

Cet article est la traduction en Français de l'article **The Group Provisory Conclusion, a powerful tool for science debut**, paru en 2022, en anglais dans le journal de communication scientifique (en OpenAccess) le Jcom (JOURNAL OF SCIENCE COMMUNICATION) Issue 02-2022

Lien pour la version Anglaise <https://doi.org/10.22323/2.21020402>.

La Conclusion Locale Provisoire, un outil efficace pour faire les premiers pas en science

Résumé

Depuis l'an 2000 nous avons mené des ateliers de Science Participative pour adultes, de tout horizon. Un outil particulier, la Conclusion Locale Provisoire, ou CLP, impliquant chaque participant a contribué à ce succès. Notre objectif était de raviver l'intérêt du public par des activités de sciences participatives. Cette approche expérimentale développe l'intelligence collective du groupe et diminue l'appréhension éprouvée vis-à-vis des sciences.

Le contexte de notre activité

Comment tout cela a-t-il commencé ?

« *Tiens-moi au fond de la piscine, je voudrais voir la surface de l'eau « par en-dessous ».*

Vous vous demandez peut-être dans quel contexte une déclaration aussi surprenante a été faite. Vous serez probablement très surpris d'apprendre qu'il s'agit d'une demande au cours d'une session de **1, 2, 3, sciences** dédiée à la réfraction de la lumière !

Au fait, pouvez-vous imaginer ce que l'on voit dans cette situation ?

Lors des Journées Internationales de l'Education Scientifique (JIES) de Chamonix en 2005, j'étais en train d'animer un atelier pratique sur la *température* et *les échanges de chaleur* avec une vingtaine d'adultes. Cet atelier est souvent intitulé « Méfiez-vous de vos sens, ils vous trompent », un 'classique' des ateliers de sciences pour étonner le public jeunes ou adultes ! Mais cet intitulé induit une défiance vis-à-vis des informations sensorielles qui me paraît injuste, et même dangereuse : nos sens sont les avertisseurs de danger !

En tant qu'animateur, je rappelle toujours au public que tous les objets à l'intérieur d'un espace isolé, sont à la même température ; si ce n'était pas le cas, des échanges de chaleur, du plus chaud au plus froid se produiraient jusqu'à l'égalité des températures, c'est ce que nous constatons au quotidien. Il est difficile de vérifier cette affirmation avec les thermomètres à liquide pour les objets solides, aussi utilisons-nous des thermomètres de contact tels que des thermomètres d'aquarium. Nous étions en train faire cette vérification, quand j'ai entendu derrière moi un professeur de physique de Lycée s'exclamer : « *J'ai enseigné cela à mes lycéens mais je n'arrivais pas à y croire.* » Un comble !

Ces deux exemples de réactions spontanées montrent que si nous souhaitons que les gens s'intéressent aux sciences, nous devons utiliser des exemples tirés de leur vie quotidienne, et faire appel à leurs propres perceptions. Sinon, ce n'est qu'un exercice scolaire formel.

Dans cet article nous vous accompagnerons tout au long de l'évolution de notre pratique participative au cours d'ateliers scientifiques pour enfants jusqu'aux animations de sciences pour adultes.

Mes déceptions de professeur de Sciences Physique au Lycée

J'ai toujours voulu enseigner les sciences. J'aimais mon travail, même si ce n'était pas tout à fait ce à quoi je m'attendais. En effet, le véritable objectif du Lycée en France c'est la réussite au Bac. Dans cette logique, les professeurs de sciences préparent les candidats à résoudre des exercices et des problèmes très formels. Des questions théoriques plutôt que des situations qui peuvent être rencontrées dans la vie quotidienne. Dans cette perspective, les élèves apprennent des notions très abstraites comme la quantité de mouvement ou l'oxydation du fer... Or, cette modélisation est tellement simplifiée que les élèves ne reconnaissent pas la réalité que ces concepts sont censés représenter. Cet écart a guidé le changement de notre approche de la communication scientifique.

- Au Lycée d'abord : malgré ce contexte très contraignant, avec quelques collègues, nous avons mené avec nos classes plusieurs projets, qui s'écartaient du programme strict. Notre objectif était de familiariser le plus grand nombre d'élèves au raisonnement scientifique, en les aidant à acquérir des outils mentaux utiles et utilisables.

Comme l'écrit le pédagogue Louis Legrand¹ : « *Depuis la fin du XIXe siècle, l'accès à la science est considéré comme la porte privilégiée de la démocratie [...] Mais, la science qui devait être enseignée pour sa méthode, le fut, en fait, sur le mode verbal², cher au didactisme régnant. Au lieu d'enseigner la méthode scientifique, l'école primaire et secondaire a enseigné la science toute faite, comme des concepts prêts à l'emploi plutôt que comme une méthode. C'est ainsi que les écoles primaires et secondaires ont entraîné la mémoire plutôt que l'autonomie, renforçant la position hiérarchique de l'enseignant, de celui qui détient le savoir* »

C'est la faiblesse de notre enseignement des sciences à la jeunesse : il ne prépare pas les futurs adultes à voir la Science dans son cadre naturel, tout autour de nous. « *Les enseignants sont censés préparer leurs élèves à leur vie d'adulte demain. Ils n'expérimentent pas comment construire les connaissances futures dont ils auront besoin à l'âge adulte !* »³. Les résultats sont évidents : l'enseignement des sciences privilégie la formation des futurs scientifiques. Le grand public est manifestement analphabète en science et, pire encore, il a perdu tout intérêt pour ce sujet.

Comment j'ai appris à partager le plaisir des sciences avec de jeunes enfants

Mes enfants ont suivi leur scolarité dans une École Nouvelle : les parents étaient bienvenus pour animer des ateliers avec des groupes d'enfants. Les sciences étant un angle mort dans la formation des enseignants, j'étais sollicitée pour assumer cette responsabilité. Trois parents dans cette même école, chercheurs ou enseignants-chercheurs universitaires (Janet Borg, Jean-François Monard et Richard Planel) m'ont rejoint. Notre travail d'équipe s'est déroulé sur une vingtaine d'années.

Dès le début, nous avons choisi de travailler selon les principes de *l'Éducation Nouvelle*⁴ utilisés dans cette école :

- faire « pour de vrai », tester son hypothèse en effectuant une expérience réelle,
- construire ses connaissances avec un groupe à partir de l'expérience, comme John Dewey l'a souligné, au lieu d'apprendre dans les livres ce qui a été trouvé auparavant.
- favoriser les groupes hétérogènes qui sont plus efficaces : nous avons pu constater que les plus jeunes faisaient tout autant avancer le groupe.

Dans l'école, il y avait deux types d'ateliers scientifiques, selon l'âge des enfants :

1. Pour les jeunes enfants, de 4 à 7 ans, 5 séances hebdomadaires sur un thème. Pas de résumé écrit par les enfants : à cet âge, écrire est un exercice en soi ! Mais à la fin de chaque atelier la construction d'un

¹ https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1970_num_11_1_1784

² *...et non expérimental*

³ Dewey, J., (1938). 'Experience et éducation'. Paris, Armand Colin Éditeur - 2014

⁴ Nina et Noel Rist. 'La pédagogie de la confiance'. Paris, Ed. Syros - 1986

objet, ramené en classe, puis à la maison. Cet objet portait l'idée scientifique objectif de la session : c'en était le résumé non écrit. Participer à cette construction permettait aux enfants de mieux s'approprier la notion. Quand ils le montraient aux autres, ils étaient capables d'expliquer ce que nous avions découvert grâce à la « petite phrase » (généralisation) que nous avions élaborée ensemble. Ce type d'ateliers scientifiques a duré 15 ans. Vous auriez vu les enfants de 4 ans, avec le culbuto qu'ils venaient de construire ! Ils quittaient la séance sur les équilibres, fiers comme s'ils avaient découvert un secret du monde : ils savaient comment cela fonctionnait.

Ces ateliers sont à l'origine des petits albums de la collection « Comprendre »⁵. En voici la présentation dans la revue « La Joie par les Livres en 1986 : « *Une entreprise bien sympathique que ces deux séries de trois petits albums carrés destinés aux plus jeunes. Il s'agit cependant plus d'expérimentations et de travaux pratiques que d'explications sur des concepts et des notions (peut-être trop complexes à démontrer à des tout-petits)* ». Décidément il est bien difficile d'imaginer les sciences comme une démarche vis-à-vis du monde qui nous entoure et non comme un savoir tout fait à acquérir !

2. Pendant ces mêmes années, nous avons également conduit six *Grands Projets*⁶ annuels, sur un thème scientifique. Chaque année, 15 à 20 enfants de 8 à 11 ans choisissaient un projet parmi 6 autres. Nos « projets de Science », basés sur les mêmes principes que nos ateliers, étaient beaucoup plus ambitieux, et les enfants y étaient plus investis.

À la fin de l'année scolaire, au cours d'une journée « d'exposition », ils rendaient compte de ce qu'ils avaient fait et découvert : une excellente occasion d'explicitier les notions qu'ils avaient apprises mais aussi les compétences personnelles et scientifiques acquises.

J'aidais deux enfants de 9 ans qui préparaient un diaporama pour le projet *Astronomie*. Nous choisissions des diapositives parmi des photos de la NASA que je n'avais pas vues mais elles avaient été montrées à tout le groupe d'enfants quelques mois plus tôt.

A présent, on voyait sur l'écran, le LEM (Lunar Excursion Module) posé sur un sol caillouteux. Nous étions perplexes et un enfant dit tout d'un coup :

– Oh oui, ça a été pris quelque part sur Terre... dans l'un des déserts !

– Mais à quoi bon le photographe sur Terre ? ai-je demandé. Je pense plutôt que c'est sur le sol de la Lune.

La réponse est venue aussitôt de l'enfant :

– Tu ne vois pas que le ciel est bleu ?

J'ai dû admettre qu'il avait raison. J'étais impressionnée : non seulement ils se souvenaient, mais ils pouvaient contredire les propos d'un adulte. Ils savaient vraiment puisqu'ils étaient capables d'utiliser ce savoir pour me convaincre.

Une autre année, lors du projet de *Transformations énergétiques*, l'un des adultes scientifiques a inopinément prononcé les mots *énergie potentielle*. Il nous a fallu près d'un mois pour pouvoir continuer. Les élèves ne pouvaient plus réfléchir et avancer : ils étaient bloqués sur cette *énergie potentielle* expression à laquelle ils essayaient de donner un sens. Nous en avons conclu alors que nous ne devrions jamais nommer un concept avant de l'avoir construit à travers des observations et des discussions ! Et nous nous en sommes tenus là désormais.

Ces observations nous ont convaincus que les connaissances acquises par les enfants avec l'un ou l'autre de ces deux types d'ateliers

- avaient du sens pour eux
- ils se souvenaient et savaient comment utiliser la « petite phrase » qu'ils avaient construite avec le groupe
- l'appropriation avait rendu cette connaissance durable

Notre approche non conventionnelle était donc pertinente pour partager les sciences.

⁵ Collection Comprendre - Paris, Éditions du Centurion - 1986

⁶ 'En sortant de l'école' Collectif Vitruve - Paris, Casterman - 1978

Elle était aussi plus intéressante pour l'animateur et son public, car nous étions tous 'acteurs' durant l'atelier.

Beaucoup d'autres situations rencontrées avec les jeunes enfants m'ont montré que notre approche avait de réels avantages à long terme : les enfants conservaient leur curiosité des phénomènes, en cherchant le *pourquoi ?* et ils rassemblaient leurs idées pour trouver les liens.

À nos yeux, cette intelligence collective développée dans l'éducation alternative est une forme pertinente de science participative. Un groupe de personnes avec des compétences très différentes, prend plaisir à acquérir des démarches et des connaissances scientifiques, plus durables de surcroît.

En comparaison, le programme des études secondaires basé essentiellement sur le modèle du déficit ne maintient pas l'enthousiasme après le lycée. Pire encore, les jeunes (et les moins jeunes) se sentent découragés et pensent que la science n'est pas pour eux.

Les mots scientifiques, incompréhensibles, ne sont pas de la science : malheureusement c'est bien souvent tout ce qui reste pour beaucoup de gens après avoir quitté l'école !

C'est pourquoi j'ai décidé d'arrêter d'enseigner au Lycée en 1989.

Synergies avec d'autres acteurs de l'enseignement des sciences

De 1991 à 1999, la même équipe de *parents scientifiques*, a écrit, un ensemble complet (4 livres-documents + 5 livres-expériences + 2 guides) pour les 5 niveaux de l'École Primaire. Avec cet ensemble nous avons comme objectif d'aider et d'encourager les enseignants afin qu'ils osent adopter notre approche et partager l'esprit scientifique avec leurs élèves⁷.

Au cours de ces années, nous avons présenté pour le compte des Editions Magnard (éditeurs de la collection) des conférences dans toute la France, qui commençaient chaque fois avec quelques expériences en petits groupes : le ressenti des personnes présentes étant très nouveau. Le témoignage de Charles Chossard souligne le caractère inattendu et innovant de nos présentations : la surprise laissait bientôt la place à la curiosité.

Premier contact

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**. (Voir L'Agitateur⁸ N°28 fev. 2013)*

En 1992, Françoise Balibar de la Société Française de Physique m'a invitée à rejoindre la commission chargée d'adapter le cursus de sciences pour la formation des enseignants du primaire quand les IUFM ont remplacé les Écoles Normales. J'étais le seul membre non universitaire à y participer ! Mais à la fin de notre mission, j'ai présenté notre rapport à la convention SFP⁹. J'ai ensuite participé à la formation des futurs enseignants du primaire à l'Université de 1996 à 2002.

Dans les années 90, la situation de l'enseignement des sciences destiné aux jeunes enfants faisait débat.

⁷ Borg J., Faivre d'Arcier M. et alter, 'Des mains à la tête' cycle 2 et cycle 3. 1996 et 1999 - Paris - Ed Magnard

⁸ Pour le témoignage de Ch Chossart et bien d'autres voir *L'agitateur N°28 sur le site de **1, 2, 3, sciences*** <https://123-sciences.asso.fr>

⁹ http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/23213/DIDASKALIA_1994_3sup_9.pdf?sequence=1

L'Académie des Sciences a lancé en 1996 *l'opération La main à la pâte (Lamap)*, un programme visant à encourager et à aider les enseignants des Écoles Primaires à mener des activités scientifiques.

Professeur de Sciences Physiques à l'IUFM¹⁰ de Versailles, je proposais aux futurs enseignants et à ceux qui étaient déjà en poste, un dispositif original *La Boit' à manip'*¹¹.

C'est alors que j'ai participé au Colloque organisé en septembre 1997 par G. Charpak, P. Léna, Y. Quéré. Le rapport final décrivait le fonctionnement de *'La Boit' à manip'* : « *L'approche est à bien des égards, similaire à celle développée par La main à la pâte. Avec du matériel simple, l'enseignant manipule, propose, expérimente, compare son point de vue avec celui des autres. L'accent est davantage mis sur l'approche que sur le contenu* »¹²

Nos méthodes

Qui conclut une expérimentation scientifique ?

C'est la question importante pour nous.

La réponse habituelle à cette question semble évidente pour ceux qui ne connaissent que l'enseignement scolaire traditionnel : c'est l'expert ou celui qui sait et enseigne.

En 1997, lors d'un groupe de travail (d'une dizaine de personnes) au tout début de *Lamap*, nous discutons de la manière d'enseigner les sciences à l'école primaire. Dans un document de travail une nouvelle expression est apparue : la *Conclusion Locale Provisoire* ou CLP. Les mots m'ont tout de suite frappée : ils correspondaient à la « petite phrase » que j'avais utilisée avec les enfants.

Je crois que j'étais la seule dans le groupe à réaliser comment, 'donner le pouvoir de créer la conclusion avec le groupe comme garde-fou' pouvait changer l'apprentissage des sciences pour les jeunes, et même pour les adultes.

Certes, les enseignants qui participaient avec leurs classes à *Lamap*, encourageaient l'expérimentation des élèves, mais revenaient au savoir tout fait au moment de la conclusion de ces expérimentations. Leurs élèves qui avaient mis la main à la pâte, devaient pourtant, retenir la formulation 'canonique' de la loi mise à l'épreuve dans la séance du jour.

Conceptualisation de la *Conclusion Locale Provisoire*

Avec la *Conclusion Locale Provisoire*, les conclusions sont élaborées par le groupe de participants hétérogène qui effectue concrètement les expériences et en observent les résultats avec leurs sens.

Au cours de nos rencontres expérimentales, nous progressons d'une *Conclusion Locale Provisoire* à la suivante. Nous utilisons la CLP depuis vingt ans. Cela fait partie de notre approche 'participative' ; en effet, elle met toutes les personnes présentes dans une position d'égalité, chacun peut prendre la parole pour proposer ou débattre de la formulation d'une CLP commune, qui en fin de compte, doit être approuvée par tous les participants.

Cette conclusion est exprimée avec des mots de tous les jours. Chaque participant la comprend, accepte sa formulation. Il sait comment elle a été construite, à partir de quelles observations et discussions qui ont suivi. Si quelqu'un souhaite l'exprimer différemment, il peut proposer une autre version mais le groupe vérifie que le sens reste le même. C'est le moyen de s'assurer que chaque énoncé présenté garde bien le sens collectif de la conclusion, mais aussi qu'elle est parfaitement comprise. La CLP est l'équivalent adulte de la petite phrase que nous avons l'habitude de formuler à l'École Primaire.

¹⁰ Institut Universitaire de Formation des Maîtres

¹¹ Bulletin de l'Union des Physiciens 1998 N°806, p.1183

<https://123-sciences.asso.fr/documents/Les%20sciences,%20c'est%20familier.pdf>

¹² Colloque « La main à la pâte » - Les Treilles, 1997 <https://lestreilles.hypotheses.org/3738>

Pour mettre nos idées en commun, nous utilisons des mots simples et compréhensibles : ceux que nous utilisons dans nos vies. Nous nous souvenons de la leçon de « *l'énergie potentielle* », de sorte que nous n'utilisons jamais de mots scientifiques dédiés par l'usage pour nommer une notion avant que cette notion n'ait été bien définie et comprise avec des mots simples et des périphrases. Bien sûr, nous ne concluons jamais à un niveau microscopique, sans rapport avec nos observations directes.

En passant par tout ce processus, nous arrivons à la *Conclusion Locale Provisoire* exprimée avec les mots des participants *aussi petite que chacun la souhaite*, une conclusion légitimée par le débat de groupe et par le '*Provisoire*' : nous pourrions la compléter ou la définir plus précisément plus tard, si nécessaire.

Les exemples suivants donnent quelques CLP créées au cours de différents ateliers :

- Pour faire flotter un morceau de matière dans un liquide, il faut augmenter le volume de cette matière, sans changer sa masse
- Pour modifier la trajectoire rectiligne d'un objet, nous devons appliquer une action dans une direction différente
- Le liquide d'une bougie ne se solidifie pas à température constante : nous concluons qu'il n'est pas pur, mais un mélange de différentes matières.
- Comme la température de transformation de l'eau en glace est de 0 °C, il est impossible de trouver de l'eau liquide à -3 °C, ni de la glace à 1 °C. D'autres ??

Création de '1, 2, 3, sciences'

En 1999, j'ai créé l'association **1, 2, 3, sciences** avec une douzaine de personnes que j'avais rencontrées au cours des années '90, elles aussi très actives dans le développement de l'éducation scientifique. Initialement, l'objectif inscrit dans nos statuts, était de développer l'enseignement expérimental des sciences pour les enfants. Il est vite apparu que les adultes souhaitaient aussi expérimenter et conclure. C'est ainsi que nous avons commencé nos ateliers expérimentaux de sciences pour adultes.

Au cours de la même période, nos actions de formation (pour adultes) se sont poursuivies et nous avons élargi notre public aux :

- enseignants du primaire
- journalistes : réunions mensuelles pendant 11 ans avec Bayard-Presse,
- étudiants en informatique à Epitech (une école d'ingénieurs en informatique), avec des réunions hebdomadaires pendant 4 mois,
- et bien d'autres réunions organisées avec des publics ciblés, par exemple des enseignants et des animateurs pour des élèves handicapés...

Les membres de l'association ont également eu droit à leurs ateliers scientifiques dédiés, les *Fols Après-Midi*. Chaque année, un programme de 8 après-midis ou soirées (3 heures sur un thème) réunissant chaque fois une quinzaine (ou plus) d'adhérents '**1, 2, 3, sciences**' en Région Parisienne, dans le plaisir de partager la science comme un hobby, sans aucune contrainte. Enfin, chaque été pendant 11 ans, nous avons organisé quatre jours de stages autour d'un thème. A chaque fois, 10 à 18 adultes étaient présents pendant leur temps de vacances.

Hors de France

Nous avons aussi été invités en Afrique de l'Ouest par DEFI (association française '**DE**velopper, **FOR**mer, **IN**former') et au Maroc par l'Institut Français de Fès. Pour ces organismes, nous avons préparé et animé 4 stages d'expériences de 1 à 2 semaines sur place, avec de 30 à 50 participants chaque fois.

Notre expérience pratique devait être adaptée à leurs environnements familial et scolaire. Éviter les équations toutes faites était une nécessité évidente pour des enseignants habitués à tout enseigner 'par cœur'. D'ailleurs, discuter un résultat en classe est difficile pour les élèves car cette attitude entre en conflit avec le respect traditionnel dû aux adultes.

Ces publics avaient néanmoins un avantage : dans leur environnement familial, les enfants et les adultes vivent souvent plus près des phénomènes naturels, que nous, avec des exemples aussi évidents qu'une porte métallique qui se bloque à midi quand le thermomètre grimpe, la dilatation empêchant toute

ouverture... Dans ces conditions, nous n'avons utilisé que le matériel trouvé sur les marchés locaux : c'était le seul moyen d'assurer une continuité après notre départ. Les stagiaires étaient surpris d'avoir autant de science sous leurs yeux et autant d'expériences à portée de main.

Lors de la visite d'écoles primaires au Togo, par exemple, nous avons pu constater qu'expérimenter, comme *Lamap* le préconise, était un processus très nouveau pour les enseignants... et leurs inspecteurs ! C'est devenu notre premier objectif. Sur notre proposition, nos stagiaires ont commencé à toucher, à attendre, à regarder, à se pencher pour mieux observer le phénomène. Tout cela était nouveau pour eux : le plaisir de découvrir était vif : ils redécouvraient l'émerveillement de l'enfant. Puis venait la construction collective de la *CLP* : depuis le récit de ce qu'ils observaient à une généralisation avec leurs propres mots. Ce qui a fait dire à l'un des inspecteurs présents : « Je sens mon instinct scientifique qui se réveille ! »

Ce qui rend nos ateliers de science différents

Nos expériences ne nécessitent que quelques objets de la vie quotidienne et une certaine curiosité. A partir de nos observations, nous ne sommes pas seulement actifs mais aussi acteurs de l'expérimentation réalisée au sein du groupe. Il est utile de voir tous les aspects de l'expérience, de soulever des questions, de discuter les idées qu'elles suscitent, d'aller plus loin et d'être satisfait, au moins temporairement, de nos réalisations.

Nous encourageons les participants à réfléchir à haute voix. Nous essayons de synthétiser les observations et de les noter sur un paperboard. Chacun apporte sa contribution à la discussion, propose sa formulation, partage ses idées. Toutes ces interactions entre les personnes sont stimulantes et nécessaires. L'intelligence collective améliore l'efficacité du groupe et contribue au plaisir !

Par exemple, lorsque nous avons demandé au public lors d'un atelier d'énoncer le théorème d'Archimède, une ingénieure a sauté sur l'occasion pour le réciter... à la virgule près ! Puis la partie expérimentale a commencé avec un 'détecteur de forces', comme nous l'appelons : il s'agit d'un morceau de pâte à modeler, suspendu au bout de 20 cm de fil élastique (qu'on trouve en mercerie). Les variations de la longueur du fil élastique visualisent l'intensité de l'action exercée sur la pâte à modeler. Dans l'air, la longueur élastique est constante.

... Pourquoi d'après vous ?

Lorsque la pâte à modeler pénètre dans l'eau, le fil commence à se raccourcir, jusqu'à ce que la pâte à modeler soit entièrement immergée.

Cette observation a surpris la personne qui avait énoncé le théorème. Curieusement, elle s'attendait à ce que la longueur du fil varie avec la profondeur de la boule dans l'eau... Pourtant dans le théorème, il n'y a aucune mention de la profondeur ! On peut connaître un théorème par cœur et passer complètement à côté de sa signification. Nous parions qu'elle s'en souvient, maintenant qu'elle l'a expérimenté.

Quand nous préparons le scénario d'un atelier, nous, les animateurs, nous posons des questions : quelle notion ? de quelle façon l'aborder ? quelles sont les expériences significatives ? Mais sur place, nous pouvons changer nos plans pour répondre aux attentes du public présent. De plus, comme 'facilitateurs', nous ne savons pas à l'avance comment la *CLP* sera exprimée.

Avec les participants, nous nous réunissons généralement dans une salle de réunion ordinaire. Nous apportons tout ce qui est nécessaire pour les expériences. Nos seuls besoins sont une prise électrique et un point d'eau à proximité.

Les meneurs de groupe ne doivent pas être des « distributeurs de réponses ». Ils garantissent que le groupe ne reste pas coincé dans des conjectures et ils peuvent orienter les discussions dans des directions constructives. Leur compétence comme 'facilitateur' est très importante. Il est essentiel que chacun évite la tentation d'explications toutes faites. C'est aussi un plaisir de participer avant et pendant les ateliers : planifier les expériences, les essayer avant pour s'assurer que ça marche... et s'amuser à tester les manipulations. Pendant l'atelier, ils regardent ce qui se passe, essayant de deviner ce que les participants ont en tête : en fait, c'est tellement évident qu'ils peuvent presque le lire à livre ouvert !

Tout le monde pense à haute voix, personne ne se cache.

Résultats de nos enquêtes auprès des participants à 1, 2, 3, sciences

Nous sommes une très petite structure, sans argent public ni privé ! Nous n'avons pas à rendre des comptes à propos de subventions, et nous étions tous bénévoles : ce statut nous donnait plus de liberté pour essayer une autre façon de rapprocher le public de la science. Les réactions de ceux qui sont venus et revenus pratiquer les sciences avec nous ont fait partie de l'évaluation de nos séances. Les évaluations que nous avons menées visaient à nous indiquer dans quelle direction évoluer pour être plus pertinents.

L'ensemble de nos ateliers et interventions représentent quelques 1000 rencontres expérimentales, chacune avec de 10 à 50 participants.

Des enquêtes nous ont permis de définir l'impact de nos sessions et d'adapter nos méthodes grâce à des questionnaires ouverts anonymes et des entretiens individuels.

Comprenant un panel très diversifié en termes d'environnement social, de professions et de groupes d'âge, les réponses pourraient être regroupées selon 4 thèmes généraux associés aux caractéristiques de la méthode.

Vous trouverez ci-dessous une compilation des réponses les plus fréquentes formulées par les participants aux questions usuelles de nos enquêtes.

1. Comment les ateliers ont-ils modifié la perception de la science des participants ?
 - L'approche concrète, les expériences, les manipulations et les observations ont eu un impact considérable sur leur appréhension de la science.
 - Ils leur ont permis de quitter l'explication magique pour découvrir la relation de causalité
 - L'approche scientifique est plus intéressante et plus naturelle en choisissant d'étudier des sujets issus de la vie quotidienne et en utilisant du matériel familier
 - Les participants ont considéré qu'ils avaient appris à questionner le monde et ont réalisé qu'ils rencontraient la science dans tous les domaines de la vie.
2. Comment les participants acquièrent des connaissances ?
 - Le processus d'acquisition est renforcé par la conclusion provisoire du groupe. La construction de la CLP a contribué à s'approprier les connaissances collectivement et individuellement
 - Les participants ont apprécié le fait qu'on ne leur ait pas demandé d'accepter des « énoncés tout faits »
 - Les ateliers apportent des réponses à des questions du quotidien. Ils sont applicables à d'autres situations
 - Les participants ont l'impression d'apprendre, de désapprendre, chacun construisant différemment une compréhension mieux structurée, même ceux de formation scientifique le disent.
 - Ils apprennent à organiser leur approche du sujet donné
 - Après les séances, ils veulent partager l'expérience avec d'autres
3. Comment travailler en groupe et avec l'animateur est stimulant ?
 - Ils apprécient d'avoir du temps et d'être libres d'explorer diverses réponses
 - L'intervention de l'animateur établit une relation de confiance, libère les langues et évite les situations d'échec
 - L'animateur nous emmène en se mettant à notre niveau.
 - Voir son point de vue valorisé est gratifiant
 - Au sein d'un groupe, on se sent en sécurité pour progresser
4. Quel impact sur les participants ?
 - Les participants viennent pour le plaisir de la (re)découverte
 - Les activités développent un esprit critique, une façon de penser

- Comprendre par soi-même et acquérir la conviction d'avoir fait la bonne hypothèse est très satisfaisant
- S'exprimer, à l'abri de tout jugement, développe la confiance en soi
- Découvrir comment les autres pensent et procèdent est très intéressant
- Accepter les incertitudes, les doutes et remettre en question les croyances est gratifiant.

Par ailleurs...De nombreux journalistes, professeurs d'école et d'université ont été influencés par nos méthodes. Nous croyons que la plupart de ces résultats doivent être mis au crédit de la CLP.

Discussion

Qu'apporte la CLP par rapport à d'autres ateliers de sciences pour les non-spécialistes ?

Considérons d'abord une expérience très révélatrice : dans le cadre d'ASTEP¹³ nous avons co-animé les stages annuels *A l'école du labo* de l'Espace des Sciences P. G. De Gennes. Ils étaient dédiés à la Communication Publique de la Science au sein de l'ESPCI, la prestigieuse Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielle de Paris.

Pendant une semaine, 15 enseignants du Primaire étaient accueillis. Ils visitaient des laboratoires et rencontraient des chercheurs. Ils ont eu aussi des sessions expérimentales avec l'équipe organisatrice : 3 chercheurs avec leur matériel de laboratoire et 3 membres de **1, 2, 3, sciences** avec notre matériel habituel.

L'analyse des enquêtes ESPCI rédigées par les enseignants participants a montré qu'en plus de leur fierté et leur curiosité d'être invités dans un lieu aussi prestigieux, la plupart ont été surpris et intéressés par l'approche que nous leur présentions. Ils ont découvert des lacunes dans leur compréhension de la science. Les expériences de groupe ont montré comment les enseignants pouvaient utiliser nos expériences dans leurs classes, comment progresser par étapes et proposer des parcours stimulants pour leurs élèves avec leurs propres expériences. Leur confiance en soi s'est améliorée. La méthode a séduit les enseignants présents. La partie expérimentale des 3 chercheurs concernait plus leur propre culture scientifique

Cette expérience a pris fin en 2011, lorsque l'ESPCI a engagé ses étudiants dans le coaching scientifique des classes de Collèges (élèves de 11 à 15 ans), cette action d'ouverture faisant partie du programme des futurs ingénieurs. Pour les aider avec les collégiens, un des chercheurs qui avaient travaillé avec nous les années précédentes, leur a distribué un document avec ses recommandations. En voici un extrait qui concerne la conclusion d'une séance :

- **Conclure**
 - Mettre en commun, débattre
 - Atteindre une *Conclusion Locale Provisoire*
 - Confronter les résultats aux prédictions d'un modèle théorique
 - Confronter au savoir établi
 - Proposer un autre modèle
 - Concevoir une nouvelle expérience pour tester ce modèle

C'était une bonne surprise de retrouver *notre CLP* parmi les recommandations. Cependant la façon dont le document conseille à ces élèves-ingénieurs de « conclure » une expérience avec les collégiens déforme les objectifs de la CLP. Vous ne pouvez pas dire à l'expérience ce qu'elle devrait être en la comparant au *modèle théorique* ! Vous devez l'observer attentivement et quand la *CLP* que le groupe en tire semble ne

¹³ Accompagnement Scientifique et Technique à l'École Primaire

pas coïncider avec le *modèle théorique* des livres, il faut observer les conditions expérimentales et les exprimer dans la *CLP* que le groupe a construit.

Si on laisse penser que la *CLP* trouvée par l'expérimentation n'est pas valide, parce qu'elle ne correspond pas à la connaissance canonique, cela crée un conflit très préjudiciable. Les connaissances toutes faites ne doivent pas être considérées comme plus valables pour enrichir les connaissances futures des collégiens que l'expérience qu'ils viennent de vivre. Ils ne sont pas des chercheurs qui tentent d'élucider de nouvelles questions scientifiques, ils explorent des sciences déjà bien connues, tirées d'expériences macroscopiques. C'est une situation très différente du travail de recherche sur un nouveau phénomène.

Voici une anecdote survenue au cours d'une séance avec des enfants d'une dizaine d'années, au tout début de *Lamap*. Un groupe de jeunes testait la manière d'obtenir de l'eau douce à partir d'une eau salée par une distillation (très) artisanale. Leur constat final était que l'eau qu'ils obtenaient était encore salée. Leur enseignant était très perplexe et ne savait pas comment gérer ce résultat. Devait-il récuser leur conclusion ? changer de modèle ? Une façon beaucoup plus instructive de tirer un résultat pertinent de l'expérience aurait été de goûter (en utilisant ses perceptions) l'eau avant et après la « distillation ». On peut parier que si « l'eau était encore salée », elle l'était moins que l'eau de départ. Ils pouvaient alors conclure sur ce qu'ils avaient vraiment observé : l'eau obtenue est moins salée que l'eau avant « distillation ». On peut même prévoir, et vérifier expérimentalement, en faisant une 2ème distillation qu'elle produira de l'eau encore moins salée... Dans ce cas, l'expérience est valide, mais le modèle établi ne tient pas compte des conditions expérimentales.

Bien sûr, il n'est pas questions de valider n'importe quoi, mais la science au quotidien est « vraie » aussi.

Science participative : intelligence collective et développement personnel

L'intelligence collective a toujours été à l'œuvre dans nos ateliers scientifiques pour les enfants comme pour les adultes. Cette élaboration pas à pas, permet de retrouver les résultats reconnus de la science des labos et des livres, pourvu que les observations et les constats expérimentaux soient pris en compte.

Nos ateliers ont été suivis par des personnes très variées, des personnes âgées (jusqu'à 80 ans) y ont trouvé un intérêt qu'elles n'imaginaient pas. D'autres qui avaient très peu d'éducation scientifique manipulaient et réfléchissaient avec des scientifiques reconnus. Ces derniers étaient souvent agréablement étonnés de pouvoir reconstruire leurs connaissances avec des mots ordinaires. « Je suis heureuse parce que j'arrive à oublier tout ce que j'ai appris et à reconstruire depuis le début ce que je sais », comme l'a déclaré un professeur à l'Université de sciences dans notre journal *L'agitateur*. Ce plaisir de découverte et de redécouverte était partagé par chacun : personne ne s'ennuyait !

L'intelligence collective nous a permis de donner un sens au monde qui nous entoure, au lieu de nous en tenir à des représentations préconçues trompeuses.

À **1, 2, 3, sciences** notre objectif est d'intéresser les enfants et les adultes, de trouver ensemble des réponses à nos questions et de découvrir les principes de la science fondamentale qui nous permettent de saisir ce qui se passe dans le monde dans lequel nous vivons. L'enthousiasme pour notre démarche est un marqueur de son succès.

Nos sessions dédiées aux enseignants futurs et actuels ont renforcé l'interaction entre le monde scientifique et l'éducation des citoyens. Elles ont amélioré leur sensibilisation aux procédures du raisonnement scientifique et les ont transformés en facilitateurs intermédiaires plus efficaces¹⁴.

¹⁴ Marie-Pierre Lacombe - document pour les enseignants et les parents

https://bayam.tv/wp-content/uploads/2021/04/LABOH_Fiche_Pedagogique_Bayam_HD.pdf.

Chaque catégorie de participants à nos sessions a exprimé l'impression d'être capables d'appréhender la science d'une façon que l'approche classique de la science ne leur avait pas procuré avec la même efficacité.

Nous avons pu observer qu'aussi bien les enfants que les adultes avaient développé un esprit critique et remis en question des explications proposées par des journalistes ou même des scientifiques professionnels. Notre souhait était en effet qu'ils deviennent des débatteurs plus pertinents et qu'ils développent une curiosité citoyenne pour les sciences.

Yes YOUcan !

Rendre le public « capable » d'être plus réceptif au contenu scientifique dans les conférences ou la lecture d'articles est aussi notre objectif. Nous pensons que ces activités peuvent l'aider à comprendre comment la science progresse, à avoir un rapport plus équilibré avec la communication scientifique. Cela est nécessaire pour participer utilement à une réflexion collective et scientifique, en petits groupes ou en grands groupes, comme dans les conférences citoyennes.

Des ateliers de sciences dans lesquels celui qui ne sait pas donne à la fin « sa langue au chat » à celui qui sait, n'atteignent pas les mêmes objectifs. Cela gâche la tentative d'implication du participant. Ce n'est qu'une variante simplifiée du modèle de déficit.

Nos sessions participent, elles, au dialogue entre la Science et la Société, indispensable de nos jours.

Conclusion

La science expérimentale collaborative et participative (ou « participatoire ») qui s'appuie sur les Conclusions Locales Provisoire du groupe stimule un intérêt scientifique au sein des ateliers, validant notre dicton « soyez ambitieux, faites de petites choses ». L'auto-appropriation par le biais d'expériences vécues et d'interactions dans des groupes, renforce notre capacité à nous souvenir et à savoir utiliser ce que nous avons appris. Elle s'avère plus durable que des connaissances « toutes faites ». Cela rend les acteurs plus réceptifs et critiques à l'égard des informations scientifiques provenant de spécialistes et de ce qu'ils lisent dans les médias.

Références

'1, 2, 3, sciences' pour en savoir plus sur nous, pour trouver des documents et de l'aide à la conception d'ateliers en direct ou..., visitez notre site à <https://123-sciences.asso.fr>.

Astolfi, J. P. (2002). 'L'œil, la main, la tête, expérimentation et apprentissage'. *Cahiers Pédagogiques, Expérimenter* 409. URL: <https://www.cahiers-pedagogiques.com/l-oeil-la-main-la-tete/>.

Astolfi, J. P., Peterfalvi, B. and Verin, A. (2006). Comment les enfants apprennent les sciences? Paris, France: Retz Eds.

Balibar, F. et Hvass, M. (1994). 'La physique et les futurs professeurs d'école'. *Didaskalia* 3 SUP. <https://doi.org/10.4267/2042/23213>.

Borg, J., Faivre d'Arcier, M., Monard, J.-F. et Planel, R. (1996). Des mains à la tête: Matière et vivant, Cycle 2. Paris, France: Magnard. Et (1999). Des mains à la tête, Cycle 3. Paris, France: Magnard.

Freinet C.. (1971). Pour l'école du peuple - Guide pratique pour l'organisation matérielle technique et pédagogique de l'école populaire. Petite collection maspero n°51. Paris, France: Ed. François Maspero.

Charpak, G. (1996). La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire. France: Flammarion.
URL: <https://editions.flammarion.com/la-main-a-la-pate/9782081272156>.

Claessens, M. (2009). Science et communication, pour le meilleur ou pour le pire ? Sciences en questions. Versailles, France: Éditions Quæ.

Collectif ANEN (1997). L'éducation nouvelle. Neuchâtel, Suisse: Delachaux et Niestlé, pp. 57–98.

Colloque "La main à la pâte": insertion scolaire et accompagnement des enseignants (1997). Colloque organisé par Georges Charpak, Pierre Léna, Yves Quéré du 11 au 17 septembre 1997, Fondation des Treilles. URL: <https://lestreilles.hypotheses.org/3738>.

Dewey, J. (1938). Expérience et éducation. Réimprimé en 1997. New York, NY, États-Unis: Free Press. Et (2014). Expérience et Éducation. French translation. Paris, France: Armand Colin, pp. 455–516.

Faivre d'Arcier, M. (1986). Les équilibres - Collection Comprendre – Éditions du Centurion 1986

García-Guerrero, M. et Lewenstein, B. V. (2020). Science recreation workshops groups in Mexico: a study on an emergent community - *International Journal of Science Education, Partie B*, pp. 1-16. <https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1719293>.

Gloton, R. and Foucambert, J. (1978). "En sortant de l'école...". Paris, France: Casterman.

Hvass-Faivre d'Arcier, M. (1998). 'Les sciences c'est familial! (the experiments box)'. *Bulletin de l'Union des Physiciens* 806, p. 1183. URL: <https://123-sciences.asso.fr/documents/Les%20sciences,%20c'est%20familier.pdf>.

- (2016). La Science, même pas peur ! Paris, France: Publishroom.

Lacombe, M.-P. (2021). *Fiche pédagogique «Enfants»*. Bayard-presses. URL: https://bayam.tv/wp-content/uploads/2021/04/LABOH_Fiche_Pedagogique_Bayam_HD.pdf.

Legrand, L. (1970). 'L'éducation nouvelle et ses ambiguïtés'. *Revue française de pédagogie* 11, pp. 5–11. URL: https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1970_num_11_1_1784.

Rist, N. and Rist, M. (1983). Une pédagogie de la confiance. Paris, France: Syros.

'Souvenirs, souvenirs' (February 2013). *L'agitateur* 28. URL: <https://123-sciences.asso.fr/documents/agitateurs/agitateur%2028.pdf>.

Auteur

Marima Hvass-Faivre d'Arcier. Professeur de physique au lycée, formation initiale et formation continue des enseignants du primaire à l'Université Paris XI et UIFM de Versailles. Impliquée dans l'éducation alternative avec des programmes scientifiques pour les jeunes enfants. Auteure de livres pour l'enseignement des sciences à l'École Primaire et à la maison. (Éditeurs : Bayard, Magnard, PEMF, Publishroom). J'ai créé l'association « **1,2,3 sciences** » en 1999. Association qui proposait des ateliers de sciences pour adultes.

Courriel : marima.hvass@wanadoo.fr.