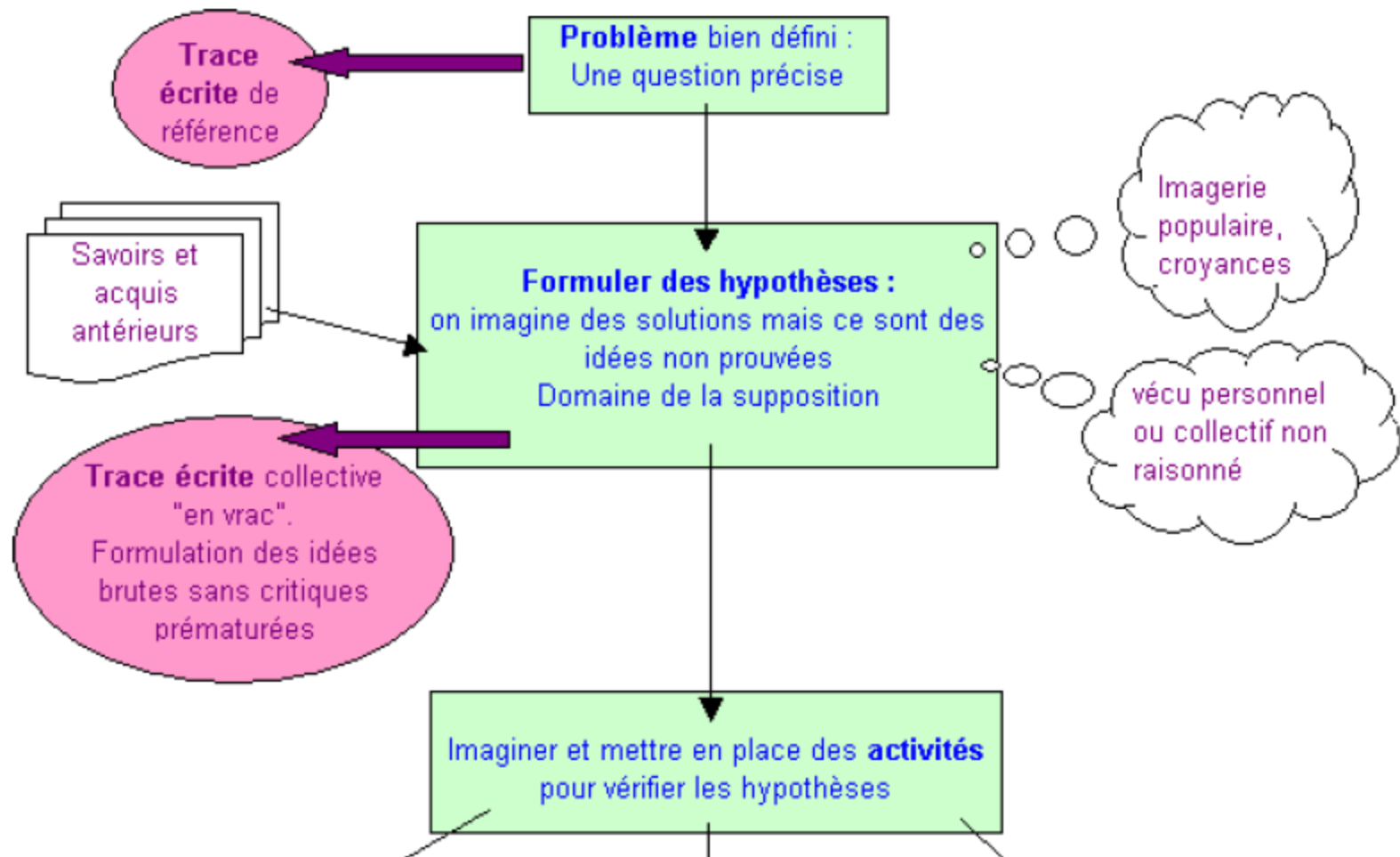
La démarche d'investigation à mettre en œuvre à l'Ecole

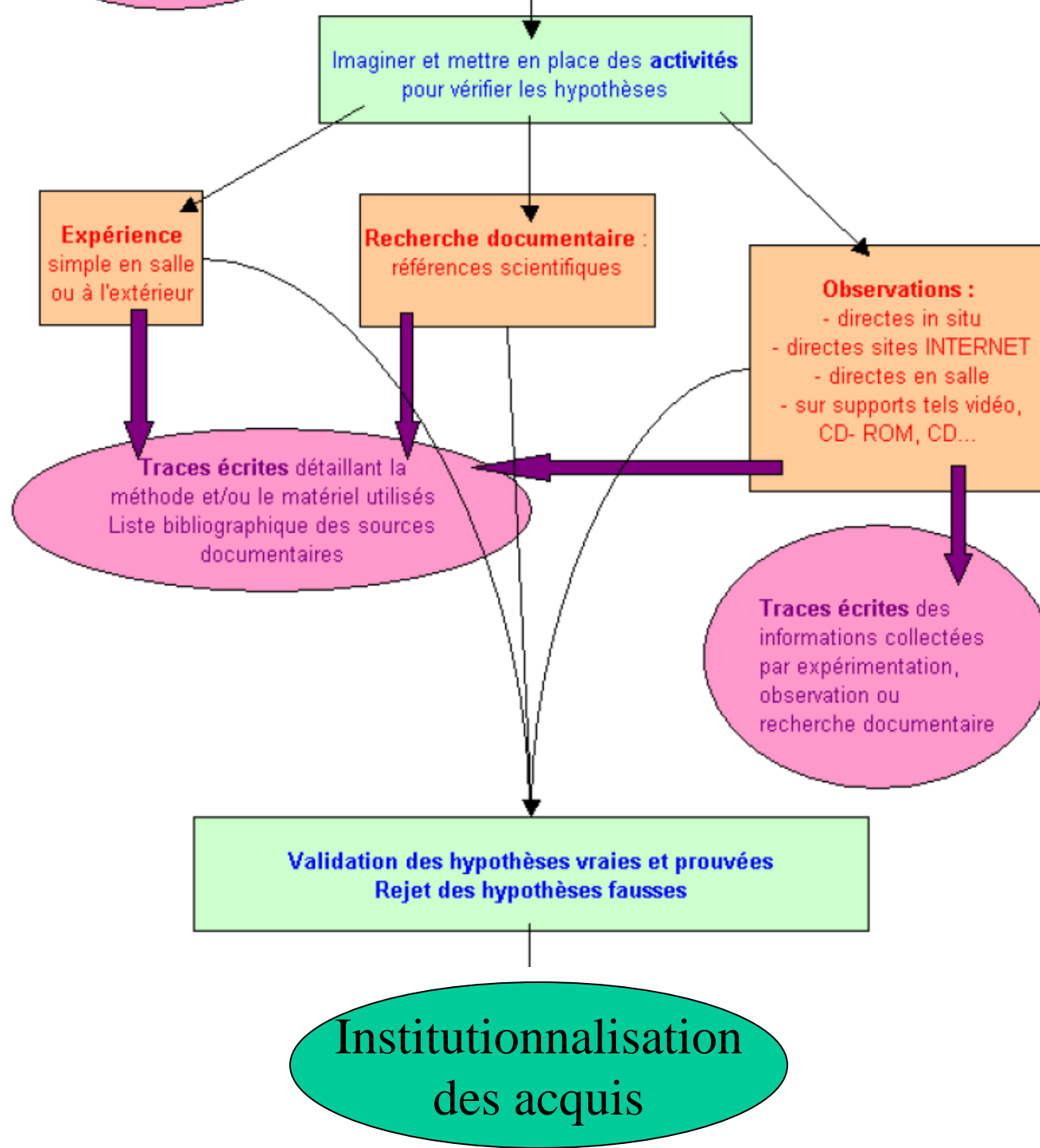
Echanges :		Témoignages reçus	
Document "La main à la pâte"			
Pascal Meunier			
IMF, école publique de Lagarde Paréol			
Publication : 1998		Mise en ligne : Octobre 1998	

Nous considérons la démarche scientifique comme une suite d'actions ou de comportements : questionnement ; état des connaissances ; mobilisation des représentations ; émissions d'hypothèses ; vérification de ces hypothèses ; évolution ou construction de nouveaux savoirs en réponse au questionnement.

Modèle hypothético-déductif

La démarche scientifique





Il existe une épistémologie « scolaire » :
Des méthodes spécifiques et recommandées par les textes officiels et à appliquer dans la classe associées à des compétences.

Compétences devant être acquises en fin de cycle

Être capable de :

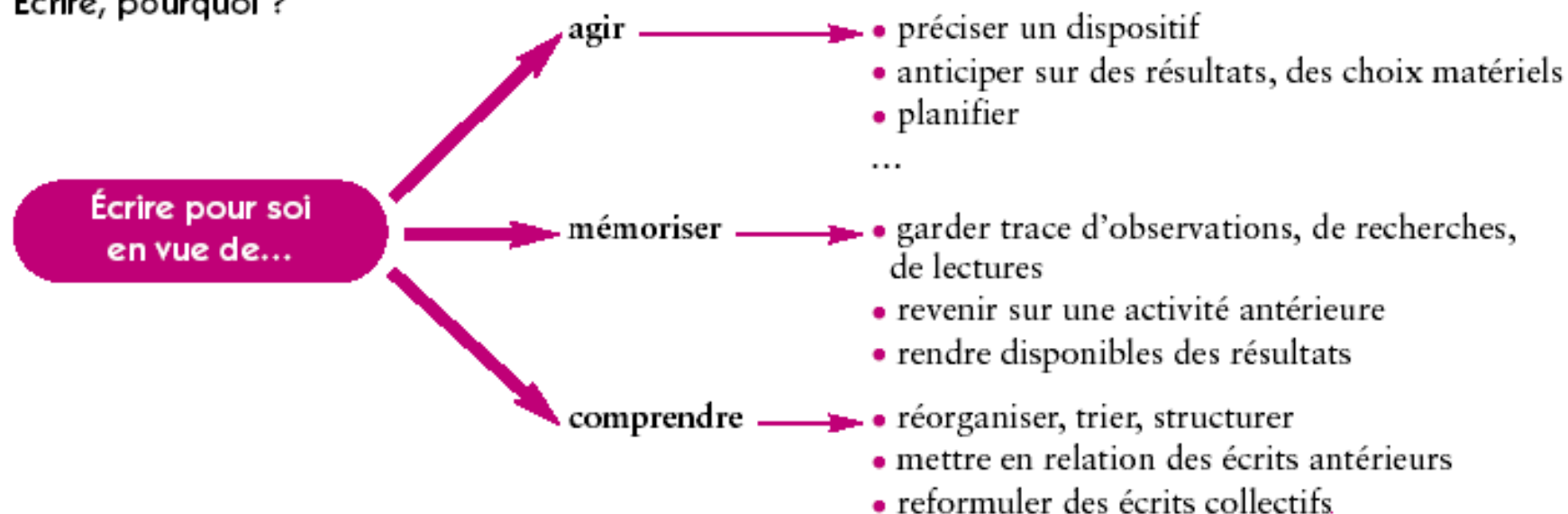
- poser des questions précises et cohérentes à propos d'une situation d'observation ou d'expérience,
- imaginer et réaliser un dispositif expérimental susceptible de répondre aux questions que l'on se pose, en s'appuyant sur des observations, des mesures appropriées ou un schéma ;
- réaliser un montage électrique à partir d'un schéma ;
- utiliser des instruments d'observation et de mesure : double décimètre, loupe, boussole, balance, chronomètre ou horloge, thermomètre ;
- recommencer une expérience en ne modifiant qu'un seul facteur par rapport à l'expérience précédente ;
- mettre en relation des données, en faire une représentation schématique et l'interpréter, mettre en relation des observations réalisées en classe et des savoirs que l'on trouve dans une documentation ;
- participer à la préparation d'une enquête ou d'une visite en élaborant un protocole d'observation ou un questionnaire ;
- rédiger un compte rendu intégrant schéma d'expérience ou dessin d'observation,
- produire, créer, modifier et exploiter un document à l'aide d'un logiciel de traitement de texte ;
- communiquer au moyen d'une messagerie électronique.

En sciences :

Le carnet d'expériences et d'observations, mis au point dans le cadre de la Main à la Pâte, :

«l'élève écrit pour lui-même ses observations ou ses expériences. Il écrit aussi pour mettre en forme les résultats acquis (texte de statut scientifique) et les communiquer (texte de statut documentaire). Après avoir été confrontés à la critique de la classe et à celle, décisive, du maître, ces écrits validés prennent le statut de savoirs. »

Écrire, pourquoi ?



**Écrire pour les autres
en vue de...**

- transmettre** →
 - ce que l'on a compris, une conclusion, une synthèse
- questionner** →
 - une autre classe, un scientifique
- expliquer** →
 - ce que l'on a fait
 - ce que l'on a compris
 - référer
- synthétiser** →
 - hiérarchiser, mettre en relation

Le Carnet de Sciences était obligatoire en CIII, il reste un outil important de l'enseignement

Le renforcement de la maîtrise du langage et de la langue française est un aspect essentiel. Le questionnement et les échanges, la comparaison des résultats obtenus, leur confrontation aux savoirs établis sont autant d'occasions de découvrir les modalités d'un débat réglé visant à produire des connaissances. Tout au long du cycle, les élèves tiennent un carnet d'expériences et d'observations.

L'élaboration d'écrits permet de soutenir la réflexion et d'introduire rigueur et précision. L'élève écrit pour lui-même ses observations ou ses expériences. Il écrit aussi pour mettre en forme les résultats acquis (texte de statut scientifique) et les communiquer (texte de statut documentaire). Après avoir été confrontés à la critique de la classe et à celle, décisive, du maître, ces écrits validés prennent le statut de savoirs.



EUROPEAN
COMMISSION

Community research

$$f(x) = \cos(x^2) + 1$$



Science Education **NOW:**

A Renewed Pedagogy for the Future of Europe

High Level Group on Science Education

Michel Rocard (Chair), Peter Osermely, Doris Jorde, Dieter Lenzen, Harriet Walberg-Henriksson, Valerie Hemmo (Rapporteur)

2007 : Inquiry Based Science Education as a new form of pedagogy

Recommendation 2:

Improvements in science education should be brought about through new forms of pedagogy: the introduction of inquiry-based approaches in schools, actions for teachers training to IBSE, and the development of teachers' networks should be actively promoted and supported.

Les documents de références dans le cadre du master 1 et 2

Démarche d'investigation :

- Construction d'un problème**
- Résolution d'un problème**