



HAL
open science

Analyse de séances “ ordinaires ” intégrant l’histoire des sciences. Regards croisés sur quatre pratiques enseignantes en sciences et en mathématiques

Patricia Crépin-Obert, Sophie Canac, Renaud Chorlay, Camille Roux-Goupille, Nicolas Décamp, Sandra Javoy, Isabelle Kermen

► To cite this version:

Patricia Crépin-Obert, Sophie Canac, Renaud Chorlay, Camille Roux-Goupille, Nicolas Décamp, et al.. Analyse de séances “ ordinaires ” intégrant l’histoire des sciences. Regards croisés sur quatre pratiques enseignantes en sciences et en mathématiques. 11e rencontres scientifiques de l’ARDiST, Mar 2021, Bruxelles, Belgique. pp.55-62. hal-03134799

HAL Id: hal-03134799

<https://hal.science/hal-03134799>

Submitted on 13 Apr 2021

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.

ANALYSE DE SÉANCES « ORDINAIRES » INTÉGRANT L'HISTOIRE DES SCIENCES

REGARDS CROISÉS SUR QUATRE PRATIQUES ENSEIGNANTES

EN SCIENCES ET EN MATHÉMATIQUES

Patricia Crepin-Obert¹, Sophie Canac¹, Renaud Chorlay¹

Camille Roux¹, Nicolas Decamp¹, Sandra Javoy^{1,2}, Isabelle Kermen¹

1 : Laboratoire de didactique André Revuz (LDAR) Université Paris Diderot - Paris 7

2 : Université d'Orléans

Résumé : À l'heure où l'histoire des sciences fait une entrée remarquée dans les programmes d'enseignement scientifique du cycle terminal, nous présentons ici une analyse de séances « ordinaires » intégrant des éléments historiques pour quatre enseignants différents relevant de trois disciplines scolaires (les mathématiques, la physique-chimie et les sciences de la vie et de la Terre). Nous cherchons en particulier à déterminer ce qui incite ces enseignants à intégrer de l'histoire des sciences dans leurs cours, les fonctions qu'ils lui attribuent, le degré d'imbrication des éléments historiques et scientifiques dans les tâches proposées aux élèves et le type de connaissances que ces tâches permettent de construire lorsqu'elles intègrent des éléments historiques. Nous mobilisons pour cela le cadre de la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002) et nous nous appuyons d'une part, sur les enregistrements vidéos de ces séances et d'autre part, sur des entretiens ante et post séance, ainsi que sur des entretiens d'auto-confrontation.

Mots-clés : Histoire des sciences, séances ordinaires, pratiques enseignantes, DADE.

ANALYSIS OF «ORDINARY» TEACHING SESSIONS

INTEGRATING HISTORY OF SCIENCE

CROSS-ANALYSIS OF 4 TEACHING PRACTICES IN SCIENCE AND MATHEMATICS

Abstract: As history of science appears ever more significantly in the latest high-school curricula, we present an analysis of «ordinary» sessions integrating historical elements, for 4 different teachers and in 3 school disciplines (mathematics, physics-chemistry, life-and-earth-sciences). In particular, we seek to determine what motivates these teachers to integrate history of science into their teaching, what the function they assign to it, how the historical and scientific elements are intertwined in the tasks assigned to the students, and what the type of knowledge construction is aimed for in tasks integrating historical elements. For this purpose, we use the DADE theoretical framework (Robert & Rogalski, 2002) to study the empirical data (recordings of the sessions, pre- and post-interviews with the teachers).

Keywords : History of science, «ordinary» teaching, teaching practices, DADE.

CONTEXTE

La réforme des programmes de 2019 affirme pleinement l'importance de l'intégration d'éléments historiques dans l'enseignement des sciences ou des mathématiques. En sciences, cette intégration confirme une tendance ancienne déjà engagée dans les programmes de 2010 et dont la fonction, selon de Hosson et Schneeberger (2011), est principalement de nature socio-culturelle (contexte économique, social et culturel de la construction des savoirs scientifiques et de leur évolution) et épistémologique (nature de la science, de l'activité scientifique, mode d'élaboration des savoirs). Maurines et Beaufiles (2011) relèvent par ailleurs un manque de ressources pédagogiques historiques à destination des enseignants scientifiques du secondaire. En mathématiques, l'introduction d'éléments historiques est une relative nouveauté, avec un accent mis sur l'histoire des notions. Même si les injonctions institutionnelles sont fortes, les enseignants restent cependant peu formés à l'utilisation de l'histoire des sciences et des mathématiques dans leurs enseignements.

Du point de vue de la recherche en didactique, les premières études sur les liens entre enseignement et histoire des sciences avaient une orientation de nature épistémologique ; elles ont été suivies de la création de séquences d'enseignement-apprentissage intégrant des éléments historiques et de l'évaluation de leur impact sur les élèves (de Hosson & Schneeberger, 2011 ; Martinand, 1993). Cependant, à notre connaissance, peu de recherches ont jusqu'alors porté en France sur l'étude des pratiques enseignantes lors de séances intégrant l'histoire des sciences.

CADRE THÉORIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Dans cette recherche visant à analyser les pratiques ordinaires d'enseignants du secondaire déclarant utiliser des matériaux historiques en classe, nous mobilisons le cadre théorique et méthodologique de la double approche didactique et ergonomique ou DADE (Robert & Rogalski, 2002). Cette approche systémique des composantes de l'activité enseignante, intégrant ici des éléments d'histoire des sciences ou des mathématiques, doit permettre l'identification de déterminants de ces pratiques. Nous nous attacherons en particulier à étudier la place accordée à ces séances (marginales ou récurrentes), les modalités d'enseignement alors mises en œuvre (notamment la nature des sources historiques mobilisées et leurs usages) et les intentions des enseignants au regard des injonctions institutionnelles (les fonctions qu'ils assignent à ces séances sont-elles de nature culturelle, épistémologique ou notionnelle et ces séances sont-elles considérées comme des leviers d'apprentissage ou génèrent-elles des difficultés d'apprentissage ?).

Nous retenons la problématique suivante : pourquoi et comment des enseignants du secondaire intègrent-ils des éléments d'histoire des sciences dans leur enseignement ? Les questions de recherche auxquelles notre étude tente ainsi de répondre sont précisées :

QR1 : Qu'est-ce qui incite les enseignants à intégrer de l'histoire des sciences ou des mathématiques et quelles fonctions lui attribuent-ils ?

QR2 : L'étude des tâches prescrites invite à considérer deux questions :

- QR2a : À l'échelle de la séance, quelle imbrication entre histoire des sciences ou mathématiques et sciences ou mathématiques, peut être relevée dans la gamme des tâches dévolues aux élèves ?
- QR2b : Parmi les tâches intégrant des éléments historiques, quels types de connaissances sont potentiellement construites - connaissances historiques, notionnelles, épistémologiques, ou socio-culturelles - et comment ?

TERRAIN ET MÉTHODE

Nous avons mené une étude de terrain entre janvier 2018 et janvier 2019, auprès de quatre enseignants volontaires d'un lycée parisien de trois disciplines scolaires différentes, de profils personnels très contrastés (ancienneté, implication syndicale ou dans le monde de l'édition de manuels scolaires ou à l'Institut Français de l'Éducation, connaissance du monde de la recherche ou non). Notre corpus est constitué d'enregistrements audio et vidéo de quatre séances ordinaires portant sur des thèmes différents. Nous entendons par séance ordinaire, une séance que l'enseignant a conçue sans aide du groupe de chercheurs, didacticiens de toutes les disciplines concernées par cette étude ; elle peut être habituelle car récurrente pour certains enseignants. Chaque séance a été encadrée d'entretiens courts pour identifier les intentions déclarées par l'enseignant vis-à-vis de l'usage de l'histoire des sciences ou des mathématiques dans sa séance, ainsi que les modalités mises en œuvre. Chaque séance a également été suivie d'un entretien long différé d'auto-confrontation simple (Clot, 1999) à des extraits vidéos de la séance menée, choisis par l'enseignant, afin notamment de revenir sur la réalisation des objectifs déclarés lors de l'entretien pré-séance et sur les activités effectives et les réactions des élèves.

Pour répondre à QR1, les entretiens ont été analysés afin d'identifier les motivations de l'enseignant, ainsi que les fonctions assignées aux éléments d'histoire, à partir d'une grille à quatre dimensions. Ces dimensions concernent la nature des raisons fournies par les enseignants et les objectifs qu'ils déclarent pour cette séance. La nature des raisons, institutionnelle, sociale ou personnelle, est liée à celle des déterminants des pratiques de la DADE et les objectifs des enseignants sont caractérisés en termes de types de connaissances visées. Chaque entretien a été analysé par un chercheur, ses catégorisations ont été discutées jusqu'à obtention d'un consensus entre chercheurs.

L'analyse des vidéos, complétée par celle des entretiens, permet de reconstruire les scénarios d'enseignement projetés et de les comparer aux scénarios réalisés, pour apporter des éléments de réponse à QR2. In fine, elle vise à permettre la reconstruction des logiques d'actions des enseignants.

Les tâches confiées aux élèves sont analysées à deux niveaux ; chacun d'entre eux visant à éclairer la spécificité de séances intégrant des éléments historiques. Au niveau de la gamme des tâches proposées lors de la séance (QR2a), nous examinons dans quelle mesure celles intégrant des éléments historiques participent à la construction d'une trajectoire cognitive cohérente, au sein de laquelle les éléments se répondent de manière fonctionnelle. Au niveau des tâches qui intègrent des éléments historiques (QR2b), nous caractérisons le type de connaissances dont on peut a priori faire l'hypothèse qu'elles sont porteuses.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

INTÉGRER UNE DIMENSION HISTORIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT :

MOTIVATIONS ET FONCTIONS CONVOQUÉES

Le tableau ci-dessous permet une première comparaison des éléments mis en avant par les quatre enseignants au cours des entretiens ante et post.

Séance	Mathématique :	Géologie :	Biologie :	Physique :
Dimensions	Algorithme par F en 2nde	Tectonique par C en 1reS	Vaccination par V en TS	Radioactivité par S en TS
Institutionnelle (programmes)	HS non attendue dans le BO Etudier et programmer des algorithmes d'approximation	Respecter le BO : Histoire d'un modèle Remobiliser des notions de la tectonique globale, abordées au collège et préparer les élèves aux évaluations du BAC	HS non attendue dans le BO pour cette notion, mais répondre au préambule des programmes Remobiliser des notions d'immunologie	Remobiliser des notions de 1reS abordées en PC nécessaires en SVT (Term S, radiochronologie des roches) Contextualiser par l'HS seulement après acquisition des notions
Sociale (collègues et élèves)	Travail individuel, voire solitaire Partager son émerveillement devant les mathématiques et enrichir l'image des mathématiques : ancienté, histoire non-linéaire.	Travail en collaboration initialement avec une collègue de SVT Servir de levier aux difficultés des élèves Risquer (1) de leur faire intégrer des idées fausses (2) des anachronismes	Travail individuel ici, mais enseignante motrice dans son équipe pour mobiliser l'HS Développer une argumentation en réaction aux représentations et attitudes de certains élèves « antivax »	Travail en collaboration avec des collègues de SVT (datation) et de mathématiques (exponentielle) Séance marginale au cours proprement dit
Personnelle (intérêts personnels)	Appétence pour l'HS, en particulier l'histoire des mathématiques babyloniennes et sumériennes et ses civilisations	Au départ, pas d'intérêt pour l'HS Appétence récente	Appétence pour l'HS (découverte au sein d'activités syndicales), en particulier pour l'histoire de la vaccination et de Pasteur	Appétence pour les femmes de sciences, compréhension des sciences et du monde actuel à partir de leur histoire
Objectifs (types de connaissances visées : H historiques N notionnelles E épistémologiques S socio-culturelles A autres)	H science babylonienne N bases de numération, algorithme d'approximation A changer le rapport au savoir en mathématiques des élèves	N modèle E nature de la science et de l'activité scientifique, mode d'élaboration d'un savoir A changer le rapport au savoir en géologie, mal aimée des élèves	H découverte de la vaccination et popularisation N immunologie E nature de la science et de l'activité scientifique S question socialement vive de la vaccination	E nature de la science S place des femmes en sciences et du nucléaire dans le monde

Tableau 1. : Raisons d'intégrer l'HS, déclarées par les enseignants.

À partir de ce tableau, nous repérons quatre points saillants. Premièrement, la distance envers la demande institutionnelle varie significativement, entre le cas de C - dont l'objectif et le contenu de la séance sont dictés par le programme - et les trois autres enseignants qui font le choix d'intégrer des éléments historiques alors qu'ils ne sont pas prescrits. Cependant, aucun de ces trois enseignants ne rompt complètement avec les injonctions institutionnelles, même à l'échelle d'une séance, et tous peuvent mettre en avant des liens spécifiques avec des objectifs explicitement au programme. Deuxièmement, parmi les groupes sociaux considérés comme influençant l'activité dans les travaux relevant de la DADE figurent ceux liés à l'établissement (collègues, élèves) ou à la discipline (e.g. les enseignants de physique-chimie). Le cas de V, dont l'engagement syndical a été à l'origine de sa formation à l'histoire des sciences, suggère que d'autres groupes peuvent être déterminants. Troisièmement, le discours de F, S et V sur les fonctions assignées aux éléments historiques, montre qu'ils ont une appétence qui les a conduits au cours de leur carrière à stabiliser des choix d'usage. Par exemple, F et S sont sceptiques face à l'usage d'éléments historiques dans des activités de découverte ou d'introduction de notions nouvelles ; ils s'écartent ainsi des suggestions institutionnelles. Par contre, C est ouverte à toute recommandation d'usage de l'histoire des sciences, peut-être en raison de son appétence récente déclarée. Quatrièmement, l'importance relative des différents objectifs de connaissances peut varier en fonction des réactions des élèves. Ainsi, V annonce lors du pré-entretien son objectif majeur, la compréhension des bases biologiques de la stratégie vaccinale, en vue de contrecarrer l'opinion d'élèves « antivax » de sa classe. Lors de l'entretien d'autoconfrontation, elle réalise que les questions d'élèves en réaction aux documents historiques l'ont conduite à des développements épistémologiques plus importants que prévus.

ANALYSE DES DÉROULEMENTS DES SÉANCES

Pour aborder les réponses à QR2, la description du déroulement de chaque séance est résumée dans le tableau ci-dessous, en spécifiant les épisodes intégrant des matériaux historiques et en indiquant, pour chacun d'eux, les types de connaissances visées.

Tableau 2 : Description des déroulements des séances avec mention des éléments historiques proposés

Séance	Mathématique : Algorithme par F en 2nde	Géologie : Tectonique par C en 1res	Biologie : Vaccination par V en TS	Physique : Radioactivité par S en TS
Épisodes de la séance précisés par la nature des tâches et la forme du travail. Indication des types de connaissances potentiellement construites H historiques N notionnelles E épistémologiques S socio-culturelles dans les tâches avec éléments historiques	(1) (15min) Écoute d'un cours magistral appuyé par un diaporama sur la civilisation sumérienne et babyloniennes, avec un focus progressif sur les mathématiques (H) (2) (20min) Étude mathématique d'un document historique, sur une fiche d'exercice (N, H) (3) (20min) Découverte d'un algorithme d'approximation de $\sqrt{2}$ dont le principe est présenté par l'enseignant, avant que les élèves n'aient à le programmer sur leur calculatrice	(1) (11min) Explication en classe dialoguée des notions scientifiques du titre annoncé, visant soit la remobilisation des savoirs supposés acquis en 4ème de collège - tectonique, plaque - soit la définition d'un modèle et ses caractéristiques, donnée dans les prescriptions (2) (35min) Analyse d'iconographies historiques (paléogéographie, modèle des géosynclinaux de M. Bertrand, modèle des ponts continentaux et de la « pomme ridée » d'E. Suess au XIXe), dirigée par un exposé de l'enseignant (E, N, H) (3) (14min) Analyse par binôme de planisphères actuels, porteurs chacun d'un argument empirique mobilisé par Wegener en faveur de sa théorie de translation continentale - les tracés des côtes ; la distribution géographique de certains fossiles et des paléoclimats ; la structure et l'âge des anciens cratons (E, N) (4) (20min) Présentation orale de chaque argument par un élève, corrigée par l'enseignant (5) (6min) Validation ou invalidation de la compatibilité entre les quatre arguments empiriques de Wegener et la théorie opposée des ponts continentaux de Suess (E, N, H)	(1) (30 min) Ecoute d'un exposé sur l'histoire de la vaccination en classe dialoguée ; projection d'images, commentées par l'enseignante, de sources historiques variées (tableaux représentant la vaccination par Jenner, caricatures de presse des effets de la vaccination du début du 19ème siècle, gravure de vaccination par Pasteur en Alsace, microphotographies du choléra des poules par Pasteur, captures d'écran de sites internet de journaux d'actualité) (H, N, E, S) (2) (60min) cours TD Phénotype immunitaire au cours de la vie Remplissage d'un polycopté à trous Analyse de documents par groupe Construction d'un schéma bilan	(1) (15 min) Visualisation de documents sélectionnés par S (films d'actualité de l'INA sur Marie Curie, Lise Meitner et Irène Joliot-Curie, puis animation proposée sur le site du CEA et présentant un historique des grandes découvertes dans le domaine de la radioactivité) (H, S) (2) (5 min) Réalisation d'un tableau à partir d'une animation du CEA (Mesures d'activité naturelle) (3) (20 min) Échanges professeur-élèves à partir des documents présentés dans la partie 1 Élaboration d'une frise historique (H) Comprendre la place des femmes dans la recherche scientifique (émission de radio sur I. Joliot-Curie) (S) Comprendre l'importance actuelle, ou pas, du nucléaire dans plusieurs pays (projet Manhattan) (S) (4) (20 min) « Cours » sur la radioactivité et résolution d'un exercice sur la datation.

En réponse à QR2a, cette synthèse nous permet de noter des imbrications entre histoire des sciences ou des mathématiques et sciences ou mathématiques, différentes d'une séance à l'autre. L'imbrication est forte durant toute la séance de C, mais non explicitée aux élèves. Le choix didactique d'une mise en contexte de l'étude du raisonnement de Wegener (épisodes 3 et 4) a dirigé les épisodes 2 et 5 de l'enseignante. Les divers objectifs de connaissances visées - notionnelles, historiques et épistémologiques - sont exposés à travers la controverse entre le cadre permanentiste de l'époque et la théorie mobiliste de Wegener, ce qui donne une certaine cohérence à la séance globale. L'imbrication est effective dans l'un des épisodes des séances de F et V. Avec F, les élèves doivent mobiliser leurs connaissances mathématiques pour émettre des hypothèses sur le contenu d'une tablette babylonienne. Les questions adressées par V à ses élèves autour de l'interprétation d'expériences et des méthodes scientifiques historiques (Jenner et Pasteur) par rapport aux normes actuelles d'expérimentation, permettent la révision de notions scientifiques en immunologie. Peu d'imbrication est relevée dans la séance proposée par S. Les moments en lien avec l'histoire des sciences sont déconnectés de la partie où l'enseignante reprend les notions du programme autour de la radioactivité, au début de laquelle elle dit passer « véritablement au cours ».

Ce qui précède nous conduit à parler de degré d'imbrication entre histoire des sciences ou des mathématiques et sciences ou mathématiques dans les séances. À cet égard, les positions extrêmes de C et S peuvent être reliées à leur réflexion sur l'utilisation de l'histoire des sciences en classe. C indique que les connaissances actuelles des élèves peuvent fausser l'interprétation des matériaux historiques (anachronisme), tandis que pour S, les connaissances scientifiques sont nécessaires aux élèves pour aborder les matériaux historiques.

En réponse à QR2b, nous notons une diversité des choix opérés par les enseignants concernant l'utilisation des sources historiques et le type de connaissances visées. L'étude des déroulés montre un contraste : certains ont une visée principalement notionnelle, associée à une mise en activité autonome des élèves (C et F) et d'autres ont une visée essentiellement socio-culturelle, associée à un mode de classe dialoguée (V et S). Pour illustration à l'échelle d'un épisode, F offre un document brut aux élèves - une tablette d'argile sur laquelle semble tracée une figure géométrique associée à quelques lignes en écriture cunéiforme. Les élèves sont mis en position d'« experts » : ils devraient identifier dans leurs connaissances mathématiques, les éléments leur permettant de faire des hypothèses sur le contenu du document. Guidés par des questions et quelques informations apportées progressivement par l'enseignant, ils seraient ensuite amenés à réviser ou raffiner les hypothèses. Cette tâche est potentiellement porteuse d'une activité de construction de connaissances mathématiques (sur les bases de numération) et historiques (numération babylonienne). Or, le déroulement a montré un faible enrôlement des élèves dans la tâche. Dans une tâche prévue par S, les élèves auraient dû mettre en relation deux familles de documents - historiques et contemporains - pour formuler une hypothèse sur les causes de l'inégale répartition du nucléaire civil dans le monde. En définitive, l'enseignante a pris en charge l'essentiel du travail d'analyse documentaire, ce qu'elle qualifie dans l'autoconfrontation de « cours descendant », en contraste avec ses habitudes déclarées.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La logique d'action de chaque enseignant que nous inférons de nos premières analyses est la suivante. Pour C, le déterminant institutionnel sous-tend l'action de l'enseignante qui répond au focus historique prescrit, donnant une cohérence globale entre histoire des sciences et sciences

dans le déroulé de sa séance. Pour F, le déterminant personnel explique son choix d'une période historique qu'il privilégie et dont il veut faire découvrir les notions mathématiques à ses élèves. L'observation des séances de S et V montre la prédominance des composantes sociale et personnelle de leurs pratiques.

L'un des enjeux de cette première étude de pratiques « ordinaires » intégrant l'HS, était de mettre à l'épreuve des outils généraux d'analyse des pratiques enseignantes pour répondre à des questions spécifiques à l'usage de matériaux historiques. L'étude des quatre cas, dans un cadre commun fécond, invite à questionner l'existence de corrélations d'une part, entre le type de connaissances visées et les modalités de travail observées et d'autre part, entre la nature des documents historiques et le type de tâches prescrites. Le focus étant mis ici sur l'activité des enseignants, il reste à explorer les activités réelles des élèves durant la mise en œuvre de tels scénarios.

BIBLIOGRAPHIE

- Clot, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF.
- de Hosson, C. & Schneeberger, P. (2011). Orientations récentes du dialogue entre recherche en didactique et histoire des sciences. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 3, 9-20.
- Martinand J.L. (1993). Histoire et didactique de la physique et de la chimie : quelles relations ? *Didaskalia*, 2, 89-99.
- Maurines, L. & Beaufiles, D. (2011). Un enjeu de l'histoire des sciences dans l'enseignement : l'image de la nature des sciences et de l'activité scientifique. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 3, 271-305.
- Robert, A. & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : Une double approche. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2 (4), 505-528.