



L'agitateur

Numéro 10 – Février 2003

ÉDITORIAL

1, 2, 3, sciences, qu'en fait-on ?

Premier numéro à deux chiffres ! Y parvenir paraissait un défi quand nous avons lancé *L'agitateur*. Tout comme les trois ans d'existence de **1, 2, 3, sciences** et les quinze *Fols après-midi*.

Ce "palmarès" nous encourage à nous arrêter un instant pour regarder ce qu'est notre association, pour juger si elle reste fidèle à l'esprit de sa création, pour réfléchir à ce qu'elle peut devenir, afin de continuer à être utile et utilisable.

Qu'en est-il alors du thème annoncé pour ce numéro : "C'est quoi "faire" des sciences ?". Nous ne savons pas si vous attendiez vraiment la réponse, aucune contribution ne nous étant parvenue. Mais, quand, à leur tour, les rédacteurs de *L'agitateur* "s'y sont collés", il a nous fallu constater que la question n'était pas si simple et que "faire" des sciences était probablement très subjectif.

De toute façon, notre réponse ne pouvait qu'être la vision de **1, 2, 3, sciences**. C'est pourquoi, le contenu de ce numéro 10 a glissé vers l'approche des sciences telle qu'elle est vécue dans l'association.

D'autant que le 31 janvier dernier, nous nous sommes rencontrés, pour débattre de ce qui sous-tend notre "faire" : c'était la première fois que nous faisons de la "théorie".

À cette occasion, plusieurs membres nous ont fait part de l'analyse de leur cheminement vers ou dans les sciences, en compagnie de **1, 2, 3, sciences**. Qu'ils en soient remerciés chaleureusement ! Car ce qu'ils nous apportaient était réconfortant, riche, et aussi par certains aspects, inattendu.

En plus du plaisir, cela nous a donné envie de continuer notre réflexion, en vous mettant dans le coup. Vous, qui lors de rencontres ou de conversations téléphoniques, affirmez avoir plaisir et intérêt à lire notre "feuille de chou". Vous qui avez sans doute du mal à décrire ou à comprendre en quoi

SOMMAIRE

Éditorial

Marima Hvass-Faivre d'Arcier

Échos du débat

Charles Chossart

Régine Eng

Marie-Pierre Lacombe

Cécile Truan

Des mots du débat

Le débat fait écho

Jean Butaux

Emmanuel Chanut

Faire l'expérience de l'humain

Michel Develay

Fahrenheit, Celsius, Kelvin ... et les autres

Jean Butaux

Les années en 3

Jean Butaux

consiste la spécificité de notre association.

Voilà pourquoi, dans ce numéro, nous vous livrons ces témoignages. Ils vous paraîtront parfois partiels, certainement trop partiaux, mais ils suggèrent une voie possible, différente, pour l'apprentissage de la démarche scientifique par les enfants ... mais aussi par les adultes.

Marima Hvass-Faivre d'Arcier

ÉCHOS DU DÉBAT

1, 2, 3, sciences, qu'est-ce que c'est ?

Qu'est-ce qu'on en fait ?

Lorsque convié à une conférence sur "l'enseignement des sciences à l'école primaire", je suis entré dans la salle de l'hôtel parisien qui nous accueillait ce jour-là, j'ai d'abord cru m'être trompé d'endroit. En effet des ballons accrochés à une patère, des sèche-cheveux, un mixeur, des feuilles éparpillées semblaient plus propices aux préparatifs d'une fête d'enfants qu'à une docte conférence comme nous en avons l'habitude.

Puis une personne blonde est venue, nous a expliqué que ce matériel nous était destiné et que nous allions réfléchir mais surtout manipuler découvrir et comprendre "pourquoi les avions volent ?"

J'avoue maintenant qu'ayant pourtant par le passé sauté en parachute de nombreuses fois, je ne m'étais jamais posé la question.

Je venais d'entrer dans le monde de Marima, de ses étranges manips et de découvrir que rien ne s'affirme mais que tout se prouve, se démontre et seulement ensuite se nomme. Avec l'effet Venturi, je venais de rencontrer **1, 2, 3 sciences**

Dès lors ce fut le coup de foudre et j'eus envie de prolonger mon chemin de Damas en assistant à des FAM (*Fols après-midi*). J'y ai découvert : beaucoup de bruit pour rien, que la lumière me tape dans l'œil (ou vice versa), que la terre est ronde et plate, que ça flotte ou ça coule ...et bien d'autres choses encore.

Mais, ce n'est peut être pas un hasard si j'ai été séduit ce jour là. Philosophe d'origine, dans les années 80, j'avais repris des études universitaires dans le domaine des sciences de l'éducation et des sciences cognitives. A l'instar de mon université d'origine Paris V, j'étais devenu résolument constructiviste. Avec **1, 2, 3, sciences**, je venais de trouver une application à cette théorie.

Une révolution copernicienne pouvait alors s'opérer dans mon travail de conseiller pédagogique. Le sempiternel débat entre les partisans de la théorie et ceux de la pratique allait enfin se solder dans une interaction scientifique.

Appartenir à **1, 2, 3, sciences** m'a permis de mener à bien animations pédagogiques et stages de sciences pour les enseignants. À présent, je me demande surtout quelle est l'activité de l'élève, ce qu'il apprend, quelles sont ses hypothèses, quelle est la démarche mise en œuvre.

J'ai aussi compris que même les petits peuvent faire des sciences. Il faut voir comment certaines institutrices, membres de l'association apprennent les sciences aux tout-

petits et les résultats qu'elles obtiennent. On peut alors se demander si nos Maternelles ne sont pas peuplées de petits savants en puissance ou plus simplement, d'humains qui comprendront mieux le monde qui les entoure.

Enfin, il serait trop long d'établir la liste des modifications apportées dans ma pratique pédagogique par l'adhésion à **1, 2, 3, sciences** aussi je me bornerai à la liste suivante.

Dans la vie de tous les jours, je me trouve plus curieux car évidemment les connaissances découvertes entraînent d'autres investigations et les interrogations la mise en place d'un réseau serré d'hypothèses. Je n'en suis pas encore à observer le bilame de mon fer à repasser avec émerveillement mais le moteur électrique de mon séchoir me semble plus accessible, les glaçons dans mon réfrigérateur (Frigidaire est une marque) me sont presque devenus des compagnons de transformation fusionnelle

Conclusion

1, 2, 3, sciences c'est différent

J'ai souvent essayé de placer les enseignants dans la position des *Fols après midi*. Et le plus surprenant c'est que cela marche, aussi bien avec les adultes qu'avec les enfants.

Cette réussite tient, tout d'abord, à l'idée que les chemins pour s'interroger sont multiples et qu'il y a interaction entre la main à la pâte et la main à la tête

La solution n'est pas canonique : avec nos mots, on peut rendre compte d'une certaine réalité scientifique.

La réponse, n'est pas fabriquée par les connaissances d'un programme fixe, mais elle est évolutive, elle parle, elle a de l'humour, elle résiste et surtout, elle est à notre portée.

Pourquoi est-ce différent ?

Le temps, aussi, y est différent : on n'est pas pressé, chacun va à son rythme, peut revenir et même revenir à nouveau, même à une séance suivante.

C'est différent car il n'y a pas hiérarchie du savoir et il n'y a pas de pythagoriciens pour qui le savoir serait réservé après une longue initiation.

Evidemment ce savoir est en évolution et nous savons alors que nous ne savons pas grand chose, puisque chaque problème résolu débouche sur un nouveau problème à résoudre

D'autre part en travaillant dans une mouvance de rénovation des sciences, on a un peu l'impression de précéder le questionnement général bref, d'être en avance d'un wagon plutôt que d'être en retard et cela fait énormément plaisir. En fait, nous avons l'impression d'avoir été imité, voire plagié plutôt que encore d'être à la traîne d'une réforme.

Charles Chossart

ÉCHOS DU DÉBAT

1, 2, 3, sciences, qu'est-ce que c'est ?

Qu'est-ce qu'on en fait ?

Pour moi, 1, 2, 3, sciences, c'est :

- un moment attendu où retrouver des amis, où je vais en confiance (j'ai ici le droit de ne pas savoir et d'ailleurs il y en a d'autres dans mon cas)

- un moment stimulant où je vais pouvoir entrer dans un vrai problème (je le rencontre dans ma vie, il concerne tout le monde, il a intéressé les scientifiques et il a plusieurs solutions ou réponses dont la mienne; je suis donc triplement intéressée).

- un moment où je vais pouvoir comprendre avec mes propres moyens (une réponse existe mais elle reste à construire)

- un moment où je ne serai pas seule, les animateurs et le fonctionnement du groupe vont m'aider à avancer

Pour moi, 1, 2, 3, sciences, ce n'est pas un cours :

- on construit ensemble (la solution existe mais il nous appartient de la retrouver)

- ce ne sont pas les connaissances qui sont visées (il y en a mais le but n'est pas là, il est plutôt dans une redécouverte de celles-ci)

Ce n'est pas non plus seulement un "bon moment" passé ensemble.

Mes questions sur 1, 2, 3, sciences :

Je n'ai pas toujours le « courage » de demander quand quelque chose m'échappe (crainte de retarder le groupe, d'être la seule à ne pas comprendre...).

Peut-être, ai-je besoin de temps, de recul, de refaire ?

Je ne refais pas les expériences chez moi, pourquoi ?

Peut-être par manque de motivation (refaire toute seule pour qui ? pour moi ?) et par manque de connaissances de base (je parviens difficilement à retransmettre à mes enfants).

J'ai pendant deux ans, suivi des cours de dessin mais je n'ai jamais osé me risquer à dessiner pour moi (ou j'y ai vite renoncé), j'avais pourtant tout le matériel. L'envie était là mais je me savais battue d'avance.

Par contre, je vais voir des expositions et je prends pas mal de photos. Mon regard peu à peu change et se construit.

C'est peut-être pareil pour les sciences. Cela prouve d'autant plus qu'il est important de développer un raisonnement scientifique chez nos enfants.

Ce que 1, 2, 3, sciences a changé pour moi :

- ma relation aux élèves, je suis encore plus à l'écoute et respectueuse de la difficulté (et de la joie) à apprendre.

- j'essaie d'être encore plus patiente et de ne pas me

focaliser sur les résultats (il faudrait changer le mode d'évaluation !)

- les sciences m'ont toujours interpellée mais là, je me sens moins extérieure à tout cela et plus concernée. Les sciences sont faites par les scientifiques mais elles ne leur sont pas réservées, à ma façon, je peux y participer.

- pour ma fille qui est à la fois littéraire et attirée par la biologie (pour le moment), je vois les maths et les sciences comme un mode de traitement du réel qui va lui apporter autre chose que l'écriture. Ces deux approches sont complémentaires au niveau de la construction de la personnalité.

PS : Boris Cyrulnik (éthologue et psychanalyste) dit que l'écriture en sciences était en train de changer. Elle présente actuellement une structure forte et des histoires autour.

C'est ce que nous essayons de faire à 123 sciences, non ?

Régine Eng

Le plaisir !

Qu'est-ce que je viens faire ici ? Je viens pour LE PLAISIR. Le PLAISIR de comprendre, de satisfaire ma curiosité. Je découvre à présent, le plaisir d'accéder à un monde (ou à un mode, je ne sais pas !) de compréhension. Mon article sur le bilame, ce n'est pas "du bidon" ou bien "l'air dans la glace". J'ai retrouvé récemment mes copies, les énoncés des contrôles au Lycée, et ça me fait vomir, le skieur sur la pente... Alors que le merveilleux après-midi sur le pendule, c'était à ne pas en dormir la nuit !

En ce qui concerne la démarche, il s'agit de dépasser la relation bilatérale de la vie scolaire. Ici, j'apprends, j'ai l'impression de chercher et de trouver ... avec le groupe ! Je repars des FAM "gonflée" !

J'aime encore l'"humilité" avec laquelle ça se fait : celle du matériel, mais aussi celle des personnes. Ici, les scientifiques ne la ramènent pas, pourtant ils savent.

Quand je viens ici, ce n'est pas professionnel, pourtant cela a quand même un impact pour les enfants. J'ai l'impression de grandir d'être plus libre. Du coup j'ai moins la "trouille" de suivre les enfants.

Grandir ! Pour moi ce n'est pas empiler des connaissances, mais c'est quand je constate que JE SUIS CAPABLE !

L'autonomie, en somme ?

Marie-Pierre Lacombe

ÉCHOS DU DÉBAT

1, 2, 3, sciences, c'est pas pareil ?

J'ai **fait** des sciences il y a ... quelques années !

Ou plutôt j'ai "**appris**" un peu de physique (et de chimie soi-disant).

Autant vous dire tout de suite que je détestais la chimie, n'"**apprenais**" (encore !) jamais mes cours (magistraux), ratais tous mes T.D... peut-être parce que je n'en voyais pas l'intérêt ? C'est donc de ma faute si, en chimie, j'ai tout oublié ou presque.

Mais en physique ... j'ai **écouté** les cours (magistraux), j'ai "**appris**" (eh oui !) mes cours, j'ai **suivi** tous les protocoles fournis par les profs pour les T.D. Sans être un génie, j'étais une bonne élève, quoi !

Bilan de forces, poids, masse, volume, sujets d'examens avaient certes bien des secrets pour moi, mais je naviguais de façon à peu près correcte au milieu de tout cela. Bon, de toute façon, ce n'est pas vraiment *scientifique* la physique, pas vraiment *juste*, à cause des *approximations* (il faut vous dire que je faisais surtout des maths) !!!

Et puis pendant des années j'ai eu d'autres centres d'intérêt.

Je vivais très bien sans savoir que mon fer à repasser contenait un bilame, mon mari s'occupait des problèmes électriques à la maison, quant aux mouvements du trio infernal (Terre Lune Soleil), je m'en préoccupais juste assez pour savoir que demain il ferait jour. J'ai même fait du ski sans chercher à savoir pourquoi je tenais en équilibre pendant que j'étais en mouvement (si ! si ! c'est possible !)

Un peu plus tard, je me suis retrouvée devant une classe. Au programme, il y avait « sciences physiques ». "Fastoche !" pour moi, avec mon "bagage" scientifique !

Et là, ça s'est corsé ! Impossible d'écrire des équations au tableau, impossible de donner des protocoles de T.D. aux enfants. Comment, finalement, leur faire comprendre des notions que je découvrais n'avoir jamais comprises vraiment ? Des notions jamais "touchées du doigt" autrement qu'avec des gants tressés de formules, de connaissances "appries", d'expériences "lues". Comment leur donner envie, surtout, d'aller vers de nouvelles connaissances ?

L'épisode suivant de mon feuilleton (je vous rassure, on arrive à la fin !), c'est ma rencontre, par hasard, avec **1, 2,**

3, sciences.

"Gros mots" interdits ! (*Mais comment je vais faire ?*)

Trouver (ou retrouver) toutes les notions soi-même.

"Toucher" pour croire.

Redevenir, quelque part, petit enfant (*vais-je savoir ?*) pour tout expérimenter. *Je découvre, des années après, que mes propres enfants ont fait des sciences devant moi sans que je pense à m'en inspirer !*

Il faut surtout accepter qu'on ne sait pas RIEN, mais qu'on peut TOUT comprendre.

Cheminer à plusieurs sur les sentiers de la découverte, en partageant ses trouvailles, en les exposant aux autres, en s'emparant des leurs pour les remanier et les faire nôtres.

Il faut parfois se laisser guider par les autres (par "ceux qui savent" déjà mais jouent le jeu, comme par ceux qui "ne savent pas"), mais il n'y a pas de "prof", pas de cours magistraux, pas de protocoles d'expériences fournis avec le matériel ...

Avant tout, avoir envie de s'interroger, avoir envie de comprendre **vraiment** : comprendre pour pouvoir ré-expliquer sans gros mots, pour imaginer de nouvelles expériences, de nouvelles "manips" pour aller plus loin (et foin des T.D. !!) *Pourtant, moi je ne viens là que pour savoir quoi faire avec ma classe...*

Et en plus on s'amuse ! *Ca c'est nouveau : s'amuser en faisant des sciences quand on n'est pas un savant farfelu !*

Voilà qui est bizarre, je me surprends parfois à regretter d'avoir manqué le fol après-midi sur le bilame (vous savez, j'en ai parlé plus haut ?) .

Et si en découvrant tout (ou presque) soi-même et avec l'aide des autres, on se mettait peu à peu à avoir envie de comprendre "comment ça marche" simplement pour soi ? Bigre ! Voilà qui est dangereux et mérite réflexion avant de s'engager plus avant dans **1, 2, 3, sciences** ...

P.S. : Si seulement j'avais "**fait**" **un peu de sciences**, un peu d'**1, 2, 3, sciences**, avant de parler de bilans de forces, je n'aurais peut-être jamais oublié qu'une boule de pétanque et une bille lâchées du premier étage arrivent au sol en même temps...

Cécile Truan

Des mots du débat...

Faire rejoindre le quotidien et le scientifique
Cheminer ensemble, séparément, différemment
Donner la main pour pouvoir la lâcher

Prendre sa revanche sur tous les arguments d'autorité
Jubilation de rendre familières des solutions à des problèmes
Modification du statut d'apprenant

LE DÉBAT FAIT ÉCHO

J'aime les FAM ...

Que trouvent les "scientifiques" à **1, 2, 3, sciences** en général, et dans les *Fols après-midi* (FAM) en particulier ?

Je pense être ce que l'on appelle un "scientifique". En effet, pendant quarante ans (eh oui !) j'ai cherché (beaucoup) et trouvé (un peu). J'ai aussi essayé de transmettre des connaissances à des étudiants divers et variés. Ces informations me semblent nécessaires pour la suite.

Pourquoi je participe aux FAM ? Comme les autres, pour le PLAISIR. Parce que la démarche est une véritable démarche scientifique : on pose une question, on remercie de l'avoir posée, et on essaie d'y répondre.

Pas d'affirmation péremptoire, tout doit être construit à partir de l'observation et du raisonnement. Une expérience est réalisée. On essaie de formuler des hypothèses permettant d'interpréter les résultats, d'en tirer des conclusions locales provisoires. À partir de là, on essaie d'imaginer d'autres expériences, qui pourraient confirmer ou infirmer. Aux FAM une conclusion, pour être validée, doit obtenir l'approbation de la communauté. Dans la "vraie" recherche (j'adore provoquer !), il en est de même. Les résultats obtenus par un chercheur, plus généralement par une équipe, sont portés à la connaissance de la communauté internationale intéressée par le sujet, les "spécialistes". Un résultat doit être validé par d'autres chercheurs avant d'être considéré comme ayant fait progresser le schmilblic.

Quant au volet enseignement, j'étais, inévitablement, dans la transmission de "celui qui sait" à "celui qui ne sait pas" : on ne peut pas tout redécouvrir, ou faire semblant de découvrir. Cependant il me semble essentiel d'intégrer l'histoire à tout enseignement, scientifique ou non d'ailleurs. Il est indispensable de faire prendre conscience du long chemin qui a conduit aux connaissances actuelles, bien entendu, provisoires.

Une fois validées par la communauté scientifique d'une époque, ces conclusions locales provisoires deviennent des "lois" admises par cette communauté. Et puis, tout à coup, certaines expériences donnent des résultats en contradiction avec ces lois. Il faut alors élaborer une théorie nouvelle, permettant d'interpréter les nouveaux résultats. Mais cela ne signifie pas forcément que l'ancienne théorie était FAUSSE, ni que ceux qui l'utilisaient étaient stupides. Bien souvent la nouvelle théorie englobe l'ancienne, qui en est un cas particulier. Par exemple, la Mécanique "classique" ou

D'autres mots du débat

Plaisir	Droit de se tromper
Autonomie	Partage
Confiance	Répéter, revenir
Liberté	Prendre le temps nécessaire
Humilité	Le(s) premier(s) pas
Grandir, sortir "gonflé"	Changer de regard
Découverte(par soi-même)	Changer soi-même
Fraîcheur	Esprit de Recherche
Appropriation	Médiation de l'expérience
La joie de chercher	La joie de trouver

Newtonienne est un cas particulier de la Mécanique relativiste*.

Parfois, deux théories "rivales" coexistent. Un exemple : pour expliquer la marche des rayons lumineux, on peut considérer que la lumière est formée de corpuscules, ou bien qu'il s'agit d'une onde lumineuse. Le même phénomène, par exemple, le changement de direction d'un rayon lumineux à la surface de séparation entre l'air et l'eau, peut être interprété de deux façons, toutes deux aussi respectables. On ne peut pas dire qu'une interprétation est EXACTE et l'autre FAUSSE.

À la fin du 19^{ème} siècle la théorie ondulatoire a triomphé, apparemment de façon définitive, car elle permet d'expliquer l'ensemble des résultats obtenus à cette époque. Puis, patatras ! On découvre l'effet photoélectrique, qu'Albert Einstein interprète en 1905 par une théorie corpusculaire !!!

Le jeu de questions/réponses continue ! Heureusement ! Alors, pourquoi j'aime les FAM ? Parce que :

- A partir d'observations expérimentales, individuelles ou par petits groupes, sérieuses, honnêtes (pas question de "tricher" puisqu'on ne sait pas "ce que l'on doit trouver") on formule des hypothèses et on tire des conclusions, qui sont discutées par l'ensemble des participants.

- Une conclusion est toujours PROVISOIRE et il n'y a pas d'hypothèse jugée a priori comme SOTTE.

On est en plein dans une démarche de recherche et de développement de l'esprit scientifique, qui doit toujours aller de pair avec beaucoup de modestie : "Que sais-je ?"

Jean Butaux

* et aussi de la Mécanique Ondulatoire (voir page 8)

LE DÉBAT FAIT ÉCHO

Démarche scientifique, démarche expérimentale ?

Est-ce pareil ? la question a été posée au cours du débat. On peut discuter longtemps pour savoir si les deux démarches sont équivalentes ou en quoi elles diffèrent. Mais pourquoi ne pas se situer par rapport à l'acte scientifique lui-même en se demandant : c'est quoi faire des sciences ? Pourquoi l'humain fait-il des sciences. Est-ce seulement par intérêt culturel ? Qu'est-ce que ça lui rapporte ? Est-ce vital ? Si aujourd'hui à l'échelle individuelle, nous ne percevons pas toujours l'enjeu de survie (*pourant, il est vital pour un bébé de connaître le plus vite possible la chute des corps, sinon il faut que son entourage sache anticiper à sa place*), il est clair à l'échelle de la société humaine. Qu'il le veuille ou non, l'humain a conscience du lendemain et il cherche à améliorer ses conditions de vie. Il se soucie de son avenir. Cela l'oblige à essayer d'anticiper les événements et/ou au moins de les prévoir. La météo est emblématique de cette préoccupation. Les émissions météo à la télévision sont parmi les plus regardées. Même si on affirme : "ils se trompent toujours !" Ainsi pour répondre à cette nécessité de prévoir (et non de prédire), la science semble être l'outil de l'intelligence le plus efficace (y compris en ce qui concerne la météo !). Car son objet est justement de se donner les moyens de prévoir en établissant des lois généralisables applicables dans différents contextes.

Chercher à comprendre un phénomène qu'on subit. Établir une généralisation qu'on pourra réutiliser dans un autre contexte. Reasonner en s'appuyant sur des faits conditionnés par des paramètres définis.

Finalement, on "fait des sciences" quand on cherche à élaborer une loi scientifique aussi petite soit-elle. C'est-à-dire une conclusion locale provisoire que l'on peut généraliser pour ne plus subir mais anticiper un phénomène de la vie.

Alors la règle du jeu s'impose, car il faut vérifier que la loi permet de prévoir des résultats valides dans des conditions définies. On doit encore chercher sans cesse à l'affiner et à en déterminer le champ d'application.

Finalement, peut-on imaginer une démarche scientifique sans expérimentation ? À l'inverse une démarche expérimentale est-elle la garantie d'une démarche scientifique ?

Alors, à **1, 2, 3, sciences**, nous choisissons de "FAIRE des sciences" car c'est une démarche qui permet à chacun de construire ses connaissances, et qui, surtout, "fait sens" parce qu'elle est enracinée dans la vraie vie.

Emmanuel Chanut

BRÈVES DE LECTURE

Faire l'expérience de l'humain *Extraits*

L'épistémologue Karl Popper, après d'autres, opposant vérité et validité a montré qu'il n'est pas possible de montrer que quelque chose est vrai. Il est seulement possible de montrer que quelque chose n'est pas faux. (...) Tout contribue à désolidariser, ou pour le moins à désaccorder la science et l'idée de vérité.

Mais alors "pourquoi fait-on de la science ?" Pour aider à l'émancipation, des personnes en relation avec ce questionnement. (...) Ainsi désolidarisée de l'idée de progrès, déconnectée en partie de l'idée de vérité, la science, se trouve légitimée par l'éthique. La science, cette connaissance qui n'a rien d'absolu, ni de pérenne, qui en permanence se défie de la subjectivité du chercheur, qui doit montrer à chaque moment de sa démarche que l'homme peut se dissocier de son objet de recherche, en vient à introduire l'Autre. (...)

L'enseignement des sciences (tel qu'il est pratiqué) permet le plus généralement la découverte de concepts, de méthodes, de techniques, de lois et de théories. Plus rarement il favorise la problématisation de questionnement et peu fréquemment il installe l'Homme au cœur de l'entreprise de construction de savoirs, enjeu de la science. (...)

Alors *expérimenter à l'école* ? Davantage qu'une méthode ou une technique, la possibilité de construire du savoir ensemble ; la nécessité d'argumenter, de prendre au sérieux la pensée d'autrui, d'affirmer la sienne comme possible ; l'obligation de confronter ses intuitions, ses raisonnements à un matériel qui résiste, à une situation qu'on ne maîtrise pas tout à fait ; la possibilité d'imaginer, d'inventer, de créer ; le besoin de valider sa découverte en la comparant à l'activité de ceux qui dans le temps ont procédé comme nous ; le développement pour l'élève d'une nécessaire appétence à se questionner et plus encore à problématiser.

Pour quoi *expérimenter à l'école* ? Pour permettre aux élèves de faire l'expérience de la plus prodigieuse capacité que chacun a à découvrir en permanence en lui : la possibilité de créer du savoir, de se distinguer ainsi de l'animal, de faire *l'expérience de l'humain*.

Michel Develay

Ce texte conclut le dossier "Expérimenter" (45 pages), des *Cahiers Pédagogiques* (N°409 dec.2002). Ce dossier très bien fait donne la parole, sur le thème de l'expérimentation, à de nombreux acteurs : enseignants de l'Ecole Primaire, du Collège et du Lycée, chercheurs, formateurs, didacticiens...

On peut procurer ce numéro en envoyant un chèque de 8,80€ à CRAP-Cahiers Pédagogiques 10, rue Chevreul 75011 Paris.

CHALEUR ET TEMPÉRATURE (suite...)

Les échelles thermométriques :

Fahrenheit, Celsius, Kelvin ... et les autres.

Le mot thermomètre a tout faux en ce qui concerne l'étymologie. En effet, comme il a été dit à plusieurs reprises dans des FAM, il est préférable de parler de repérage de la température plutôt que de mesure. Et, ce qui est plus grave, thermos signifie chaud, et le préfixe thermos- évoque la chaleur. Voilà qui devrait faire bondir les assidus des FAM.

Puisque nous venons d'évoquer la Grèce, les Grecs connaissaient déjà les thermoscopes (fin du troisième siècle avant J.C.).

Galilée (1564-1642) a construit plusieurs thermomètres. L'un de ceux-ci, assez esthétique a un rapport certain avec l'un des "tubes" d'123, sciences : flotter, couler.

À partir du début du 18^{ème} siècle, la thermométrie se développe, et devient une branche de la physique.

À cette époque le physicien français Amontons (1663-1705) (Cocorico !) établit que l'eau bout à une température fixe. Il construit un thermomètre utilisant ce "point fixe" et celui de la solidification de l'eau.

Un peu plus tard, en 1724 l'Allemand Daniel **Fahrenheit** (eh oui, il était allemand et pas anglais...contrairement à ce que l'on croit souvent parce qu'on l'a lu quelque part) reprend l'expérience d'Amontons. Il met au point le thermomètre à mercure et celui à alcool.

En 1730, René-Antoine Ferchault, seigneur de **Réaumur**, construit un thermomètre à alcool.

Il associe la graduation 0 au point de congélation de l'eau (équilibre, ou coexistence, ou cohabitation de l'eau dans l'état liquide et dans l'état solide) et la graduation 80 au point d'ébullition de l'eau.

Le suédois Anders **Celsius** étudie en 1742 les points fixes de solidification et d'ébullition de l'eau et, ce qui est nouveau par rapport à ses prédécesseurs, observe l'influence de la pression atmosphérique sur le second (la pression a aussi une influence sur le point de solidification, mais beaucoup plus faible).

Celsius construit un thermomètre à mercure. Au point d'ébullition de l'eau, Celsius fait correspondre la graduation 0 et il marque la graduation 100 au point de congélation. Pourquoi pas ? Il s'agit de repères.

L'échelle de température utilisée presque partout est l'échelle Celsius, appelée aussi échelle centésimale (même initiale, ce qui est bien commode....).

Venons en maintenant aux 0 et 80 de l'échelle Réaumur et à l'échelle Fahrenheit.

En ce qui concerne Réaumur il a utilisé pour son thermomètre de l'"esprit de vin" (mélange d'eau et d'alcool obtenu par distillation du vin). Et l'esprit de vin en question était tel que le rapport de son volume à la température d'ébullition de l'eau et à la température de congélation de l'eau avait pour valeur 1,080. Réaumur associait donc 0 au point fixe de coexistence eau-glace, alors que Celsius a associé 0 et 100 à *deux* points fixes. Avec un esprit de vin de composition différente, Réaumur aurait pu avoir une échelle entre 0 et 76 par exemple.

Quant à l'échelle Fahrenheit, un thermomètre gradué avec elle indique 32 au point fixe correspondant à l'équilibre eau-glace et 212 au point fixe correspondant à l'équilibre eau liquide-vapeur d'eau. Les avis diffèrent sur ces valeurs. L'une des "explications" est la suivante :

La température du corps humain (légèrement fiévreux toutefois) est 100 Fahrenheit. Et le 0 de l'échelle correspondrait à un record de basse température.

Donnons quelques correspondances :

Celsius	Fahrenheit
-40	-40
-17,8	0
0	32
10	50
37,8	100
100	212

A vous de trouver la méthode pour passer d'une échelle à l'autre.

L'échelle **Kelvin** : Si on veut prononcer "à la française", dire : "quel vin". Je fais ici bien entendu allusion à la prononciation franco-française, chauvino-hexagonale, que personnellement je trouve aberrante, de l'unité de force : le neutron. Pauvre Isaac !

Le zéro de cette échelle correspond à -273,15 °C et les degrés ont "le même cours" : 1°C = 1K (remarque : la dénomination correcte est : Kelvin et non degré Kelvin). La température de cohabitation de l'eau à l'état solide et à l'état liquide est donc 273,15 K. Le zéro de l'échelle Kelvin peut être approché, mais jamais atteint.

Le nom de cette échelle est un hommage à Sir William Thomson (1827-1907), qui a été anobli en 1892 avec le titre de Lord Kelvin. Ses principaux travaux portent sur l'Electricité, le Magnétisme, et la "Chaleur" (que l'on nomme maintenant Thermodynamique).

Jean Butaux

LES ANNÉES EN 3

Nous voici donc en 2003

Jamais 2 sans 3, et jamais 1 sans... **2, 3, sciences.**

Remarquons d'abord que l'association **1,2,3, sciences** a 3 ans, que durant ces trois ans il y eut 15 FAM (5 fois 3) et 9 AJT (3 fois trois) ont été publiés.

Le nombre 3 a une grande importance. Par exemple : 3 petits tours, et puis s'en vont, 3 vœux à formuler dans nombre de contes, les 3 petits cochons, les 3 mousquetaires, Les 3 suisses, les 3 ténors, la Sainte Trinité, la règle de 3, etc.....Mais aujourd'hui, la question lancinante est, hélas : la guerre de (deux mille) trois aura-t-elle lieu ?

Et maintenant quelques dates :

1683 : naissance de Réaumur, non pas à Sébastopol, mais à La Rochelle.

1783 : premier navire à vapeur de Jouffroy d'Abbans. Le bateau est depuis lors à voile ou à vapeur,... ou les deux.

1803 : Nicolas Appert met au point le procédé de conservation des aliments. C'est un des bienfaiteurs de l'humanité, et notamment de la ménagère, quel que soit son âge et son état de conservation.

1813 : Naissance de la bicyclette de Drais, qui deviendra plus tard, après quelques modifications, la petite reine. Et en 1903 aura lieu le premier Tour de France.

1823 : Pasteur a 2 ans. Il ne boit pas de lait pasteurisé.

1823 encore : les pneus imprégnés de caoutchouc (Mac Intosh). Ce sera chouette pour la bicyclette !

1833 : Faraday : loi fondamentale de l'électrolyse

1893 : Diesel met au point le moteur du même nom.

La même année, le sérum antidiphtérique voit le jour.

1903 : Premier vol en aéroplane (Wright)

Le Prix Nobel de Physique est attribué à Henri Becquerel, Pierre Curie et Marie Curie-Slodowska pour leurs travaux sur la radioactivité naturelle.

Et, si vous avez lu attentivement ce qui précède, vous devez savoir que cette année là a lieu le premier Tour de France.

1913 : Bohr : théorie de l'atome.

Le Prix Nobel de Physique est attribué à Kamerlingh-Onnes pour ses études des propriétés de la matière aux basses températures, on est tout près du zéro absolu (voir page 7).

Le canal de Panama est achevé.

1923 : Louis de Broglie invente la Mécanique ondulatoire.

1933 : Joliot Curie découvre la radioactivité artificielle

1943 : découverte de la streptomycine.

1953 : première ascension de l'Everest

1963 : c'est le début du programme Apollo. Les premiers vols n'auront lieu que 5 ans plus tard. Les essais d'Apollo 1 ont été tragiques (trois astronautes périrent le 27 janvier 1967). Et début février 2003, une autre tragédie, celle de la navette spatiale Columbia

Jean Butaux

*En Optique, certains phénomènes s'interprètent avec une théorie corpusculaire, d'autres avec une théorie ondulatoire (page 5). La *hardiesse* de Louis de Broglie a consisté à étendre ce double aspect à la Mécanique. Il a fallu attendre 1927 pour que soit réalisée une expérience de Mécanique nécessitant une interprétation ondulatoire.

Complétez votre collection !

Vous n'avez pas (ou plus) tous les numéros de *L'agitateur*

Il vous manque des réflexions sur l'utilité des sciences, de précieux témoignages sur ce qu'on peut faire en science avec des enfants, des impressions de nos *Fols après-midi*, des fiches de lecture, des idées d'expériences, et bien d'autres plaisirs...

Mais, tout n'est pas perdu ! vous pouvez nous commander les numéros précédents (merci de joindre 4 timbres à 0,46€ par exemplaire, pour les divers frais).

Écrire à :

1, 2, 3, sciences

27, rue Guynemer

92160 ANTONY

ou envoyer un e-mail à

123-sciences@wanadoo.fr

L'agitateur

Comité de rédaction :

Pascal Berger

Jean Butaux

Emmanuel Chanut

Charles Chossart

Marima Hvass-Faivre d'Arcier