

«Comme le suaire que tissait Pénélope, la science toujours en train de se faire et de se défaire. Sa trame de théories et de techniques nous permet à la fois d’interpréter le monde pour pouvoir le modeler et d’agir sur le monde pour pouvoir le comprendre».

## PREFACE

Ce livre est le résultat du travail d’un groupe de professeurs de l’University College de Chester (Royaume Uni), de l’I.R.E.M. des Pays de la Loire (France) et du C.E.P. de l’Orotava, en collaboration avec la Fondation Canarienne pour l’Histoire des Sciences en Espagne. Tous ces professeurs ont participé au projet européen Socrate ( Comenius 3.1) “Enseignements Interdisciplinaires européens de l’Histoire des Sciences au lycée”. Le but de ce travail, ainsi que de ce livre, est de contribuer à l’introduction de l’Histoire des Sciences dans l’enseignement secondaire et, par voie de conséquence, à l’indispensable formation des professeurs dans ce domaine, dont le caractère interdisciplinaire le situe au delà de l’enseignement spécialisé propre à l’Université. Pour cette raison et aussi du fait de l’absence de matériel spécifique, nous avons basé notre projet sur une sélection de contenus pour la formation des professeurs dans ce domaine. Mais, avant d’exposer les activités et les contenus du projet, justifions la nécessité d’inclure cette discipline dans l’enseignement secondaire.

## Pourquoi développer l'Histoire des Sciences dans l'enseignement secondaire?

Il nous semble paradoxal que l'Histoire des Sciences soit presque absente des programmes de l'enseignement secondaire, alors que l'Histoire ou les Sciences sont des disciplines très enracinées dans l'ensemble de connaissances qu'un citoyen européen doit avoir comme formation de base. D'un côté, les professeurs de sciences orientent leur activité dans le but de transmettre aux élèves les connaissances qui leur permettront continuer des études supérieures, ou du moins d'avoir une idée basique des faits scientifiques et du fonctionnement technologique. De l'autre, les professeurs d'Histoire n'abordent l'Histoire des Sciences dans leurs programmes que lorsque celle-ci a des implications sociales très importantes. Le professeur de Sciences vaque donc à son activité : enseigner les Sciences, laissant l'enseignement de l'Histoire des Sciences au professeur d'Histoire, qui, à son tour, laisse de côté la Science car il est professeur de Sciences Humaines.

Cette situation de l'enseignement n'est qu'un reflet de la traditionnelle séparation de deux cultures, celle des Humanités et celle des Sciences, séparation si ancrée dans notre société, qu'on en arrive à dire: "je suis scientifique" ou "je suis littéraire", comme s'il s'agissait d'un trait génétique.

Malheureusement, cette vision schizoïde a contribué au fait que la Science n'est pas incluse dans ce qu'on entend socialement par culture. Il semble absurde qu'il n'y ait pas de place pour l'Histoire des Sciences dans l'Histoire Générale étudiée par les élèves, et que le XIX<sup>ème</sup> siècle, par exemple, ne devienne important dans les manuels scolaires que pour rendre compte de tel ou tel événement politique ou militaire, alors que c'est aussi la période au cours de laquelle s'élaborent des sciences comme l'électromagnétisme ou la thermodynamique ou encore le moment où se développe la théorie de l'évolution - des événements dont on ne peut ignorer l'impact sur le développement de notre civilisation et sans lesquels celle-ci reste incompréhensible.

L'Histoire des Sciences aide les élèves à mieux comprendre les concepts et les modèles scientifiques. Elle leur permet d'assister à la genèse et au développement de ceux-ci et, par conséquent, d'appréhender l'édifice scientifique non pas comme

une chose finie, ni comme un ensemble de vérités définitives, mais comme une belle et interminable construction humaine à laquelle on peut participer. Il s'agit d'un enseignement qui ne présentera pas les réussites scientifiques comme des trouvailles lumineuses nées d'esprits privilégiés mais qui racontera aussi l'histoire des trébuchements, des longues nuits d'obscurité, des tâtonnements confus, de l'entourage social qui a permis sa cristallisation. Cela permettra de réduire la distance entre les élèves et les sciences en tant que sujet d'études. En jetant un regard sur leur histoire, les sciences s'humanisent, prennent la forme d'un visage et aident l'élève à mieux comprendre ses propres difficultés.

Ce caractère plus humain de l'Histoire des Sciences est une conséquence de sa propre nature interdisciplinaire, ce qui peut être à la fois un stimulant et une difficulté pour les professeurs de secondaire, car ils doivent marcher sur des terrains qui se trouvent à la frontière de leurs spécialités, à travers des époques où les disciplines n'étaient pas si séparées ni délimitées, où les idées philosophiques et théologiques étaient davantage basées sur la façon de comprendre et expliquer la nature. Et ce n'est pas non plus toujours facile car la formation universitaire est assez spécifique et suppose l'usage de langages, idées et concepts très partiels. Mais l'Histoire des Sciences est enrichissante autant pour l'élève que pour le professeur, car elle établit des ponts naturels entre les différentes disciplines étudiées en Secondaire.

Il existe de nombreuses raisons permettant de défendre l'inclusion de l'Histoire des Sciences dans l'enseignement secondaire et on pourra en trouver d'autres encore tout au long de ce livre, nuancées par le contexte concret de chaque sujet traité. Observons-en quelques unes dans leurs grandes lignes, rassemblées dans la déclaration du Projet développée par la suite.

### *ANTIDOTE AU DOGMATISME* *Une Raison d'être pour l'Histoire de la Science*

*L'histoire de la science a été pendant trop longtemps négligée dans l'enseignement secondaire et supérieur. Ce qui est regrettable; cette discipline peut, en effet, permettre d'atteindre un nombre important d'objectifs éducatifs, comme par exemple.*

## ***Une dimension européenne pour la Culture***

*L'étude de l'histoire de la science montre comment les idées et découvertes sont au carrefour des frontières géographiques et culturelles, et intègrent les traditions nationales. Pour prendre quelques exemples, Descartes, Darwin, Galilée... sont des figures essentielles de l'histoire de la science quel que soit le pays de l'Union Européenne où le sujet est étudié. Il s'ensuit que l'histoire de la science est un moyen utile pour donner une dimension européenne à l'enseignement.*

## ***Forger une Culture commune***

*Une spécialisation croissante dans les disciplines principales a conduit dans beaucoup d'endroits à une fragmentation dommageable de la connaissance. En particulier, au sein même des sciences naturelles, l'intégralité de certains domaines d'étude s'est trouvé isolé d'un contexte culturel commun. A l'inverse de cette tendance, l'histoire de la science peut être utilisée comme une contre-mesure et peut contribuer à un processus qui resituerait la science dans un cadre culturel commun. Des étudiants en humanités ont également beaucoup à gagner d'une appréciation de la science, à la fois comme produit culturel et comme une force contribuant au changement historique.*

## ***Attirer les étudiants vers la Science***

*Dans quelques matières, le recrutement pour les cours de science a connu un déclin. Toute initiative venant d'un système de connaissance rigoureux, tel que le nôtre, est perçue comme sans attrait, ce qui doit être un sujet de forte préoccupation pour les éducateurs. En donnant une dimension historique et humaine à la science, on accroît la probabilité qu'elle soit considérée comme plus attrayante et de là devienne plus accessible à un éventail plus large d'étudiants.*

## ***Un Instrument au sein de l'enseignement de la Science***

*L'histoire de la science peut être utilisée pour donner une image réaliste de la méthode scientifique en action. L'enseignement traditionnel de la science a souvent été critiqué pour sa représentation aseptisée, à la fois de l'histoire de la science et de la méthode scientifique. En montrant comment*

*des problèmes réels ont pu être résolus dans certains contextes sociaux, l'histoire de la science peut contribuer à l'apprentissage effectif de l'activité et de la réflexion scientifique.*

### **Valeurs épistémologiques**

*L'histoire de la science, convenablement structurée, peut être utilisée pour venir à bout des récits dogmatiques et triomphalistes sur le changement scientifique. Elle montre la science comme un ensemble d'idées évoluant dans le temps. Elle révèle comment la science est à la fois un processus social et intellectuel, où les revendications de la connaissance sont contestées et négociées. Peut-être plus qu'aucune autre discipline, l'histoire de la science fournit une antidote au dogmatisme et une leçon d'humilité.*

Il semblerait que les autorités politiques et académiques et les scientifiques eux-mêmes soient d'accord sur le fait que l'Histoire des Sciences doive faire partie de la culture de base de tout citoyen, et donc sur la nécessité de l'inclure dans l'enseignement secondaire. Cependant, le consensus n'est pas général sur la façon d'articuler cet enseignement.

### **Quelle devrait-être la place de L'Histoire des Sciences dans les programmes d'enseignement secondaire?**

On trouve en gros trois types de réponse. D'un côté, certains disent que les professeurs doivent l'inclure dans leurs programmes spécifiques de Sciences, d'Histoire ou de Philosophie, selon le cas. D'autres pensent qu'il est nécessaire de créer une nouvelle matière intitulée Histoire de la Science. Les derniers enfin croient qu'il suffirait d'intégrer quelques expériences interdisciplinaires en complément des programmes existants.

Envisageons quelques arguments avancés dans la discussion sur ces différentes options, en n'oubliant pas que les élèves, selon leur âge, devraient pouvoir être éclairés sur les facteurs intellectuels, techniques, sociaux et personnels des grandes épisodes du développement de la science, comme par exemple, la fin de la conception mythologique du monde, le virage cosmologique de Copernic, la naissance des sciences modernes et leur développement expérimental au XVII<sup>ème</sup> et XVIII<sup>ème</sup> siècles, la théorie de l'évolution de Darwin et ses implications sociales, les idées

fondamentales d'astrophysique et des sciences de la Terre qui forment notre vision du cosmos, la découverte de Pasteur sur les bases micro biologiques de l'infection, les théories de la relativité et la mécanique quantique ou la découverte du DNA et les bases génétiques de la vie.

La première réponse est peut-être la plus répandue. Elle présenterait un avantage : on n'aurait pas besoin d'augmenter le nombre de matières étudiées, et il suffirait de retoucher les programmes pour y intégrer une nouvelle méthodologie, permettant d'inclure la genèse et le développement de chaque sujet scientifique enseigné. Il y aurait un autre avantage : ce serait le professeur de Sciences Naturelles qui expliquerait les idées de Darwin ou la naissance du DNA, le professeur de Physique ferait de même avec la révolution scientifique et, de manière générale, chaque spécialiste raconterait l'histoire de sa discipline. Cet avantage a, lui-même, des inconvénients : un seul professeur avec une même optique ne pourrait pas apporter la perspective "polyédrique" dont l'Histoire des Sciences a besoin, étant donné son caractère interdisciplinaire. D'un autre côté, il semble peu probable de pouvoir réduire les programmes très chargés de chaque matière pour pouvoir y inclure ce nouveau point de vue. En tout cas, cette possibilité supposerait déjà une amélioration notable de la situation actuelle et demanderait pour la réaliser une formation complémentaire des professeurs dans l'Histoire des Sciences de leur propre discipline.

La deuxième réponse est celle apportée aux Canaries (Espagne) et en Grèce, avec des points de vue différents. Les articles qui suivent des professeurs Miguel Hernández et Ioannis Christianidis expliquent l'introduction de nouvelles matières d'Histoire de la Science dans l'enseignement secondaire : on ne fera donc ici que relever le fait, suffisamment nouveau pour être remarqué, qu'il s'agit des deux seuls cas en Europe où l'Histoire des Sciences fait partie des programmes officiels en tant que matière. Le projet Pénélope naît en fait du besoin de formation des professeurs Canariens dans cette nouvelle matière.

La troisième possibilité a un avantage : la participation de professeurs de différents départements d'étude permet aux élèves de percevoir plus clairement les relations existant entre la formation des idées scientifiques ou technologiques et leur contexte social et historique. Il n'y a aucun doute que l'Histoire des Sciences offre un domaine naturel où l'on observe clairement des relations très fortes entre les Humanités et les Sciences. Cependant, le fait de ne

pas être incluse dans les programmes officiels suppose un effort supplémentaire dans l'organisation des expériences dont les répercussions ne concerneraient alors qu'un nombre restreint de professeurs et d'élèves. En tout état de causes ces sortes d'expériences sont très stimulantes pour les professeurs et les élèves et peuvent avoir une grande valeur comme activités complémentaires si on envisage les options précédentes. Le travail du professeur Mercedes Coderch sur les possibilités qu'une excursion historico-scientifique peut offrir pour stimuler l'intérêt des élèves pour l'Histoire des Sciences en est un clair exemple.

Nous n'avons pas une réponse définitive à apporter à la question du rôle que devrait jouer l'Histoire des Sciences dans les programmes d'enseignement secondaire, mais nous pensons que n'importe laquelle de ces réponses serait meilleure que la situation actuelle car elle ferait que les élèves comprennent mieux les bases sur lesquelles s'est construit le monde moderne. Ces dernières années on remarque une plus grande demande sociale de ce genre de connaissances. Le succès qu'ont les documentaires télévisuels sur des thèmes relatifs à l'Histoire des Sciences ou les livres de divulgation scientifique valables en sont la preuve. Les éditeurs sont aujourd'hui conscients de cette demande et l'on peut trouver dans les librairies des ouvrages de divulgation sérieux. En juillet 2000, la British Society for the History of Science organisait à Londres un congrès international dont le titre était "Science Communication, Education and History of Science" avec l'active participation des professeurs du projet John Cartwright, Cynthia Burek et Miguel Hernández. Lors de ce congrès, en plus de constater la demande sociale de la fin du siècle, on discutait sur la réponse à y donner dans le domaine de l'éducation.

### **Former des professeurs**

Les différentes politiques éducatives qui envisagent la possibilité d'améliorer la situation, introduisant des nouvelles matières obligatoires ou optionnelles d'Histoire de la Science ou bien élaborant des directives pour un changement de méthodologie qui donne un espace à l'Histoire des Sciences dans les différentes matières, dépendent aussi des traditions culturelles et éducatives de chaque pays. Par exemple, au Portugal, en Espagne et en Italie on étudie la philosophie au lycée, alors que dans d'autres pays tels

que la Belgique, le Royaume Uni ou La Suède, on n'étudie cette matière qu'à la Faculté. Cette tradition et beaucoup d'autres comme celle qui consiste à associer l'Histoire des Sciences aux sciences elles-mêmes ou encore à l'Histoire ou à la philosophie, marquent des différences qui comptent à l'heure de dessiner des politiques pour aborder le problème. Toutes ces politiques devront de toute façon permettre de donner une formation aux professeurs afin de pouvoir affronter avec succès la nouvelle situation. C'est pourquoi nous avons basé notre travail sur la création de programmes et de contenus visant à former les professeurs en Histoire de la Science. La sélection des sujets prétend refléter le genre d'activités de formation habituellement exercées dans les trois établissements intégrés dans le projet. Nous dirons par la suite quelques mots sur ces sujets-là.

Il existe en France une longue expérience dans la formation des professeurs en Histoire des Mathématiques ; l'existence des I.R.E.M. (Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) en est la preuve ( voir aussi l'article de Xavier Lefort dans cet ouvrage). Ce qui est remarquable est sa conviction selon laquelle on peut travailler avec les élèves en utilisant directement des sources originales, ce qui peut nous choquer, car on laisse généralement l'étude des originaux aux chercheurs et on préfère travailler avec des bons manuels de divulgation qui soient à la portée des élèves. Les I.R.E.M. nous montrent pourtant depuis longtemps que cela est non seulement possible mais aussi plus formateur de travailler avec les élèves sur les textes originaux. Le travail du professeur Anne Boyé nous relate l'histoire des nombres négatifs, avec une attention spéciale sur les règles des signes, celle du "*deux fois moins ça fait plus*" ; leur histoire hasardeuse nous aide à comprendre les difficultés qu'ont les enfants avec les signes. Le travail du professeur Xavier Lefort expose l'histoire du développement du concept des logarithmes, une histoire très peu linéaire, liée par moments au besoin social du calcul numérique, et à d'autres au développement interne des Mathématiques elle-mêmes. Connaître l'histoire des idées mathématiques aide les professeurs, non seulement à comprendre les difficultés de l'élève, mais aussi à prendre des décisions sur le contenu de l'enseignement et la manière de l'enseigner.

Les professeurs Britanniques donnent des cours d'Histoire de la Science chaque année dans leur Collège à Chester et ont fait une sélection de sujets pour le projet qui peuvent être très attractifs

pour les élèves. John Cartwright, biologiste, nous parle de sa façon d'utiliser en cours les idées de Darwin pour illustrer des différentes dimensions de l'étude de sciences. Et Cynthia Burek, géologue, nous raconte l'histoire de l'âge de la Terre, de la naissance de la stratigraphie et comment utiliser cette histoire pour initier les élèves à la notion de Temps Géologique. En somme, il s'agit là d'idées basiques qui devraient faire partie du bagage culturel de chaque personne, qu'il soit scientifique ou pas, car ces idées nous aident à comprendre nos relations avec la vie, avec notre planète; elles nous suggèrent aussi que plusieurs idées scientifiques que l'on conçoit aujourd'hui comme des vérités solides, subiront probablement des changements drastiques. L'Histoire des Sciences nous apprend être critiques envers le dogmatisme scientifique.

Concernant les professeurs espagnols, la Fondation Canarienne d'Histoire de la Science continue à former des enseignants du secondaire dans ce domaine depuis plus de dix ans. Ils ont choisi, pour ce projet, deux sujets relatifs à la science dans l'Antiquité et un sujet concernant les instruments de mesure, en plus de celui déjà mentionné sur les excursions historico-scientifiques. Le professeur José Luis Prieto aborde dans son travail la vision du corps humain dans l'Antiquité, en opposant la vision des médecins, préoccupés par la santé et la maladie, à celle des philosophes et des poètes, qui étaient plus attentifs aux relations entre le corps et l'âme ou entre la pensée et le langage. Ce sujet peut devenir très intéressant pour nos élèves, si sensibles à l'esthétique et à l'acceptation de leur propre corps. De son côté, le professeur Sergio Toledo aborde un sujet plus physique et mathématique. Il s'agit de proposer aux professeurs de philosophie des cours d'Histoire de la Science, en expliquant l'histoire de certains concepts fondamentaux de la pensée philosophique et scientifique, comme par exemple l'unité et la multiplicité, l'espace et le temps, la matière et la forme... En dernier lieu, le professeur Carlos Mederos montre dans son travail comment on peut utiliser les instruments pour enseigner l'Histoire des Sciences. Les inventions artisanales et les plus profondes théories scientifiques peuvent être imbriquées de manière implicite dans un instrument et le fait de pouvoir les dévoiler est pour les élèves un voyage passionnant.

Les travaux respectifs de Cynthia Burek et Anne Boyé sur les femmes et l'Histoire des Sciences dans Géologie et Mathématiques

méritent une mention à part. Nos salles de cours sont heureusement remplies de filles qui, pour des raisons évidentes, trouvent difficilement dans l'Histoire des Sciences un modèle à suivre. C'est pour cela qu'il faudrait qu'elles apprennent à connaître, à travers des noms propres, les exemples héroïques des premières femmes qui ont parvenu à se faire remarquer dans ce domaine, malgré une société qui n'a jamais voulu reconnaître ni leur capacité, ni leur intelligence ou leur formation. Toutes les femmes qui travaillent aujourd'hui, à égalité avec les hommes, dans des domaines scientifiques et technologiques sont redevables à ces femmes pionnières. Leur exemple nous invite à continuer notre travail dans le champ de l'éducation pour que toutes les femmes de tous les pays puissent bénéficier des mêmes conditions d'égalité et d'opportunités.

Ces travaux, comme on l'a déjà dit, visent à présenter un type de matériel que l'on peut utiliser pour la formation des professeurs du Secondaire ; nous nous sommes efforcés à ce qu'ils aient la plus grande diffusion tout au long du projet. Une bonne partie de ces travaux ont été utilisés pour des cours de formation aux Canaries (novembre 1999). Plus tard, nous avons présenté quelques-uns de ces sujets à des professeurs et des élèves du Lycée de Grand Air (La Baule, France) et d'autres ont été présentés lors de différents forums : au XIII<sup>ème</sup> Colloque Inter-I.R.E.M. (Rennes, mai 2000) et au congrès "Science communication, Education and History of Science" (Londres, juillet 2000). Nous avons finalement organisé un stage pour des professeurs européens, qui a eu lieu à La Orotava (Ténérife, juillet 2000) sous l'égide de *Comenius* du programme européen *Socrate*. Tout le matériel pédagogique se trouve traduit en français, anglais et espagnol sur le site web du projet: <http://nti.educa.rcanaria.es/penelope>

Nous souhaitons enfin remercier toutes les institutions qui intègrent le projet par leur collaboration et leur aide, y compris la Commission Européenne (Programme *Socrate*). Nous espérons que ce livre suscitera l'intérêt de nombreux professeurs afin qu'ils puissent aider à ce que l'Histoire des Sciences soit enfin intégrée à part entière dans la culture commune à tous les citoyens européens.

AGUSTÍN ISIDRO DE LIS  
Coordinateur du Projet Penelope