



HAL
open science

L'histoire pour l'enseignement de la physique-chimie. Partie 1 : donner du sens

Olivier Morizot, Florence Boulc'H, Victor Scavino, Gabriel Giovanetti,
Vincent Depretto, Fanny l'Hôte, Camille Noûs

► To cite this version:

Olivier Morizot, Florence Boulc'H, Victor Scavino, Gabriel Giovanetti, Vincent Depretto, et al..
L'histoire pour l'enseignement de la physique-chimie. Partie 1 : donner du sens. Le Bulletin de
l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie, 2025, 119 (1071), pp.151-160. hal-04939910

HAL Id: hal-04939910

<https://hal.science/hal-04939910v1>

Submitted on 11 Feb 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

L'histoire pour l'enseignement de la physique-chimie

Partie 1 : donner du sens⁽¹⁾

par **Olivier MORIZOT**

Aix-Marseille Université - CNRS - Centre Gilles Gaston Granger - 13621 Aix-en-Provence
Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES) - 13001 Marseille
olivier.morizot@univ-amu.fr

Victor SCAVINO, Vincent DEPRETTO

Lycée Victor Hugo - 13003 Marseille
Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES) - 13001 Marseille
victor.scavino@ac-aix-marseille.fr
vincent.depretto@ac-aix-marseille.fr

Fanny L'HOTE

Collège Longchamp
Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES) - 13001 Marseille
fanny.l-hote@ac-aix-marseille.fr

Gabriel GIOVANETTI

Lycée Saint-Exupéry - 13015 Marseille
Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES) - 13001 Marseille
gabriel.giovanetti@ac-aix-marseille.fr

et **Florence BOULCH**

Aix-Marseille Université - CNRS - Laboratoire MADIREL (Matériaux divisés, interfaces, réactivité, électrochimie)
Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES) - 13001 Marseille
florence.boulch@univ-amu.fr

CET ARTICLE, publié en deux parties, est le premier résultat d'un travail mené par deux enseignants-chercheurs (l'un en histoire de la physique, l'autre en chimie) et quatre enseignants du secondaire (trois en physique-chimie, un en philosophie) au sein d'un groupe de travail de l'Institut de recherche sur l'enseignement des sciences (IRES) d'Aix-Marseille Université. Ce groupe de recherche participative a pour objectif de produire des ressources pouvant contribuer à vivifier l'enseignement de la physique-chimie en collège et lycée au moyen de l'histoire de ces disciplines. En préalable, ce groupe propose ici une réflexion théorique sur les raisons pouvant justifier l'usage de l'histoire en cours de physique et de chimie, avant d'analyser les impacts que ces justifications pourraient avoir sur l'enseignement de ces disciplines. Ce dans le but d'offrir au lecteur un moyen d'évaluer les fondements de ses propres pratiques, ainsi que de possibles directions pour les approfondir ou les renouveler.

(1) **NDLR** : la partie 2 de cet article paraîtra dans *Le Bup* n° 1072 en mars 2025.

INTRODUCTION

Dans son ouvrage consacré au *Rôle de la philosophie et de l'histoire des sciences dans l'enseignement de la science*, Michael Matthews souligne les réticences les plus souvent exprimées par des historiens des sciences, comme par des scientifiques eux-mêmes quant à l'introduction de l'histoire dans l'enseignement des sciences [1]. Certains historiens redoutent en effet qu'une histoire des sciences ajustée à l'enseignement de la science se transforme en une histoire « pauvre » ou en « pure et simple fabrication [...] en soutien de l'idéologie scientifique actuelle » (p. 71-72). Quand certains scientifiques craignent que l'approche historique ne rogne sur le temps de formation en sciences des élèves, tout en risquant de les déstabiliser avec des contenus dont ils n'auraient pas l'usage.

Face à ces arguments légitimes, Michael Matthews ne désarme pourtant pas. Admettant que le contenu historique inséré en cours de science sera nécessairement simplifié et transposé à la classe, il défend que cette transposition n'a pas nécessairement à être caricaturale ni trompeuse. Et que tout en rognant du temps sur le cours de science, l'histoire pourrait donner un sens aux concepts et aux lois enseignés, susceptible d'améliorer et même d'accélérer leur maîtrise par les élèves.

Basée sur cette même conviction, la recherche sur l'usage de l'histoire dans l'enseignement des sciences est d'ailleurs particulièrement active en France [2-6] et les programmes officiels poussent eux-mêmes dans ce sens [7]. Si bien que, dans le but d'accompagner vers cette pratique les enseignants de physique-chimie qui seraient intéressés, mais qui, à juste titre, resteraient dubitatifs, nous aimerions préciser ici ce qui pourrait fonder cette conviction, et dessiner l'horizon vertueux vers lequel nous pensons que l'histoire pourrait déplacer quelque peu l'enseignement des sciences. Non pas sous forme d'itinéraires fixes et préétablis, qui seraient voués à l'échec par leur manque d'adaptabilité aux contextes très variés d'enseignement. Mais sous forme de boussole, qui permettrait à chacun de développer sa propre pratique d'enseignement, tout en ayant la possibilité à chaque instant de faire le point, d'évaluer sa position et sa progression dans la direction d'un horizon qui aura été clairement décrit. Ainsi, plus que des pratiques concrètes, nous proposerons ici une série de justifications théoriques possibles de l'insertion de contenus historiques en classe de physique-chimie. Des justifications issues de nos lectures, de nos pratiques et de nos travaux collectifs au sein d'un groupe de travail dédié à « l'histoire pour l'enseignement de la physique-chimie » de l'IRES d'Aix-Marseille Université. On proposera alors au lecteur d'y confronter ses propres pratiques de classe, à la manière dont on fait un point en mer afin de pouvoir mieux juger de sa position actuelle et de disposer d'un éventuel cap pour entreprendre les trajectoires à venir.

1. RÉPONDRE AUX CONSIGNES INSTITUTIONNELLES

Certaines raisons d'intégrer des contenus historiques à l'enseignement de sciences sont avancées dans les programmes officiels [7]⁽²⁾, mais de façon trop peu explicite à nos yeux, justifiant l'importance d'un temps pour leur analyse. Ainsi, le programme officiel pour 2020 annonce :

- ◆ que «la mise en perspective historique de certaines connaissances contribue à enrichir la culture scientifique des élèves» (p. 155) ;
- ◆ qu'il est bon d'«expliquer, par l'histoire des sciences et des techniques, comment les sciences évoluent et influencent la société et l'environnement» (p. 265) ;
- ◆ que «les activités proposées permettent d'introduire expérimentalement des exemples de transformations chimiques dès la classe de cinquième, avec des liens possibles avec l'histoire des sciences d'une part, et les situations de la vie courante d'autre part» (p. 267) ;
- ◆ et qu'«une mise en perspective des savoirs avec l'histoire des sciences et l'actualité scientifique est fortement recommandée» (p. 311).

Il est donc recommandé d'utiliser l'histoire pour développer la «culture scientifique» des élèves ; c'est-à-dire la connaissance d'éléments de sciences qui devraient être communs à tous et structurer le fond culturel de notre société. On devine également que l'histoire des sciences devrait être utilisée pour motiver les élèves en classe. C'est en tout cas une manière d'interpréter son lien ici avec la «société et l'environnement», avec les «situations de la vie courante», ou avec «l'actualité scientifique» ; soit autant de moyens généralement recommandés pour introduire de la vie dans le discours théorique, afin de le rendre ainsi plus accessible. L'idée implicitement suggérée ici est donc que l'histoire des sciences peut donner aux élèves une image plus humaine de celles-ci, et par là plus susceptible de générer un intérêt et une empathie à l'égard de ses contenus, en mobilisant par exemple les noms, les visages et les vies de certains des personnages ayant participé à sa production.

Plus loin, on ajoute :

- ◆ «L'histoire des sciences raconte une aventure de l'esprit humain, lancé dans une exploration du monde (la science pour savoir) et dans une action sur le monde (la science pour faire)» (p. 393) ;
- ◆ «la compréhension de l'histoire des savoirs scientifiques et de leur mode de construction, la pratique véritable d'une démarche scientifique (y compris dans sa dimension concrète) développent des qualités de l'esprit utiles à tous» (p. 393) ;
- ◆ «l'une des manières de comprendre comment se construit le savoir scientifique est de retracer le cheminement effectif de sa construction au cours de l'histoire des sciences.

(2) Voir aussi <https://eduscol.education.fr/225/recherche-et-innovation-en-physique-chimie>

Il ne s'agit pas de donner à l'élève l'illusion qu'il trouve en quelques minutes ce qui a demandé le travail de nombreuses générations de chercheurs, mais plutôt, en se focalisant sur un petit nombre d'étapes bien choisies de l'histoire des sciences, de faire comprendre le rôle clé joué par certaines découvertes. Le rôle prépondérant joué parfois par tel ou tel chercheur sera souligné. Ce sera aussi l'occasion de montrer que l'histoire du savoir scientifique est une aventure humaine. Des controverses, parfois dramatiques, agitent la communauté scientifique. Ainsi, peu à peu, le savoir progresse et se précise » (p. 396) ;

- ◆ et « l'objectif n'est pas de connaître dans le détail les arguments utilisés au cours de l'histoire des sciences, mais de savoir interpréter des données relatives à ces arguments. Il s'agit de prendre appui sur cet exemple pour montrer comment la science construit et perfectionne peu à peu sa compréhension de la nature, en exploitant des faits nouveaux apparus successivement. Il s'agit aussi de montrer qu'une question scientifique complexe est résolue grâce à la participation de plusieurs domaines de spécialité » (p. 404).

Ainsi, l'histoire pourrait-elle être en mesure de suggérer l'existence de liens historiques entre les disciplines. Mais elle devrait aussi illustrer le fait qu'au-delà de ces quelques personnages mis en valeur, la science est une activité sociale, avec ses débats, ses équipes ou ses partisans, ses résistances psychologiques, ses orientations politiques – et que tous ces facteurs participent à la construction de la science. Autant d'informations qui doivent permettre aux élèves qui poursuivront une activité en science de développer un rapport plus sincère et moins idéalisé à celle-ci ([8], p. 39) et à ceux qui n'y seront confrontés qu'en tant que citoyens, d'entretenir un rapport à la science qui ne relèverait ni de la confiance aveugle, ni de cette défiance qui, bien qu'elle existe depuis des années, semble s'être encore développée depuis la pandémie de 2020 [9] ; peut-être justement parce que l'on a trop surjoué le caractère réaliste, objectif et désintéressé de la production scientifique.

De plus, l'histoire est en effet cruciale pour comprendre le lent mode de construction, et donc le sens et la portée importante, mais toujours limitée, des savoirs scientifiques. La mise en scène de la complexité de la construction scientifique doit donc pouvoir rassurer l'élève quant au fait qu'il est normal de ne pas tout comprendre d'un seul coup et qu'il doit y avoir un lien entre les différents enseignements scientifiques. Enfin, l'idée que la science n'est pas finie, qu'elle continue d'évoluer, doit certainement la rendre plus mystérieuse et attrayante. C'est en tout cas un pari que font certains didacticiens ([8], p. 42).

Reste que ces extraits du programme autorisent aussi implicitement certaines postures qui pourraient biaiser ce projet. Ce « rôle prépondérant joué par tel ou tel chercheur » pourrait en effet brouiller l'impression d'un mécanisme complexe de construction et d'évolution des théories scientifiques en sélectionnant exclusivement les auteurs

et les extraits marquants de leurs travaux, à l'aune seulement de ce que la science actuelle en a retenu, sans considération ni pour leur sens original, ni pour le réseau de savoirs au sein desquels ils s'intégraient. Une telle démarche risque alors d'inoculer aux élèves un variant du « virus du précurseur » [10], en faisant dériver le récit vers une histoire hagiographique de la science, dans laquelle Nicolas Copernic, Galilée, Isaac Newton, Antoine Lavoisier ou Albert Einstein, nous auraient apporté le savoir comme des révélations, certains au péril de leur vie, en bravant l'obscurantisme religieux ou politique. Or, cette histoire des héros de la science alimente trop souvent une idéologie victorieuse de la science, qui avance courageusement et sans erreur, indépendamment des pressions extérieures, par pur désintéret et pour le seul bien de l'humanité. Une idéologie qui, non contente de ne pas résister à l'examen des traces historiques, peut produire de profonds dégâts lorsqu'elle est reprise par le pouvoir politique.

Par ailleurs, l'ambiguïté des termes de « cheminement » des savoirs, qui « progressent et se précisent », qui se « perfectionne[nt] », grâce à « des faits nouveaux » ne risque-t-elle pas elle aussi d'ouvrir la porte au déploiement en classe de cette idéologie exagérément positiviste d'une histoire des sciences linéaire, jalonnée d'étapes clés nécessaires, et menant vers un but déterminé, en s'améliorant à chaque étape – de la même manière qu'en classe l'élève lui-même avance lentement mais sûrement vers une connaissance certifiée ? Or, nous croyons que toute histoire sérieuse des sciences doit se prémunir de tels clichés, dans lesquels il est malheureusement d'autant plus facile de tomber ici, que consigne est donnée aux enseignants de ne pas rentrer « dans le détail des arguments » ; quand ce « détail » est souvent le lieu où se situe tout l'intérêt de l'histoire.

Cécile de Hosson et Patricia Schneeberger résumaient ainsi la situation de l'histoire des sciences à l'école : « sous couvert de l'impossibilité d'une étude historique exhaustive, les programmes masquent souvent l'influence du contexte et proposent une reconstruction tronquée de la construction des savoirs scientifiques, sans véritable référence aux travaux d'histoire des sciences. [...] La volonté explicite de l'Institution d'ouvrir la classe de sciences et de technologie à l'histoire de ces disciplines est soutenue par une vision souvent cumulative de l'histoire des sciences. Cette vision peu conforme vient heurter l'idée (pourtant à la source du dessein institutionnel) selon laquelle une présentation historique des concepts et des lois scientifiques pourrait contribuer à améliorer l'image que les élèves ont de la science. Le risque est alors grand de voir entrer par la porte de la classe une science pervertie à la fois dans sa nature et dans son histoire. En outre, les plaidoyers institutionnels tendent à placer l'apport d'information historique en complément du cours traditionnel dont l'organisation demeure, elle, indépendante de l'organisation historique des idées auxquelles il renvoie. [...] Si l'intérêt de l'histoire des sciences est constamment affirmé dans les discours, la place accordée à l'enseignement d'éléments historiques dans les programmes est dérisoire » [11].

Le diagnostic est rude, mais il a plus de dix ans ; aussi est-on en droit d'espérer que les choses aient évolué depuis. Quoi qu'il en soit, et malgré la matérialisation concrète de ces écueils connus depuis longtemps, nous persistons à croire qu'il y a un intérêt à mobiliser l'histoire en cours de sciences, et qu'il doit y avoir des moyens pertinents et applicables pour le faire. Nous en sommes convaincus pour les quelques bonnes raisons évoquées jusque-là – même si l'on a entrevu les risques et limites qu'elles comportent. Mais aussi pour une série d'autres raisons qui nous semblent peut-être plus importantes et fondées encore, et que nous allons essayer de lister à présent, sans prétention à l'exhaustivité néanmoins. La première de celles-ci est d'ailleurs elle-même disponible dans le programme de physique-chimie de terminale, qui nous dit qu'«une ouverture sur l'histoire des sciences peut être porteuse de sens et éclairer le cheminement de la connaissance» ([7], p. 887). Ce qui nous intéresse ici, c'est la notion de «sens» et la manière dont elle est intimement liée au processus de «compréhension». Nous prétendons donc d'abord que l'histoire des sciences doit avoir la vertu d'aider les élèves à comprendre.

2. COMPRENDRE

Si «comprendre» consiste à lier quelque chose de nouveau à quelque chose que l'on connaissait déjà, d'un lien d'autant plus fort qu'il sera cohérent et détaillé – et que l'on pourra donc faire aisément le chemin d'une chose à l'autre, pas à pas et dans les deux sens – alors il semble clair que l'histoire pourra contribuer à la compréhension des sciences. Un enseignement scientifique pourrait en effet être purement encyclopédique, et se concevoir comme une simple accumulation d'informations que l'on pourrait restituer par simple récitation. Mais un enseignement gagnera toujours – en durabilité, en pertinence, en applicabilité – à être tissé de liens de compréhension. Or, pour cela, le recours à l'histoire est un fantastique atout, car il offre à l'élève au moins une partie du cheminement véritable qui, à partir d'un problème précis, souvent concret – et donc que l'élève peut plus facilement s'approprier – a permis l'élaboration de la solution abstraite qui se trouve aujourd'hui dans les manuels sous forme de théorème, de loi, ou de valeur numérique.

Gaston Bachelard soulignait il y a longtemps que : «Sans doute, il serait plus simple de *n'enseigner que le résultat*. Mais l'enseignement des *résultats* de la science n'est jamais un enseignement scientifique. Si l'on n'explique pas la ligne de production spirituelle qui a conduit au résultat, on peut être sûr que l'élève combinera le résultat avec ses images les plus familières. Il faut bien qu'il «comprenne». On ne retient qu'en comprenant. L'élève comprend à sa manière. Puisqu'on ne lui a pas donné les raisons, il adjoint au résultat ses raisons personnelles» ([12], p. 234). C'est-à-dire qu'en expliquant précisément le problème qui a donné lieu au choix d'une solution physique – par exemple à quelles circonstances était véritablement confronté Isaac Newton lorsqu'il a

proposé les lois fondamentales de la dynamique, qui ne sont assurément pas nées d'une simple chute de pomme sur sa tête – on offre un outil puissant à l'élève pour comprendre et pour s'approprier cette solution. Et accessoirement aussi, pour apprendre à faire de la science en circonscrivant un problème et en évaluant les hypothèses de solution, plutôt qu'en faisant la sieste sous les pommiers [13].

Ainsi, si l'enseignement scientifique consiste essentiellement à fournir aux élèves la série de concepts, de lois et de principes listés dans les manuels, et à leur apprendre à manipuler tout cet outillage, il est certain qu'ils auront d'autant plus de facilité à manipuler ces outils qu'ils sauront que ceux-ci ne viennent pas de nulle part, mais qu'ils sont issus d'un processus initié par des problèmes précis que se sont posés des hommes et des femmes dans le passé. Et que ces concepts, lois, principes, que l'on appelle aujourd'hui « connaissances scientifiques », sont précisément les solutions qui ont été obtenues à ces problèmes. Pourquoi la loi de la réfraction, par exemple ? Parce que les objets semblent brisés quand ils sont plantés dans l'eau, et que les étoiles ne paraissent pas exactement là où elles devraient être au moment où elles émergent à l'horizon. Mais ça ne suffit pas de le dire ; il faut ensuite expliciter le lien du problème à la loi. Pourquoi les sinus surgissent-ils dans cette loi ? Pas parce que le sinus est inscrit dans la nature ou que la lumière fait des maths, mais parce que lorsque Ibn Sahl ou René Descartes recherchent la relation entre rayons incidents et réfractés qui permettrait à une lentille plan-hyperbolique de focaliser l'ensemble des rayons lumineux, supposés parallèles, en un foyer ponctuel où l'on pourrait placer un objet à enflammer, la conservation du rapport des sinus émerge comme solution du problème géométrique qu'ils se sont posé ([14] ; [15], p. 103-123). Et que les expériences menées ensuite se révélèrent conformes à cette prédiction, que l'on a alors baptisée « loi ». Savoir cela donne un « sens » à cette loi qui permet de mieux la comprendre, la retenir et l'appliquer – quand bien même l'essentiel de la théorie cartésienne de la lumière a été invalidé depuis.

3. FRANCHIR DES OBSTACLES

D'ailleurs, Gaston Bachelard ajoute, on l'a vu, que la présentation des résultats uniquement – c'est-à-dire des lois et concepts physiques, sans justification de leur origine – pourrait s'avérer contre-productive. Puisque les élèves auraient alors spontanément le réflexe d'associer à ces résultats leurs propres justifications. Or, des didacticiens ont confirmé depuis, d'une part, qu'une portion significative des élèves exprime des idées préconçues identiques à propos d'un même phénomène physique ou chimique. D'autre part, que cette connaissance « commune » ou « spontanée » est implicite, partiellement structurée et cohérente, mais surtout qu'elle n'est presque jamais conforme à la science enseignée. Qu'elle gêne ainsi l'accès à la connaissance et se révèle même très résistante à l'enseignement sur certains points [16]. C'est en partie ce que Gaston Bachelard qualifiait d'« obstacle épistémologique » ([12], p. 13-22).

Enfin, ces didacticiens ont établi que ces obstacles, sur lesquels butent régulièrement les élèves, sont parfois analogues à ceux rencontrés autrefois par des scientifiques [17], qui eux-mêmes, comme les élèves, ne disposaient justement pas encore des solutions actuelles. Ici, toute la subtilité réside bien sûr dans le mot « parfois » : il ne s'agit donc pas d'enseigner toute l'histoire de la physique en cours de physique au titre qu'elle serait parfaitement analogue au cheminement intellectuel de l'élève au cours de sa scolarité. Mais il s'agit de repérer dans son histoire des textes, des expériences, des débats, qui sont révélateurs de l'importance et du sérieux de certaines idées préconçues que l'enseignant a pu entendre dans la classe de physique-chimie – parfois d'ailleurs sans y faire trop attention. Puis, de mobiliser ces éléments d'histoire, de les faire lire, de les mettre en scène, d'une part pour entretenir la propension de l'élève à se poser des questions. D'autre part, pour lui montrer comment on a historiquement résolu sa question, et comment on a écarté l'idée préconçue qu'elle sous-tend et opté pour la solution aujourd'hui enseignée⁽³⁾. C'est ainsi un moyen qui pourra être plus émancipateur que la simple injonction en la confiance envers l'enseignant ou envers la science pour lui faire abandonner une idée erronée et pour lui permettre d'accéder à une appréhension plus circonstanciée de contenus de cours qui prêtent légitimement à discussion.

Par exemple, au sein de notre groupe, certains ont longtemps eu tendance à ne pas prêter attention aux difficultés des élèves qui disaient ne pas comprendre comment une onde pouvait se propager dans le vide ; à leur répondre que « c'est comme ça », voire que « c'est évident », et qu'il faut s'y faire. Jusqu'au jour où nous avons réalisé qu'aucun des fondateurs de la théorie optique ondulatoire, ni Christian Huygens, ni Leonhard Euler, ni Thomas Young, ni Augustin Fresnel, ni James Clerk Maxwell, n'aurait jamais pu accepter que l'onde lumineuse puisse exister sans support mécanique. L'essentiel de leurs travaux consistait même précisément à démontrer que la mécanique d'un fluide qu'ils appelaient éther pouvait expliquer les phénomènes lumineux. Or, depuis que nous le savons, et que nous le disons aux élèves, nous observons une amélioration significative de l'atmosphère en classe lorsqu'au lieu de renvoyer aux élèves l'impression qu'ils sont bêtes et que quelque chose leur échappera toujours, on leur signifie plutôt qu'ils ont posé là une très bonne question, qui d'ailleurs n'a été résolue que tardivement. Cela ne nous empêche pas d'affirmer ensuite l'inexistence de cet éther ; seulement, par notre connaissance de l'histoire, nous entérinons peut-être plus aisément la difficulté qu'il y a à imaginer une onde se propageant dans le vide et nous faisons usage du récit historique pour aider à digérer ce concept plus progressivement.

(3) Voir par exemple comment Cécile de Hosson et Véronique Delaye identifient certains obstacles épistémologiques relatifs à l'enseignement de l'optique au cycle 3 (CM1, CM2 et sixième) en faisant préalablement expliciter aux élèves leurs propres opinions sur la vision. Puis comment elles contournent ces obstacles au moyen de l'histoire [18].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M.R. Matthews, *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*, New York : London, Routledge, 1994.
- [2] L. Maurines, *Le raisonnement géométrique en termes d'objet dans la physique des ondes*, Habilitation à diriger les recherches (HDR), Université Paris-Sud, 2001.
- [3] L. Viennot (dir.), *Didactique, épistémologie et histoire des sciences*, Paris : PUF, 2008.
- [4] C. Bracco, *Histoire et Enseignement de la Physique : Lumière, planètes, relativité et quanta*, Habilitation à diriger les recherches (HDR), ENS Cachan, 2010.
- [5] C. de Hosson, *L'histoire des sciences : un laboratoire pour la recherche en didactique et l'enseignement de la physique*, Habilitation à diriger les recherches (HDR), Université Paris-Diderot, 2011.
- [6] M. Guedj, *Itinéraire en histoire des sciences : des concepts et des objets pour des questions nouvelles*, Habilitation à diriger les recherches (HDR), Université Paris-Sud, 2016.
- [7] S. Ami, A. Klein et J.-P. Fourniou, « Programmes de Sciences – Compilation exhaustive », *Bulletin officiel de l'éducation nationale*, 2020.
- [8] M. Stanley, "Why should physicists study history?", *Physics Today*, vol. 69, n° 7, p. 39-44, July 2016.
- [9] I. Stengers, « Que nous apprend la pandémie ? », *Esprit*, n° 472, p. 37-47, mars 2021.
- [10] J.T. Clark, "The philosophy of science and history of science", *Critical problems in the history of science*, M. Clagett (éd.), Madison, 2^e édition, p. 103, 1962.
- [11] C. de Hosson et P. Schneeberger, « Orientations récentes du dialogue entre recherche en didactique et histoire des sciences », *Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies*, n° 3, p. 16-17, 2011.
- [12] G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique (1938)*, Paris : J. Vrin, 1972.
- [13] J. Dubois, « Newton et les "principes mathématiques de la philosophie naturelle" », *Bull. Un. Phys.*, vol. 82, n° 701, p. 257-262, février 1988.
- [14] R. Rashed, "A Pioneer in Anaclastics: Ibn Sahl on Burning Mirrors and Lenses", *ISIS*, vol. 81, n° 3, p. 464-491, September 1990.
- [15] G. Milhaud, *Descartes savant*, Paris : Félix Alcan, 1921.
- [16] L. Maurines et A. Mayrargue, « Regards croisés de l'histoire des sciences et de la didactique de la physique sur le concept d'onde », dans *La pluridisciplinarité dans les enseignements scientifiques : 1^{er} tome*, Histoire des sciences, DESCO (coord.), 2003.
- [17] E. Saltiel, « Qu'apprend-on d'une comparaison entre raisonnements spontanés des élèves et modèles physiques anciens ? », *Actos do i encontro sobre educação em ciencias* *Brag*, M. Sequeira, L. Leite et M. Freitas (eds.), p. 145-161, 1987.

- [18] C. de Hosson et V. Delaye, « Comment voit-on les objets qui nous entourent ? À la découverte de la lumière », *Découvertes en pays d'Islam*, A. Djebbar, C. de Hosson et D. Jasmin (eds.), Paris : Le Pommier, p. 11-18, 2009.



Olivier MORIZOT

Maître de conférences en philosophie et histoire des sciences

Aix-Marseille Université

CNRS - Centre Gilles Gaston Granger - Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône)

Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES) - Marseille (Bouches-du-Rhône)



Victor SCAVINO

Enseignant en sciences physiques et chimiques

Lycée Victor Hugo

Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES)

Marseille (Bouches-du-Rhône)



Vincent DEPRETTO

Enseignant en sciences physiques et chimiques

Lycée Victor Hugo

Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES)

Marseille (Bouches-du-Rhône)



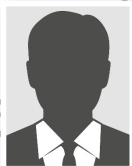
Fanny L'HOTE

Enseignante en sciences physiques et chimiques

Collège Longchamp

Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES)

Marseille (Bouches-du-Rhône)



Gabriel GIOVANETTI

Docteur en philosophie et en épistémologie - Enseignant agrégé de philosophie

Lycée Saint-Exupéry

Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES)

Marseille (Bouches-du-Rhône)



Florence BOULC'H

Maîtresse de conférences en chimie

Aix-Marseille Université

CNRS - Laboratoire MADIREL (Matériaux divisés, interfaces, réactivité, électrochimie)

Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (IRES)

Marseille (Bouches-du-Rhône)