

Introduction et objectifs

Enseigner avec Pasteur

Projet Pasteur -
Germes & vaccins
Cycle 4

Louis Pasteur est l'un des plus célèbres savants français. Son nom reste, aujourd'hui encore, immanquablement associé aux concepts de germes et de vaccins. Deux siècles nous séparent de la naissance du chimiste et microbiologiste. Pourtant, ses découvertes continuent d'impacter nos sociétés : les germes responsables des maladies infectieuses et les vaccins qui permettent de lutter contre ces maladies font régulièrement l'actualité et animent des débats de société complexes. Il est important de donner aux élèves des clés pour participer à ces débats, c'est-à-dire leur apporter :

- une compréhension éclairée des objets et des phénomènes scientifiques en question, au-delà des représentations que nous en avons ;
- une compréhension du rôle et de la nature de la démarche scientifique, et un éclairage sur la différence entre opinion et connaissance.

Enseigner les notions ayant trait aux germes et aux vaccins est une tâche délicate. Ceci est notamment dû au fait que ces thématiques s'ancrent dans une actualité vive et qu'elles touchent des sujets sensibles comme notre santé, nos modes de vie et nos économies. Utiliser l'histoire des sciences peut être un moyen pour l'enseignant de parvenir à aborder ces sujets en s'appuyant sur des contextes riches, mais plus neutres pour les élèves. C'est le défi de ce projet « Pasteur – Germes & vaccins ».

Utiliser l'histoire des sciences pour aborder la différence entre opinion et connaissance

La distinction entre « opinion » et « connaissance » est un des objectifs fondamentaux de l'éducation scientifique. Différentes stratégies permettent de poursuivre cet objectif, et l'histoire des sciences est certainement un outil pédagogique très utile dans cette voie. Le projet « Pasteur – Germes & vaccins » présente, à chaque séquence, au moins une situation permettant à l'enseignant d'aborder cet objectif. Nous vous proposons ci-dessous des pistes pédagogiques à adapter.

Séquence 1 – Activités 1 et 2 : Rumeurs et savoirs autour des causes du choléra

Dans la première séquence, nous proposons la lecture d'un extrait du livre *Les Misérables* de Victor Hugo. On y découvre la croyance populaire selon laquelle le choléra est apporté par le froid de l'hiver. Ces intuitions sont mises en perspective avec la démarche scientifique initiée par John Snow, le père de l'épidémiologie, qui caractérisera le rôle de l'eau contaminée dans la propagation du choléra. Dans l'Activité 2, les élèves suivent les traces de John Snow, collectent comme lui des données en pleine

épidémie, formulent, puis testent une hypothèse sur l'origine probable des contaminations. À la fin de l'activité, l'enseignant peut opposer la fiabilité des croyances populaires (nées sur la base de ressentis) et celle des conclusions proposées par Snow (fondées sur une démarche scientifique).

Séquence 2 – Activités 1 et 2 : La théorie des germes, de la controverse initiale à la validation des savoirs

Le grand public est parfois dérouté par le fait que différents scientifiques défendent des hypothèses opposées. Ces controverses peuvent mettre à mal la confiance portée à la science. Pourtant, il est normal que différentes hypothèses s'affrontent lorsqu'une nouvelle question scientifique émerge. Par exemple, dans le cas de la théorie des germes, il fut longtemps difficile de savoir si les germes étaient la cause des maladies infectieuses ou leur conséquence. Très vite, les scientifiques se sont mis à rechercher et trouver des faits qui sont venus appuyer l'une ou l'autre des hypothèses. Lorsque suffisamment de faits congruents soutiennent une hypothèse, elle est considérée comme un savoir établi.

Dans l'Activité 1, nous proposons aux élèves de travailler sur les différentes hypothèses proposées pour expliquer les maladies infectieuses, à l'époque où Pasteur et Koch s'emparent de la problématique. Dans l'Activité 2, nous évoquons la manière dont Koch, puis Pasteur vont apporter des arguments décisifs en faveur de l'origine microbienne des maladies infectieuses.

Séquence 3 – Activité 2 : La lente découverte du vaccin contre le choléra des poules

Les découvertes scientifiques sont souvent présentées de manière caricaturale : on véhicule l'idée que la science se contente de valider des hypothèses déjà bien établies. On passe sous silence le cœur même de la démarche scientifique : un travail sur le long terme de tâtonnement, forçant le scientifique à rebrousser chemin lorsque les faits invalident ses intuitions, puis à imaginer de nouvelles hypothèses jusqu'à ce que l'une d'elles soit validée (si la chance permet une telle issue favorable). Souligner le temps long de la science, c'est montrer que la démarche scientifique est exigeante ; c'est précisément cette exigence qui donne, au final, des garanties quant à la fiabilité du savoir produit. Le savoir scientifique s'oppose en ce sens à l'opinion, qui est le fruit d'un raisonnement rapide – pour ne pas dire hâtif – et vulnérable à de nombreux biais.

Dans l'Activité 2, nous présentons l'enquête menée par Pasteur pour mettre au point le tout premier vaccin (celui contre le choléra des poules). Les élèves prennent conscience que Pasteur s'appuie sur des travaux anciens (ceux de Jenner), mais aussi sur les compétences et le savoir qu'il a acquis en étudiant les fermentations des années plus tôt. La mise au point du vaccin, elle-même, ne s'est pas faite de manière linéaire : différentes hypothèses furent testées, certaines abandonnées, et d'autres ont ouvert la voie à de nouvelles questions, jusqu'à ce que le processus de recherche aboutisse à la découverte espérée.

Séquence 3 – Activité 4 : À la recherche de sources fiables

L'activité propose aux élèves de mener une enquête autour d'une image : celle de la vaccination d'un enfant contre la rage, à l'époque où Pasteur a mis au point le vaccin. Cette enquête conduit les élèves à analyser différentes sources d'information, menant vers des affirmations contradictoires. Qui croire ?

L'enseignant pourra expliquer aux élèves qu'étudier la source d'une information (via des critères explicites : expertise, intérêts privés...) est un moyen d'évaluer le degré de fiabilité de cette information.

Séquence 4 – Activité 2 : Théories cellulaire et moléculaire de l'immunité et débat scientifique

L'enseignant peut vouloir mettre en place un débat en classe autour d'une question scientifique. Si l'on n'y prend pas garde, le débat peut amener les élèves à penser que le savoir scientifique s'établit par des confrontations entre partisans d'opinions contraires, comme on peut le faire dans d'autres domaines. En réalité, la connaissance scientifique se construit au travers de faits. Ce qui peut être discuté (lorsqu'on possède une certaine expertise), c'est la fiabilité des méthodes ayant permis d'obtenir ces faits, puis la manière de les intégrer au cœur d'une théorie.

Nous proposons ainsi aux élèves de prendre connaissance, dans un premier temps, de faits scientifiques disponibles au XIX^e siècle. Certains de ces faits sont en faveur d'un fonctionnement du système immunitaire principalement basé sur l'action de cellules ; d'autres faits sont en faveur d'un fonctionnement du système immunitaire principalement basé sur l'action de molécules. Dans un second temps, les élèves mènent un débat très encadré qui s'appuie nécessairement sur le corpus de documents étudiés.

*

Toutes ces situations peuvent amener l'enseignant à réaliser un « pas de côté » par rapport aux contenus enseignés : il pourra souligner ce qui distingue la connaissance scientifique (obtenue par une méthode rigoureuse et objective... mais longue et difficile) de l'opinion. Certains élèves pourraient rapidement faire le lien avec des problématiques d'actualité. Si tel n'était pas le cas, il serait intéressant de les amener à réfléchir sur des situations analogues plus ou moins proches. Dans tous les cas, il est préférable d'aborder cette réflexion sur des sujets qui déclenchent peu de réactions vives de la part des élèves (la démarche historique est un moyen d'y parvenir), avant de la transférer sur des problématiques plus délicates.

Utiliser l'histoire des sciences pour approfondir un concept scientifique clé : la vaccination et les vaccins

Le projet aborde la question clé de la vaccination. Si le concept peut sembler simple, il est en réalité contre-intuitif à de nombreux égards : c'est un traitement que l'on administre à une personne en bonne santé le plus souvent, qui cause une réaction immunitaire (ce qui nous arrive quand on est malade) et qui contient un microbe ou une partie d'un microbe responsable d'une maladie ! Le concept de vaccination nécessite donc un effort pédagogique particulier pour que l'élève s'en empare.

La vaccination est souvent présentée aux élèves par le biais d'un unique exemple historique ou actuel. De tels exemples (le vaccin contre la rage ou contre la Covid-19) sont nécessairement associés à des contextes forts et immersifs. Si un tel ancrage contextuel favorise indéniablement la motivation des élèves, il comporte également une contrepartie : l'attention des élèves peut être focalisée sur le

contexte et les éléments qui s’y rapportent, plutôt que sur le principe même de la vaccination. Le risque est alors que la compréhension du concept reste superficielle.

C’est pourquoi nous proposons une approche différente qui consiste à exposer les élèves au concept de vaccination à travers plusieurs exemples. L’histoire des sciences nous offre de nombreux contextes pédagogiquement intéressants et nous avons choisi d’en développer trois :

- la découverte du principe de la vaccination par Jenner (Séquence 3 – Activité 1) ;
- la mise au point du premier vaccin par Pasteur (Séquence 3 – Activité 2) ;
- la mise au point du premier vaccin humain par Pasteur (Séquence 3 – Activités 3 à 5).

En multipliant les exemples, il devient plus facile à l’élève de percevoir la nature profonde du concept de vaccination, celle qui est commune à tous les cas rencontrés (ou presque). L’enseignant accompagne l’élève grâce à un discours explicite qui souligne cette nature profonde. Pour favoriser la tâche de l’enseignant, nous proposons une grille que l’élève doit remplir après chaque cas étudié. Lorsque la séquence est terminée, la classe repère collectivement les points communs à toutes les grilles et dégage ainsi le concept scientifique.

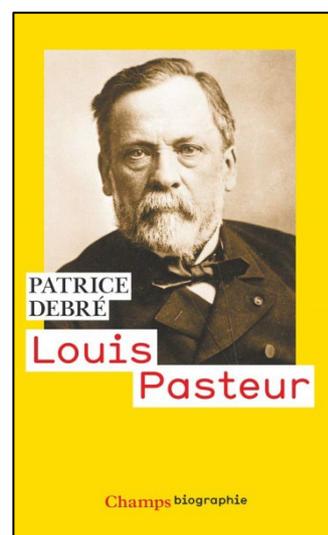
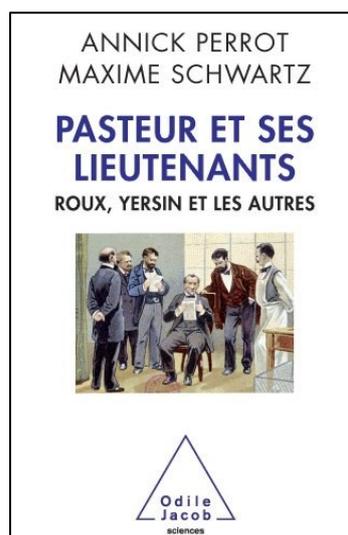
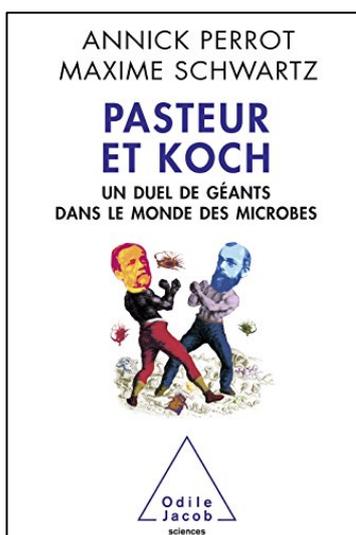
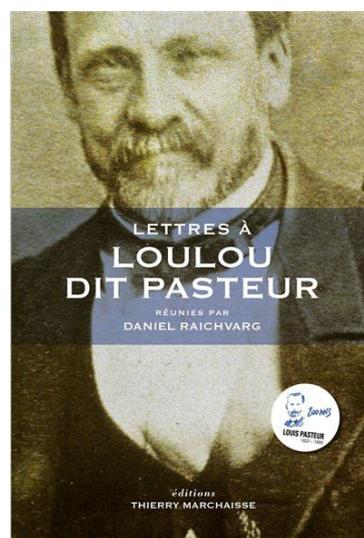
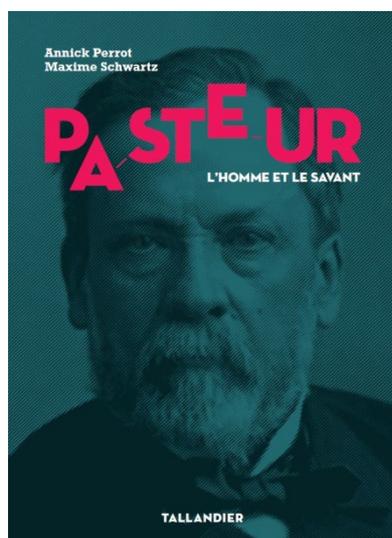
Cas n°		
Qui est/sont le(s) sujet(s) concerné(s) ?		
Humain		Animal non humain
• Nom (si disponible) :		• Espèce :
Le sujet a été inoculé par un élément qui l’a protégé par la suite. L’inoculation était-elle accidentelle ou volontaire ?		
Accidentelle		Volontaire
Quel était cet élément ?		
Le microorganisme responsable de la maladie dont on veut se protéger.	Un autre microorganisme, similaire à celui responsable de la maladie dont on veut se protéger.	Le microorganisme responsable de la maladie dont on veut se protéger, mais sous une forme rendue inoffensive.
Le sujet inoculé (volontairement ou non) présentait-il des symptômes de la maladie ?		
Oui		Non
Cette inoculation a-t-elle pu rendre le sujet malade ?		
Oui, certaines fois on peut même en mourir		Non, sauf de légers symptômes
Le sujet est-il tombé malade lorsqu’il a été ensuite confronté à la maladie ?		
<i>Note : si plusieurs sujets ont été testés en même temps, donner la tendance générale.</i>		
Oui		Non, il était immunisé

La multiplication des exemples et l’explicitation sont deux leviers indispensables à mobiliser pour favoriser la compréhension approfondie d’un concept clé comme la vaccination. Cela implique pour l’enseignant un effort supplémentaire grâce à des outils (comme la grille) et un temps dédié. Il faut donc accepter de traiter d’autres parties du programme via des modalités pédagogiques moins chronophages, pour accorder aux notions qui le réclament un temps plus adapté.



Une bibliographie pour aborder la thématique sous l'angle historique

- *Pasteur. L'Homme et le savant* (2022), écrit par Annick Perrot et Maxime Schwartz, aux éditions Tallandier.
- *Lettres à Loulou dit Pasteur* (2022), coordonné par Daniel Raichvarg, aux éditions Thierry Marchaisse.
- *Pasteur et Koch. Un duel de géants dans le monde des microbes* (2014), écrit par Annick Perrot et Maxime Schwartz, aux éditions Odile Jacob.
- *Pasteur et ses lieutenants. Roux, Yersin et les autres* (2013), écrit par Annick Perrot et Maxime Schwartz, aux éditions Odile Jacob.
- *Louis Pasteur* (2010), écrit par Patrice Debré, aux éditions Flammarion.



Auteur

Mathieu Farina

Illustrations

Marjorie Garry

Remerciements

Un très grand remerciement aux enseignants qui m'ont aidé à penser en profondeur ces séquences : Julien Boquet, Edwige Herjean, Hélène Hervé, Caroline Mairot, Karine Ragueneau. Ainsi qu'à Maxime Schwartz, qui m'a accompagné dans ma réflexion sur ce projet, de sa conception à sa réalisation.

Cette ressource a été produite avec le soutien de bioMérieux



Et en partenariat avec l'Institut Pasteur



Date de publication

Mars 2022

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

www.fondation-lamap.org

