

> SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Mettre en œuvre son enseignement dans la classe

Thème 3 : le corps humain et la santé

Le monde microbien et notre organisme

Situer l'évolution des idées sur la vaccination

E.TREHIOU, Juin 2016

Objets d'étude

Aux débuts de la vaccination : les vaccins de Pasteur et coll.

LE VACCIN DU CHOLÉRA DES POULES	LE VACCIN DU CHARBON DES RUMINANTS	LE VACCIN DE LA RAGE
Expérience de Pasteur sur le choléra des poules, 1880	Expérience de Pasteur sur le charbon, Pouilly-le-Fort, 1881	Expérience de Pasteur sur la rage, Joseph Meister, 1885

Démarche de réflexion

« Où vous êtes invités, si le courage vous prend de sortir d'un enseignement des sciences qui donne une image caricaturale de la science, à vous aventurer, avec un air futé, dans les ruelles étroites, tortueuses et parfois sombres, qui conduisent à montrer la science de jour ET la science de nuit¹ ».

1. D'après une communication de F.Jacob, Académie des sciences.

Documents type A**Vision simplifiée et souvent implicite de la nature de la science**

« Science de jour »¹ seule présentée, démarche scientifique idéalisée, importance des faits qui suggèrent d'eux-mêmes les théories, pas d'influences externes à la science, ...

Documents type A1 et exploitation des résultats d'expériences historiques sans prendre en compte ce caractère et en visant une interprétation à partir de (ou pour arriver aux) connaissances actuelles [anachronisme implicite].

Documents type A2 et tentative d'exploitation en lien avec une dimension historique mais trop élémentaire voire fausse.

Documents type B et exploitation qui conduit l'élève à intégrer une réelle dimension historique des savoirs et des démarches afin de percevoir quelques caractéristiques de la nature de la science.

Documents type B**Vers une vision plus complexe, plus proche de la réalité (et explicitée), de ce qui fait émerger un savoir**

Science de jour ET science de nuit¹ : importance des tâtonnements, des erreurs, des controverses, des impasses, ... lenteur et complexité d'une démarche scientifique.

Allers-retours entre théories, modèles ET faits observés et expérimentaux : les faits pénétrés par les idées, importance des théories et des modèles.

Influences au sein de la communauté scientifique ET rôle des facteurs extrascientifiques.

Comment amener l'élève à « situer dans son contexte historique et technique l'évolution des idées sur la vaccination » en apportant des éléments contribuant au dépassement chez l'élève d'une vision simplifiée, caricaturale, de la science ?

Au cœur du développement d'une « science des microbes », l'invention des premiers vaccins artificiels par Pasteur dans les années 1880 offre un support privilégié pour saisir comment se fait la science. Nous avons en effet à disposition les **cahiers de laboratoire de Pasteur** dans lesquels il consignait minutieusement à la fois les protocoles expérimentaux, les attentes et les résultats, les idées, le brouillon de textes destinés à la publication. ... Les chercheurs dans

les domaines de la construction des savoirs et de la nature de la science, se sont largement appuyés sur ces registres de laboratoire (actuellement disponibles au format numérisé en ligne, site Gallica de la BNF²) pour tenter de préciser la ***pensée en action de Pasteur***.

L'étude de ce corpus documentaire démontre que la domestication des microorganismes reste une **entreprise complexe, souvent gommée par la présentation qui en est faite en classe**, notamment à travers les manuels scolaires, contribuant implicitement à laisser à l'élève une vision simplifiée sinon caricaturale de la nature de la science. L'utilisation de tels documents « à la source » avec les élèves, avec toute la nuance nécessaire pour les rendre accessible et une modestie dans leur exploitation, trouve là tout son intérêt.

Un **premier volet de cette réflexion « épistémologique »** s'intéresse à l'invention du premier vaccin artificiel, le vaccin du choléra des poules. L'intention est de permettre à l'élève d'accéder à la complexité (et à la lenteur relative) du cheminement suivi par Pasteur et ses collaborateurs, en montrant notamment l'**ajustement progressif des idées et des expériences**, par comparaison avec la version « officielle » (celle qui correspond à l'article scientifique publié par le chercheur en synthèse de ses recherches), œuvre « géniale et solitaire ». Pour entrer dans cette réflexion de façon générale, on pourra se référer utilement à la [communication éclairante](#) de F.Jacob à l'Académie des sciences « [Le courage du chercheur](#) ».

D'autres volets à venir s'appuyant sur l'invention des vaccins du choléra des ruminants et de la rage permettront de compléter cette réflexion en s'intéressant à d'autres aspects de la « nature de la science » (controverses et relations entre chercheurs, influences extrascientifiques notamment).

Conseils généraux de mise en œuvre dans la classe pour veiller à une **modestie dans les attendus** :

- le principe de vaccination doit avoir été acquis au préalable, par exemple à partir de l'exploitation en première approche d'expériences historiques, notamment de celle du choléra des poules de Pasteur (approche type A) ;
- le cheminement expérimental présenté ici (approche de type B) n'a pas à être compris en détail : il s'agit davantage d'en avoir une **vision plus ou moins myope (« de loin »)** pour en **analyser les grands traits** et en sortir l'une ou l'autre caractéristique de la nature de la science.

Bibliographie sommaire

BALIBAR F. et PREVOST M.-L., Pasteur, cahiers d'un savant, CNRS Editions – BNF, Paris, 1995, 251p.

BAZIN H., L'histoire des vaccinations, John Libbey Eurotext, Montrouge (Paris), 2008, 471 p.

BAZIN H., Vaccination: a History, John Libbey Eurotext, Paris, 2011, 548 p.

MOULIN A.-M., L'aventure de la vaccination, Fayard, 1996, 500p.

2. Académie des sciences (France). Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences publiés par MM. les secrétaires perpétuels. 1835-1965.1880/01 (T90) --> 1880/06, site Gallica de la BNF, / et plus particulièrement le visualiseur.

Quelques éléments du contexte des recherches de Pasteur en 1878-1880 sur le choléra des poules

Quelques éléments de contexte extrascientifiques :

Suite à la défaite de Napoléon III face à la Prusse, la France devient progressivement républicaine. Entre 1870 et 1879, les républicains vont conquérir un électorat face aux monarchistes, jusqu'à la présidence de la République avec Jules Grévy, assurant les valeurs issues des Lumières et de la révolution française. Tout au long du XIX^{ème} siècle, la science est devenue un enjeu politique et économique et contribue à la grandeur de la nation.

Les pouvoirs politiques saisissent rapidement l'importance pratique de la science des microbes et Pasteur a toujours eu de bonnes relations avec le pouvoir politique :

- recherches sur la fermentation sous le Second Empire de Napoléon III. Pasteur, bonapartiste, dédie en 1869, ses études sur la maladie des vers à soie à l'impératrice Eugénie. Il courtise l'Empereur qui est généreux et qui finance les travaux d'agrandissement du laboratoire de la rue d'Ulm ;
- travaux sur la vaccination sous la III^{ème} République par laquelle il reçoit tous les honneurs (Grand officier de la légion d'honneur en 1878). Le gouvernement lui octroie une rente à partir de 1874 pour services rendus. Le Ministre de l'Agriculture, Teisserenc de Bort, a donné à Pasteur, le 10 août 1878, la mission « d'étudier les moyens préventifs ou curatifs » contre le charbon spontané en Beauce. Il en fut de même pour Toussaint, chargé de la mission de rechercher « dans le pays où sévit le charbon, comment la bactérie ou les germes pénètrent dans l'organisme ».

Quelques éléments de contexte au sein de la science des microbes : Pasteur dans la recherche du moment (on pourra lire le chapitre « la mémoire immunitaire » dans l'ouvrage de Rémi CADET, l'invention de la physiologie, Belin, 2008).

Mais vers 1870, les progrès de la lutte préventive contre les maladies infectieuses sont plus ou moins à l'arrêt, les épidémies continuent à décimer l'espèce humaine et ruinent épisodiquement l'économie rurale :

- la vaccination jennérienne a nettement amélioré le problème majeur de la variole humaine mais rien de plus ;
- les essais de variolisation au sens large du terme, c'est-à-dire l'inoculation d'autres germes, comme celui chez l'homme de la rougeole (1759) ou de la syphilis (1844) ont conduit à des résultats décourageants : cette voie de recherche s'avère sans issue ;
- l'hygiène n'a pas notablement progressé dans les campagnes.

Dans le débat entre contagionnistes (maladies contractées par des germes transmissibles) et infectionnistes (maladies causées par la saleté et les miasmes qui s'en dégagent), Pasteur est encore indécis en 1876 lorsqu'il reprend ses recherches en s'intéressant cette fois-ci aux maladies contagieuses. A partir de son travail sur le vibrion septique publié au mois d'avril 1878 dans sa communication sur La théorie des germes Pasteur devient un des partisans les plus actifs de l'origine microbienne des maladies contagieuses. C'est dans ces recherches également que Pasteur a pour la première fois évoqué le concept de variations de virulence en fonction des milieux de culture.

Ce qui manquait à Pasteur au début de ses recherches pour un vaccin contre le choléra des poules, sa conception du mécanisme de l'immunité (et l'interprétation actuelle qui peut en être faite) :

Pasteur n'a aucune idée précise sur les moyens d'obtenir la variation de virulence (et encore moins sur sa cause biologique).

- Les recherches des procédés d'atténuation de la virulence par Pasteur se fond dans une conception lamarckienne (transformation directe des propriétés d'un être vivant par le milieu et transmission aux générations suivantes) et de manière empirique (tests de procédés divers et variés) : il lui a fallu plus d'une année (entre l'été 1879 et l'automne 1880) pour maîtriser, définir (et rendre public le 26 octobre 1880 puis dans les détails le 28 février 1881) un processus d'atténuation de la virulence du microbe du choléra des poules en changeant les conditions de culture du microorganisme (y compris à travers le passage d'une espèce à une autre).
- Au final, c'était pour lui l'action de l'oxygène de l'air qui diminuait la toxicité du microbe en s'exerçant pendant plusieurs mois sur la population bactérienne.
- Koch et ses élèves ont largement critiqué cette explication : pour eux la baisse de virulence était due à l'introduction non-contrôlée dans la culture d'un microbe étranger (et donc à un travail mal exécuté).

L'idée de Pasteur concernant le mécanisme de vaccination (la théorie de l'épuisement) comme celles de tous ses contemporains.

En août 1880, dans une lettre adressée au chimiste JB Dumas, Pasteur conçoit « l'organisme comme un milieu de culture qui par première atteinte du mal perdrait, sous influence de la culture du parasite, des principes que la vie n'y ramènerait pas ou qu'après un certain temps ». Ainsi selon Pasteur, l'immunité serait donc due à l'épuisement par la vie du microbe d'un facteur qui lui est nécessaire et qui se trouve dans l'organisme hôte (par exemple un élément rare comme le césium ou le rubidium récemment découverts en 1861). Cela expliquait aussi les variations de virulence d'une espèce à une autre en fonction de la quantité de cette substance disponible.

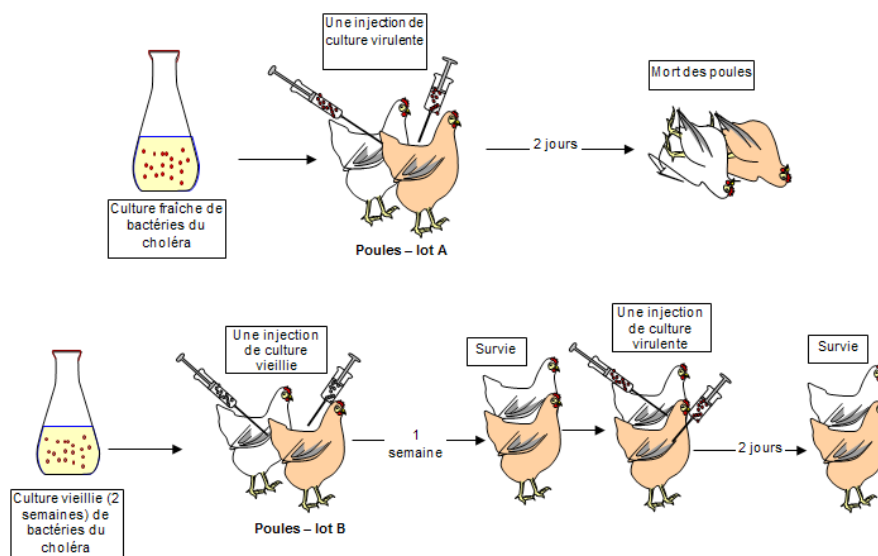
*L'interprétation actuelle a montré que le vieillissement à l'air des souches de *Pastorella multocida* (la bactérie responsable du choléra des poules) que Pasteur utilisait avait abouti à l'élimination de la souche pathogène, porteuse du plasmide de toxicité (un plasmide est un petit fragment circulaire d'ADN renfermant les gènes de la virulence). L'injection de cette population de microorganismes atténués provoque la production d'anticorps qui le protègent contre tous les microorganismes de même structure moléculaire, en particulier contre les microorganismes de même espèce mais contenant les plasmides de toxicité.*

Le vaccin du choléra des poules → Expérience de Pasteur sur le choléra des poules, 1880

Documents type A 1

Document 1 - Expériences sur le cholera des poules

Le choléra des poules décime les basses-cours. Il se traduit par un état d'hébétéude et de somnolence de l'oiseau, accompagné de diarrhées violentes, la mort survenant en général en 2 jours.



Quelques exploitations fréquemment proposées

- Expliquez le principe de la vaccination contre le choléra des poules.
- Décrivez l'expérimentation réalisée, comparez les résultats, mettez en relation avec le principe de la vaccination.
- Expliquez la mort des poules du lot A, la survie des poules du lot B. En déduire le principe de la vaccination en généralisant.

Limites de cette démarche

- Pas de contexte à l'origine de la conception de cette expérience.
- Accès limité à la « science de jour » telle que présentée a posteriori : pratique de la « démarche scientifique » tronquée en tout cas idéalisée vs « science de nuit », lent processus de maturation, de tâtonnement.
- Induction d'un savoir [et non « déduction »] à partir des résultats d'une expérience, vs « l'expérience n'est pas la science » : importance des idées, hypothèses, théories préalables.
- « accélération de la relation entre faits et idée » de par le temps limité pour l'exercice.

Le vaccin du choléra des poules → Expérience de Pasteur sur le choléra des poules, 1880

Documents type A2

Document initiateur possible

Extrait du documentaire-fiction « [Pasteur, portrait d'un visionnaire](#) », Alain Brunard (Extrait concernant le vaccin du choléra des poules : 16 mins 27 s – 20 mins).



Et éventuellement un document sur la variolisation et la première vaccination de Jenner.

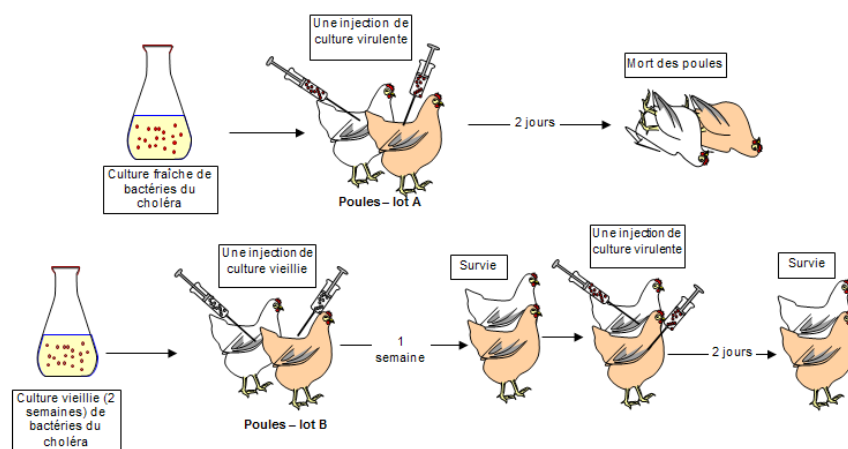
Au milieu du XIX^e siècle, le choléra des poules décime les basses-cours. Il se traduit par un état d'hébétéude et de somnolence de l'oiseau, accompagné de diarrhées violentes, la mort survenant en général en 2 jours.

À l'été 1879, Pasteur s'étant intéressé à cette maladie, constate que des cultures du « microbe » du choléra des poules laissées à l'étuve pendant les vacances, puis injectées à des poules ne rendent pas les animaux malades. Pasteur tente alors une expérience (voir document suivant). En 1881, il énonce le principe de la vaccination qui vient du mot vaccine en l'honneur de Jenner : « des microbes affaiblis ayant le caractère de ne jamais tuer, de donner une maladie bénigne qui préserve de la maladie mortelle ».

Document 1 - Pasteur et le cholera des poules vers 1880

« Prenons 40 poules. Inoculons en 20 avec le virus très virulent ; Les 20 poules mourront. Inoculons les 20 autres avec le virus atténué ; Toutes seront malades, mais elles ne mourront pas. Laissez-les se guérir, et revenons ensuite pour ses 20 poules à l'inoculation du virus très infectieux. Cette fois, il ne tuera pas. La conclusion est évidente ; La maladie se préserve d'elle-même... Le microbe affaibli qui n'amène pas la mort se comporte comme un vaccin. ... »
Communication de Pasteur à l'Académie des Sciences, 9 février 1880

Document 2 - Expérience de Pasteur à l'origine du vaccin du choléra des poules (Pasteur, 1880)



Exploitations fréquemment proposées

- Expliquez le principe de la vaccination contre le choléra des poules.
- Décrivez l'expérimentation réalisée, comparez les résultats, mettez en relation avec le principe de la vaccination.
- Expliquez la mort des poules du lot A, la survie des poules du lot B. En déduire le principe de la vaccination en généralisant **ce qu'avait découvert par hasard** Pasteur.
- Plus rarement, associé à deux documents concernant la variolisation et la première vaccination contre la variole développée par E. Jenner.
- Résumez la démarche qui conduit Pasteur à cette vaccination. Comparez les différentes vaccinations. En quoi celle de Pasteur a-t-elle une portée plus générale ?

Intérêt de cette démarche

Première approche du contexte historique : Les recherches de Pasteur pour conférer une immunité envers des maladies infectieuses à partir de 1876 (1878 pour le « modèle » du choléra des poules) interviennent alors que la technique de variolisation s'est répandue depuis le XVIII^{ème} siècle dans les cours européennes (inoculation du liquide des pustules d'un cas supposé léger de variole dans le but de protéger de cette maladie dans le futur), puis en masse dès le début du XIX^{ème} siècle avec la méthode de Jenner, « vaccination » de bras à bras (puis à partir d'une génisse vers 1880) avec utilisation de la vaccine (agent infectieux issu à l'origine d'une maladie des bovins proche de la variole, le cowpox).

Limites de cette démarche

- Le film introduit une partie du contexte des recherches à l'origine du vaccin du choléra des poules (recherches précédentes de Pasteur, vue du laboratoire, relations avec l'Académie de médecine), mais montre assez peu le tâtonnement de celles-ci et donc la complexité de la démarche suivie (et il met peu à l'avantage le travail pourtant essentiel des collaborateurs comme E. Roux, travail souligné par Pasteur dans ses communications aux Académies de sciences et de médecine, ou encore celui de H. Toussaint qui a fourni la souche de bactéries de choléra des poules à Pasteur).
- Accès limité à la « science de jour » telle que présentée à posteriori (pratique de la « démarche scientifique » tronquée en tout cas idéalisée) vs lent processus de maturation, de tâtonnement.

- Induction d'un savoir [et non « déduction »] à partir des résultats d'une expérience, vs « l'expérience n'est pas la science » : importance des idées, hypothèses, théories préalables.
- Le rôle du hasard dans les circonstances de cette « découverte » (on parle de *serendipity*, intervention d'un heureux hasard qui fait découvrir autre chose que ce que l'on cherche), vs « le hasard ne favorise que les esprits préparés » (Pasteur, 1854) : « Pasteur a trouvé précisément ce qu'il cherchait et le hasard ne l'a pas plus aidé qu'il n'est habituel au cours d'une longue recherche expérimentale... les cahiers de laboratoire montrent que les cultures des germes de choléra n'étaient point oubliées pendant l'été dans un coin de laboratoire... le hasard dans ce cas consiste plus dans ce cas dans le choix particulièrement heureux du modèle expérimental » (A.-M. Moulin, *L'aventure de la vaccination*, Fayard, 1996).

Le vaccin du choléra des poules → Expérience de Pasteur sur le choléra des poules, 1880

Documents type B

Document initiateur possible

Extrait du documentaire-fiction « [Pasteur, portrait d'un visionnaire](#) », Alain Brunard (Extrait concernant le vaccin du choléra des poules : 16 mins 27 s – 20 minutes).



Document 1 - Extraits d'une communication de Pasteur à l'Académie des Sciences, 9 février 1880

«...le fait de la non-récidive des maladies virulentes paraît général. L'organisme n'éprouve pas deux fois les effets de la rougeole, de la scarlatine, du typhus, de la peste, de la variole, de la syphilis, etc... ; du moins l'immunité persiste pendant un temps plus ou moins long. Quoique l'humilité la plus grande soit une obligation en face de ces mystères, j'ose penser que dans les faits qui vont suivre on trouvera des éclaircissements inattendus sur les problèmes que soulève l'étude des maladies virulentes.

Parfois se déclare dans les basses-cours une maladie désastreuse qu'on désigne vulgairement sous le nom de choléra des poules, l'animal en proie à cette affection est sans force, chancelant, les ailes tombantes... Une somnolence invincible l'accable. Si on l'oblige à ouvrir les yeux, il paraît sortir d'un profond sommeil, et bientôt les paupières se referment ; et, le plus souvent, la mort arrive sans que l'animal ait changé de place... La maladie est produite par un organisme microscopique, ...

Dans l'étude des maladies [infectieuses], la première et la plus utile condition à remplir est de se procurer un liquide où l'organisme infectieux puisse se cultiver facilement et toujours sans mélange possible avec d'autres organismes d'espèces différentes. L'urine neutralisée qui m'avait servi avec tant de succès pour [d'autres cultures] remplit ici très mal le double but dont il s'agit. Mais un milieu de culture merveilleusement approprié à la vie du microbe du choléra des poules est le bouillon de muscles de poule, neutralisé par la potasse et rendu stérile par une température supérieure à 100°C (110 à 115°C)...

Par certain changement dans le mode de culture, on peut faire que le microbe infectieux soit diminué dans sa virulence. C'est là le point vif de mon sujet. Je demande néanmoins la liberté de ne pas aller, pour le moment, plus avant dans ma confiance sur les procédés qui me permettent de déterminer l'atténuation dont je parle, autant pour conserver quelque temps encore l'indépendance de mes études que pour mieux en assurer la marche...

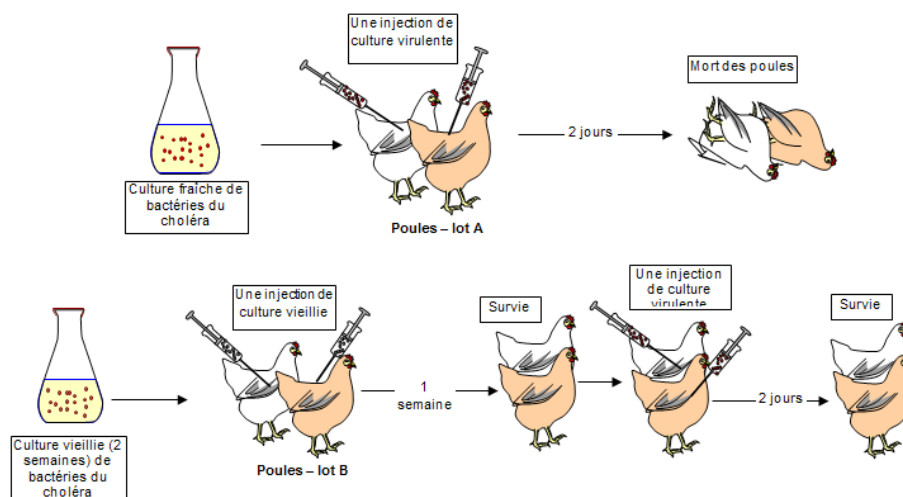
Prenons 40 poules. Inoculons en 20 avec le virus² très virulent ; les 20 poules mourront. Inoculons les 20 autres avec le virus atténué ; toutes seront malades, mais elles ne mourront pas. Laissez-les se guérir, et revenons ensuite pour ses 20 poules à l'inoculation du virus très infectieux. Cette fois, il ne tuera pas...

La conclusion est évidente. La maladie se préserve d'elle-même... Le microbe affaibli qui n'amène pas la mort se comporte comme un vaccin... C'est, d'une part, l'espoir d'obtenir des cultures artificielles de tous les virus, de l'autre, une idée de recherche des virus vaccins des maladies virulentes qui ont désolé à tant de reprises et désolent encore tous les jours l'humanité, et qui sont une des grandes plaies de l'agriculture dans l'élevage des animaux domestiques...

C'est un devoir et un plaisir pour moi d'ajouter, en terminant, que dans ces délicates et longues études j'ai été assisté, avec beaucoup de zèle et d'intelligence, par MM. Chamberland et Roux. »

Document 2 - Schéma habituellement utilisé dans les manuels scolaires pour résumer l'expérimentation présentée par Pasteur dans sa communication concernant le vaccin du choléra des poules à l'Académie des sciences le 9 février 1880

(Source : Alain Galien, 2013, [banque de schémas SVT de l'académie de Dijon](#))

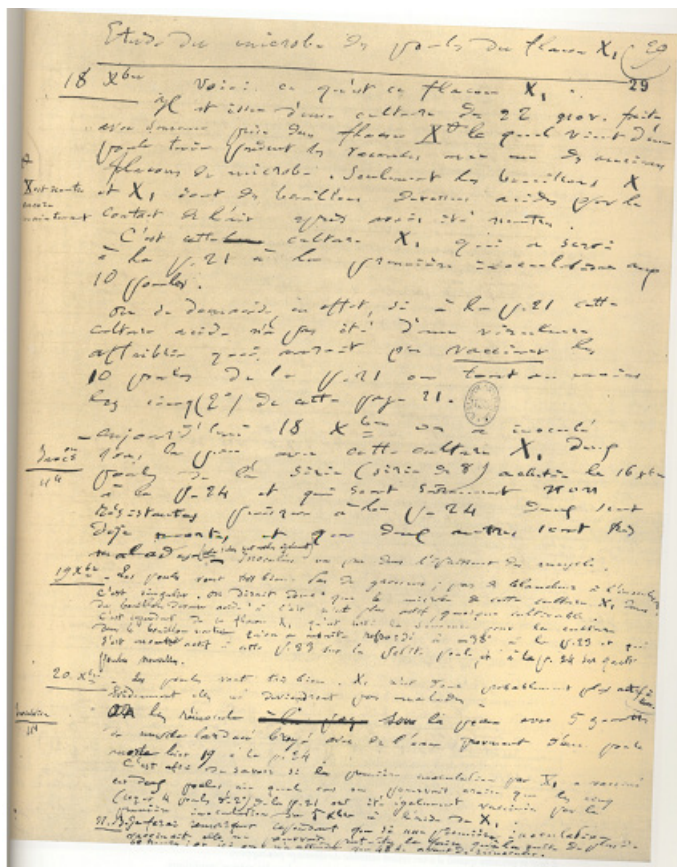


3. Le terme de virus s'appliquait alors à l'ensemble des microorganismes pathogènes et non aux seuls virus identifiés au début du siècle suivant.

Étude du microbe des poules du flacon X1

Document 3 - Extrait d'un cahier de laboratoire de Pasteur et sa retranscription, 18 au 20 décembre 1879

(Louis Pasteur. Papiers. I — REGISTRES DE LABORATOIRE ET CAHIERS DIVERS. I-CVI Registres de laboratoire. LXXIX-CVI Recherches sur les maladies virulentes. XCII 8e cahier. Du 17 novembre 1879 au 30 avril 1880.- 1801-1900, Bibliothèque nationale de France, Département des manuscrits, NAF 18014, page 32/151)



X est neutre encore maintenant	18 X^{bre} Voici ce qu'est ce flacon X₁. Il est issu d'une culture du 22 nov. faite avec semence prise dans flacon X⁰ le quel vient d'une poule tuée pendant les vacances avec un des anciens flacons de microbe. Seulement les bouillons X et X₁ sont des bouillons devenus acides par le contact de l'air après avoir été neutres. C'est cette levure culture X₁ qui a servi à la p. 21 à la première inoculation aux 10 poules. On se demande, en effet, si à la p. 21 cette culture acide n'a pas été d'une virulence affaiblie qui aurait pu vacciner les 10 poules de la p. 21 ou tout au moins les cinq (2°) de cette page 21. Aujourd'hui 18 X^{bre} on a inoculé sous la peau, avec cette culture X₁ deux poules de la série (série de 8) achetée le 16 X^{bre} à la p. 24 et qui sont sûrement non résistantes puisque à la p. 24 deux sont déjà mortes et que deux autres sont très malades - (nota - elles sont mortes également) — Inoculées un peu dans l'épaisseur du muscle.
Inocou 11h	19 X^{bre} Les poules vont très bien. Pas de grosseur ; pas de blancheur à l'inoculation. C'est singulier. On dirait donc que le microbe de cette culture X₁ dans du bouillon devenu acide à l'air n'est plus actif, quoique cultivable. C'est cependant de ce flacon X₁ qu'est sortie la semence pour la culture dans le bouillon neutre qu'on a ensuite refroidi à -38° à la p. 23 et qui s'est montré actif à cette p. 23 sur la petite poule, et à la p. 24 sur quatre poules nouvelles.

**Inoculation
11h****20 X^{bre}**

- Les poules vont très bien. X^l n'est donc probablement plus actif. Évidemment elles ne deviendront pas malades — à tuer.

On les réinocule sous la peau avec 5 gouttes de muscle lardacé broyé avec de l'eau provenant d'une poule morte hier 19 à la p. 24.

C'est afin de savoir si la première inoculation par X^l a vacciné ces deux poules, auquel cas on pourrait croire que les cinq (coq et 4 poules du 2°) de la p. 21 ont été également vaccinées par la première inoculation du 5 X^{bre} à l'aide du X^l.

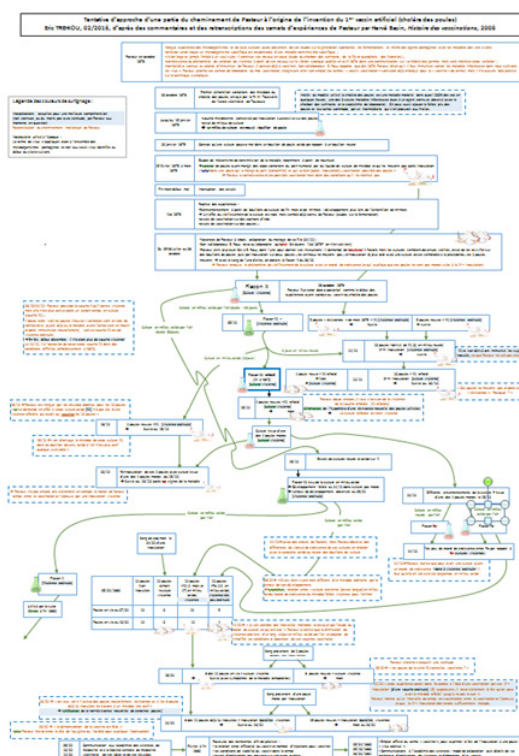
N.B. Je ferai remarquer cependant que si une première inoculation vaccinait elle ne pourrait peut-être le faire qu'à la suite de plus de 48 heures ; or ici on n'a attendu que 48 h. avant de réinoculer.

Cliquer pour obtenir Document annexe « [Situer l'évolution des idées sur la vaccination - Etude du microbe des poules du flacon X1](#) »

Document 4 - Présentation chronologique entre octobre 1878 et février 1880 de la première partie du cheminement de Pasteur à l'origine de l'invention du premier vaccin artificiel du choléra des poules

E.TREHIOU, Académie de Strasbourg, 01/2016, d'après des commentaires et des retranscriptions des cahiers de laboratoire de Pasteur par Hervé Bazin, *Histoire des vaccinations*, 2008.

[Cliquer sur l'image](#) pour l'obtenir en taille réelle au format A3.



Exploitation proposée**Le document initiateur permet d'amorcer la séquence :**

on cherche à comprendre comment « fonctionne » la science, à dégager quelques éléments de la nature de la science, à partir d'un exemple précis (l'invention du premier vaccin artificiel par Pasteur vers 1880) avec l'intention de toujours mettre en doute ses propres idées à ce sujet (et notamment ce que laisse à penser cet extrait de documentaire-fiction...).

On peut imaginer une évaluation diagnostique rapide en lien avec les éléments de la nature de la science que l'on cherche à expliciter dans la suite de cette situation.

Plusieurs variantes sont possibles pour la mise à disposition des documents :

- les documents 1 et 2 sont donnés dans un premier temps, puis complétés par les documents 3 et 4 après une première production d'élèves éventuellement mise en commun ;
- l'ensemble des documents est fourni dès le début.

Une organisation de la classe en petits groupes est souhaitable pour confronter les idées et favoriser les échanges à l'oral

On veillera cependant à ménager un premier temps de travail individuel, voire un autre en deuxième partie de travail (variante avec documents 3 et 4 donnés dans un second temps).

La composition des groupes peut être à hétérogénéité variée (voulue et contrôlée) ou plus homogène. Dans le premier cas, on peut proposer le niveau 3 ou le niveau 2 à tous pour démarrer, et garder le niveau 2 ou le niveau 1 pour une aide potentielle, en plus des aides directes du professeur. Dans le second cas, on peut répartir les niveaux suivant les groupes.

Plusieurs niveaux d'exploitation sont proposés permettant une différenciation**NIVEAU 3**

[Précision à destination du professeur : ce niveau permet d'engager les échanges, laissant une grande liberté dans les propositions des élèves ; les précisions en italique sont à donner lorsque tous les documents sont mis à disposition des élèves]

Identifiez quelques étapes et quelques caractéristiques de l'activité scientifique en vous appuyant sur les recherches de Pasteur à l'origine du vaccin du choléra des poules.

Vous vous intéresserez tout particulièrement aux étapes réellement suivies au laboratoire de Pasteur (Documents 3 et 4), en comparaison avec la présentation faite :

- en classe en première approche (document 2) ;
- par Pasteur à l'Académie des sciences (Document 1).

Tout type de production écrite est possible, les documents pouvant aussi être directement annotés.

NIVEAU 2 (avec aides éventuelles)

1. À partir de la présentation faite par Pasteur à l'Académie des sciences (document 1), et du schéma correspondant, habituellement présenté au grand public (document 2), **indiquez les grandes étapes de la démarche qui a conduit Pasteur au premier vaccin artificiel (vaccin du choléra des poules).**

Vous pouvez répondre sous forme d'un schéma ou d'une liste d'étapes, en vous appuyant sur les différents paragraphes du texte proposé.

2. À partir de ce travail, **précisez quelques éléments de la nature de la science en indiquant comment Pasteur a progressé dans sa démarche.**

Vous pouvez utiliser certains des termes habituellement utilisés pour décrire une activité scientifique (expérience, idée, théorie, hypothèse, observation, résultat d'expérience, conclusion, modèle expérimental, problème...).

3. À partir des cahiers de laboratoire de Pasteur (document 3) et du cheminement qui en a été reconstitué (document 4), **recherchez les grandes étapes identifiées précédemment (les documents 3 et 4 ne sont pas à comprendre en détail).**

Vous pouvez directement annoter le document 4 en y plaçant les grandes étapes (traits de couleur...), en repérant notamment celle qui correspond au document 2 mais aussi au document 3.

4. À partir de l'ensemble des documents et de votre travail, **précisez à nouveau quelques éléments de la nature de la science en indiquant comment Pasteur a mené sa démarche.**

*Vous pouvez utiliser certains termes qui ne sont **pas** habituellement utilisés pour décrire une activité scientifique (**en étant à l'affût** des termes qui vous viennent spontanément à l'esprit à la lecture des documents 3 et 4), en vous intéressant à préciser les différences entre :*

- la durée des grandes étapes ainsi repérées par rapport à votre idée de départ issue de la lecture des documents 1 et 2 ;
- les idées de Pasteur notées dans ses cahiers par rapport à celles présentées très clairement dans le document 1 ;
- l'expérimentation réellement effectuée à partir de ses cahiers et celle présentée au final aux académiciens (et dans les manuels) pour confirmer ses idées ;
- Mais en cherchant aussi à choisir entre le rôle prépondérant (ce qui a eu le plus d'importance dans la démarche suivie par Pasteur d'après vous) :
 - du hasard ou de la persévérance ;
 - des idées ou des expériences ;
 - d'hypothèses clairement formulées ou d'hypothèses qui restent sous forme de pressentiments vagues, de sensations brumeuses, d'intuitions...

NIVEAU 1

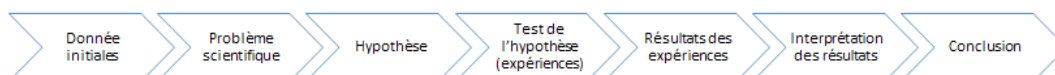
Aide à la question 1 :

Utiliser les propositions suivantes, à mettre dans l'ordre et à relier aux différents paragraphes du texte (document 1), en entourant les parties concernées et en notant la proposition correspondante à côté.

- Il décrit et donne le résultat d'une expérience avec des poules.
- Il remercie ses collaborateurs.
- Il décrit son modèle d'étude, le microorganisme du choléra de la poule.
- Il indique qu'il a obtenu l'atténuation du microorganisme en agissant sur le milieu de culture.
- Il fait le lien avec un vaccin et précise l'espoir que cela permet pour l'humanité.
- Il rappelle la notion commune de la non-récidive observée pour les maladies transmissibles.
- Il recherche un milieu de culture du microorganisme correspondant à la maladie étudiée.

Aide à la question 2 :

En première approche, une démarche scientifique reprend dans l'ordre les étapes suivantes :



Aide à la question 4 :

Discutez les propositions à partir de l'étude de l'activité scientifique de Pasteur retranscrite ici :

1. La durée d'une démarche scientifique en classe correspond à peu près à la durée de la démarche correspondante réalisée par le chercheur dans son laboratoire.
2. Il y a une seule méthode scientifique que tous les scientifiques suivent, avec des étapes imposées.
3. Les expériences présentées en classe (ou dans les articles scientifiques) reprennent exactement la démarche suivie par le chercheur.
4. Les résultats d'expérience donnent d'eux-mêmes LA conclusion.
5. L'activité d'un scientifique est de réaliser des expériences et ne comporte pas de créativité.