FONDATION La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

LOUIS PASTEUR 1822 – 1895

Séquence de classe

La gloire de Pasteur, la vaccinologie

Projet Pasteur – Germes & vaccins
Cycle 4

Résumé et objectifs	Cette séquence porte sur la vaccinologie, discipline qui se focalise sur la production de vaccins comme moyen de lutte contre les maladies infectieuses principalement. En SVT, il s'agira d'aborder le principe de la vaccination et les conditions qui ont permis sa découverte. En mathématiques, le cas de la rage illustre le moment où la médecine s'est confrontée à une nouvelle catégorie de pathogènes alors impossibles à observer, car de très petite taille : les virus. C'est l'occasion de mener un travail sur la proportionnalité, les unités de mesure et les différentes échelles d'organisation du monde. Enfin, la mise au point du vaccin contre la rage représente encore aujourd'hui un épisode marquant de l'histoire des sciences. Nous l'étudierons sous un angle scientifique, historique, artistique et littéraire, en croisant différents documents, notamment un récit biographique poignant.
Disciplines engagées	SVT, mathématiques, histoire, français, EMI

La compréhension des mécanismes qui sous-tendent le fonctionnement des vaccins, leur production et les méthodes pour évaluer leur efficacité et leur sécurité revêt aujourd'hui une importance fondamentale. Le recours à l'histoire permet d'aborder le sujet avec une distance bienvenue.

Il peut sembler étonnant d'aborder la vaccination avant l'étude du système immunitaire, comme cela est classiquement réalisé. Pourtant, l'histoire des sciences nous apprend que la vaccination, puis les vaccins ont été découverts grâce à une approche empirique et de multiples allers-retours entre observations et expérimentations, bien avant que nous n'ayons pu envisager une explication à ces phénomènes.

La séquence s'ouvre par une étude des travaux de Jenner. L'enseignant peut commencer par récolter les préconceptions des élèves : qu'est-ce qu'un vaccin ? Comment fonctionne-t-il ? Les élèves auront certainement beaucoup d'idées et d'interrogations sur le sujet. Il est intéressant qu'ils puissent les exprimer en début de séquence, même si des réponses seront données tout au long des différentes activités.

Avant de commencer…

Le concept de vaccination est si familier que l'on peut surestimer le niveau de compréhension que l'on en a. En sciences cognitives, on parle d'une **illusion de profondeur explicative**. Pour que les élèves parviennent à s'approprier des concepts scientifiques majeurs, il est légitime d'y consacrer un effort pédagogique supplémentaire. Dans les activités 1, 2 et 4 de cette séquence, nous présentons une manière de faire : exposer plusieurs fois les élèves au principe de la vaccination, en s'appuyant sur

différents exemples historiques, chacun ancré dans un contexte différent. L'objectif est d'amener les élèves à percevoir la structure profonde du concept de vaccination (en faisant ressortir les points communs à toutes les situations, quelles que soient les époques ou les maladies traitées). Pour guider les élèves, nous leur proposons de remplir, pour chaque cas étudié, la grille ci-dessous.

<table>
<tr><td colspan="3">Cas n°</td></tr>
<tr><td colspan="3">Qui étai(en)t le(s) sujet(s) concerné(s) ?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Humain</td><td>Animal non humain</td></tr>
<tr><td colspan="3">Le sujet a été inoculé par une substance qui l'a protégée par la suite. L'inoculation de cette substance était-elle accidentelle ou volontaire ?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Accidentelle</td><td>Volontaire</td></tr>
<tr><td colspan="3">Que contenait la substance inoculée au sujet ?</td></tr>
<tr><td>Le micro-organisme responsable de la maladie dont on veut se protéger.</td><td>Un autre micro-organisme, similaire à celui responsable de la maladie dont on veut se protéger.</td><td>Le micro-organisme responsable de la maladie dont on veut se protéger, mais sous une forme rendue inoffensive (non pathogène).</td></tr>
<tr><td colspan="3">Le sujet présentait-il des symptômes de la maladie au moment où il a été inoculé ?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oui</td><td>Non</td></tr>
<tr><td colspan="3">Cette inoculation a-t-elle pu rendre le sujet malade ?</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oui, certaines fois le sujet contracte ainsi la maladie</td><td>Non, sauf de légers symptômes (rougeur, fièvre…)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Le sujet est-il tombé malade lorsqu'il a été ensuite confronté à la maladie ?
Note : Si plusieurs sujets ont été testés en même temps, donner la tendance générale.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oui</td><td>Non, il était immunisé</td></tr>
</table>

Les grilles seront remplies à l'issue de chaque activité, sous la forme d'un bilan. Elles seront reprises une dernière fois après l'Activité 4. La comparaison de l'ensemble des grilles permet de conclure que la vaccination est une inoculation (volontaire dans la majorité des cas) d'une forme inoffensive du pathogène responsable de la maladie dont on cherche à protéger l'individu. Lorsque l'individu reçoit cette inoculation, il peut déclencher des symptômes, mais dans la très grande majorité des cas, ils resteront mineurs. L'individu est ensuite immunisé, c'est-à-dire qu'il a une plus faible chance de tomber gravement malade s'il rencontre ultérieurement le micro-organisme pathogène.

Activité 1 : La première vaccination

Résumé	
Disciplines	SVT
Déroulé et modalités	Les élèves vont prendre connaissance de différentes études de cas menées par Edward Jenner, le père de la vaccination. En comparant les histoires de ces personnages, ils découvriront le principe de la vaccination.
Durée	1 heure
Matériel	• Fiches *Études de cas* (Annexe 1)

Message à emporter

Le principe de la vaccination consiste à mettre un organisme en contact d'un microbe pathogène modifié (ou une molécule modifiée du microbe) de manière à déclencher une réaction immunitaire contre la maladie, mais sans provoquer la maladie elle-même. Si l'organisme vacciné vient ultérieurement à entrer en contact avec le même microbe pathogène, sa réaction immunitaire sera plus efficace que s'il n'avait pas été vacciné.

Phase 1 : Une plongée dans l'histoire

L'enseignant présente à la classe le contexte historique de la situation. Il pourra s'inspirer du texte suivant :

Il y a fort longtemps, on avait remarqué qu'on ne pouvait pas avoir deux fois la même maladie. C'était notamment le cas d'une maladie terrible et très contagieuse, la variole, qui couvrait le corps des victimes de pustules pleines de pus et entraînait des infections qui se révélaient mortelles. Une pratique consistait alors à mettre en contact des enfants en bonne santé avec le pus d'un malade, pour éviter qu'ils ne contractent la maladie à un moment de leur vie où ils seraient plus fragiles. Cette technique était cependant risquée. Au XVIIIe siècle, un médecin anglais, **Edward Jenner** (1749-1823), met au point une technique bien plus sûre : la vaccination.

Phase 2 : Études de cas

Les élèves sont répartis par groupes. Au cours de la séance, ils vont découvrir quatre histoires :

- la première concerne la variolisation ;
- les trois autres sont des études de cas menées par Jenner, dont l'une est devenue très célèbre car elle correspond à la toute première vaccination d'un être humain.

Les élèves doivent lire chaque histoire et focaliser leur attention sur le point suivant : comment protège-t-on les individus de la variole ? Pour chacun des quatre cas présentés (les enfants variolisés, Sarah Portlock, Madame H. et James Phipps), les élèves doivent remplir une grille-bilan (cf. p. 2).

Il est possible d'organiser la séance de la façon suivante : dans un premier temps, des groupes de quatre élèves sont constitués et chaque élève du groupe reçoit un scénario. Dans un deuxième temps, les élèves de la classe ayant lu le même scénario se regroupent : l'enseignant s'assure de leur bonne compréhension du texte. Dans un troisième temps, les élèves reforment les groupes initiaux et partagent les informations collectées. Dans un dernier temps, ils remplissent les grilles-bilan.

Éléments de correction

Le tableau suivant, à destination de l'enseignant uniquement, présente de manière synthétique les différents cas étudiés.

Scénarios	Éléments clés du scénario	Points communs avec les autres scénarios	Différences avec les autres scénarios
A **Lady Montagu**	Il s'agit de variolisation : on inocule la maladie à partir du pus d'un individu faiblement malade.	Comme dans B, C et D : il s'agit de protéger l'individu d'une forme grave de la maladie en lui inoculant une forme atténuée.	Pour obtenir la forme atténuée, on choisit des individus faiblement malades. Mais c'est bien la variole que l'on injecte. Cette pratique est relativement efficace, mais assez dangereuse.
B **Sarah Portlock**	SP a été naturellement infectée avec la vaccine. Elle n'a pas attrapé la maladie quand elle a nourri son enfant malade de la variole, ni après variolisation.	Comme dans B, C et D : il s'agit de protéger l'individu d'une forme grave de la maladie en lui inoculant une forme atténuée. Comme dans C et D : on inocule les patients avec la vaccine et non la variole. Comme dans C : la première inoculation a été accidentelle.	Contrairement au cas A, l'individu a été mis en contact avec la vaccine et non la variole humaine. Contrairement aux cas A et D, l'inoculation initiale n'est pas volontaire.
C **Madame H.**	Mme H. a été naturellement infectée avec la vaccine. Elle n'a pas attrapé la maladie quand elle s'est occupée de ses parents malades, ni après variolisation.	Comme dans B, C et D : il s'agit de protéger l'individu d'une forme grave de la maladie en lui inoculant une forme atténuée. Comme dans C et D : on inocule les patients avec la vaccine et non la variole. Comme dans B : la première inoculation a été accidentelle.	Contrairement au cas A, l'individu a été mis en contact avec la vaccine et non la variole humaine. Contrairement aux cas A et D, l'inoculation initiale n'est pas volontaire.

D **James Phipps**	JP se voit injecter du pus d'une personne contaminée par la vérole de vache. Il ne tombera pas malade après variolisation.	Comme dans B, C et D : il s'agit de protéger l'individu d'une forme grave de la maladie en lui inoculant une forme atténuée. Comme dans C et D : on inocule les patients avec la vaccine et non la variole.	Contrairement au cas A, l'individu a été mis en contact avec la vaccine et non la variole humaine. Contrairement aux cas B et D, l'inoculation initiale est volontaire. Elle se fait depuis un individu atteint de vaccine et non directement par une vache infectée.

Voici quelques éléments de correction relatifs aux grilles que les élèves doivent remplir :

- Les individus variolisés se voient injecter le micro-organisme responsable de la maladie dont on souhaite les protéger. Des accidents arrivent et certains individus sains en meurent.
- Dans les scénarios B et C, les inoculations sont involontaires, mais elles correspondent bien à des cas de vaccination.
- Dans les scénarios B, C et D, on inocule un micro-organisme similaire, mais pas identique à celui responsable de la maladie. On dit que Jenner a découvert la vaccination, mais que c'est Pasteur qui, le premier, a mis au point un vaccin en rendant inoffensif le pathogène responsable de la maladie (cf. Activité 2).
- Dans le scénario D, on illustre la toute première vaccination volontaire d'un être humain.

À l'issue de l'activité, l'enseignant peut résumer la découverte de Jenner. Le scientifique a étudié la vaccine (ou vérole de vache). Vaccine vient de *vacca* – la vache en latin – car c'était une maladie de bovins, mais il arrivait que les vachères puissent la contracter. Elles développaient alors quelques pustules passagères, mais rien de plus.
Jenner a établi un lien entre cette maladie et une maladie humaine bien plus grave : la variole. Il a notamment remarqué que les vachères qui contractaient la vaccine n'attrapaient généralement pas la variole. On retrouve l'idée de « non-récidive » : il est fréquent qu'une fois qu'on a contracté une maladie, on ne peut généralement pas l'avoir une seconde fois. Sauf que dans le cas précis, il ne s'agissait pas exactement de la même maladie ! La vaccine semblait donc être une forme atténuée pour l'organisme de la terrible variole.
Jenner a testé son idée en réalisant la première vaccination de l'histoire : il a conféré une immunité à un enfant en lui inoculant du pus d'une personne ayant contracté la vaccine. Pour prouver que l'enfant était bien immunisé, il lui a injecté la variole et a montré qu'il ne déclenchait pas les symptômes de la maladie.

Activité 2 : Le premier vaccin

Résumé	
Disciplines	SVT, français (en prolongement optionnel)
Déroulé et modalités	À l'aide d'un livret, les élèves retracent quelques grandes étapes de la découverte du premier vaccin. Ils comprendront que la démarche scientifique est une entreprise longue, complexe et faite de tâtonnements.
Durée	1 heure
Matériel	• Livret d'enquêtes et carnet à remplir (Annexe 2) • Cartes *Poules* à imprimer en couleur recto-verso (Annexe 3)

Messages à emporter

Une des techniques de production des vaccins consiste à présenter à l'organisme des agents pathogènes atténués. L'organisme déclenche ainsi une réaction immunitaire contre ces microbes, sans attraper la maladie elle-même. Si par la suite, l'organisme rencontre réellement le pathogène actif, il pourra se défendre de manière bien plus efficace qu'en l'absence de vaccination.

La production de savoirs est le résultat d'une démarche longue et exigeante. C'est à ce prix que l'on peut obtenir des connaissances fiables et dignes de confiance.

Phase 1 : Une plongée dans l'histoire

Note : L'activité permet de présenter le principe de la vaccination, tout en faisant vivre aux élèves une expérience plus réaliste du processus de découverte scientifique (cf. conclusion). Il est suggéré de donner, en amont de l'activité, une présentation claire du processus de vaccination (grâce à l'Activité 1 ou de manière transmissive).

L'enseignant présente à la classe le contexte historique de la situation. Il pourra s'inspirer du texte suivant :

En 1878, **Louis Pasteur** (1822-1895) pense de manière récurrente au défi de la vaccination. Il répète sans cesse à ses collaborateurs : « Il faut immuniser contre les maladies infectieuses dont nous cultivons les virus. » Comprendre une maladie (Séquence 1), puis isoler l'agent responsable de cette maladie (Séquence 2) ne sont que les deux premières étapes d'un processus qui doit se terminer par l'élaboration d'un vaccin. Pasteur connaît les travaux de Jenner ; mais comment vacciner lorsqu'il n'existe pas une maladie similaire à la maladie que l'on combat ? Pasteur cherche une autre technique, qui pourrait fonctionner pour toutes les maladies infectieuses…

Phase 2 : Une enquête de longue haleine

L'enseignant explique aux élèves qu'ils vont mener une enquête difficile sur les traces de Louis Pasteur. Ils vont étudier une maladie nommée choléra des poules, qui touche les animaux domestiques. Par groupes, les élèves disposent d'un livret : ils doivent lire le scénario chapitre par chapitre et prendre des décisions. Ils ont également un jeu de cartes qui représentent des poules sur lesquelles ils vont réaliser leurs expériences. Les cartes sont mises à la disposition des élèves faces cachées ; ils devront les étaler sur la table quand le livret le leur indiquera.

Les élèves jouent ensuite en autonomie. Ils lisent le texte du chapitre 1, répondent aux questions et poursuivent leur enquête. S'il leur est demandé de réaliser des expériences, leurs choix les conduiront à piocher un certain nombre de cartes *Poules*, d'une certaine couleur (les cartes doivent donc être imprimées en couleur sur leur verso). Nous proposons un carnet de notes (Annexe 2) à compléter pour limiter le temps que les élèves passent à rédiger (car il y a de nombreuses expériences consécutives).

Note : Les cartes ont deux couleurs au verso (pour brouiller les pistes). Si on demande aux élèves de piocher une carte verte, ils doivent comprendre qu'il leur faut piocher une carte dont l'une des couleurs est le vert.

Éléments de correction

Chapitre 1
Bien que coûteux pour l'industrie agricole, le choléra des poules n'est alors pas la pire des maladies infectieuses que doit affronter le monde rural. Mais d'autres éléments incitent Pasteur et ses assistants à se focaliser sur cette maladie : les poules sont faciles à se procurer pour réaliser les expériences ; la maladie se déclare rapidement, ce qui rend les expériences plus courtes ; elle est également mortelle dans la plupart des cas, ce qui rend les résultats plus faciles à interpréter ; enfin, la bactérie responsable de la maladie a déjà été découverte, ce qui facilite les nouvelles recherches.

Chapitre 2
Le chapitre 2 nous emmène dans les rues de Paris, grâce à un extrait du roman *Le Ventre de Paris*, d'Émile Zola. C'est l'occasion d'un travail interdisciplinaire avec l'enseignant de lettres. Si cela n'est pas envisageable, il vaut mieux retirer le texte car il est difficile à lire. L'élève doit ensuite poser l'ensemble des cartes *Poules* sur la face verso (en couleur) pour représenter le marché. Deux poules sont alors achetées au marché et inoculées avec la culture de bactéries. Les deux vont mourir, ce qui témoigne de la virulence de la culture (les bactéries prélevées sur le coq sont donc bien vivantes et mortelles).

Chapitre 3
Les expériences scientifiques ne durent pas une heure comme c'est souvent le cas en classe, mais des semaines, des mois, voire des années. Les scientifiques doivent donc être rigoureux et conserver une trace de toutes les expériences menées et de tous les résultats obtenus.

Chapitre 4
Si les élèves choisissent de travailler durant l'été, ils récoltent un indice supplémentaire : des cultures « vieillies » de bactéries peuvent se montrer moins virulentes (Pasteur avait déjà conscience de ce fait grâce à ses études sur les fermentations). C'est une surprise de constater qu'il existe des variations

entre ces micro-organismes, mais Pasteur a l'idée d'y voir une aubaine : en inoculant un organisme sain avec des bactéries moins virulentes, on peut envisager de lui procurer une immunité, comme avait pu le faire Jenner en son temps.

Chapitre 5
Beaucoup d'histoires ont été racontées sur cet été de 1879. Toujours est-il qu'une culture vieillie (laissée au contact de l'air pendant les vacances) a été utilisée pour inoculer des nouvelles poules. Celles-ci ont survécu, confirmant la perte de virulence de cette culture. La conclusion qui aurait pu s'imposer était que les bactéries étaient toutes mortes et bonnes à jeter.

Chapitre 6
La culture vieillie semble donc être inutile pour la suite des expériences. À moins que… Les élèves peuvent réfléchir à une alternative, mais ils sont surtout invités à discuter avec M. Pasteur en personne, qui leur propose d'infecter deux nouvelles poules après quelques jours.

Chapitre 7
L'inoculation de ces bactéries va tuer les poules. Elles n'étaient donc pas mortes et se montrent capables, après un certain temps, de redonner une culture active. Si le contact avec l'air ne les a pas tuées, elles semblent être devenues moins virulentes – un peu comme y était parvenu Jenner, mais par un tout autre moyen (cf. Activité 1). Pasteur va cependant plus loin car il provoque expérimentalement cette perte de virulence (même s'il ne sait pas précisément pourquoi ni comment).
Une nouvelle expérience est mise en place pour tester cette hypothèse. Le flacon X contient une culture d'une souche supposée virulente. Les élèves peuvent proposer de la faire vieillir au contact de l'air pendant 45 jours pour reproduire les conditions de la culture vieillie pendant les vacances.

Les résultats expérimentaux que les élèves obtiennent dépendent des expériences menées. Il peut être ici intéressant que l'enseignant fasse un point avec le groupe classe pour partager les différentes idées des élèves et vérifier leur compréhension des expériences menées jusqu'ici. Si les élèves ont choisi de faire vieillir longtemps la culture au contact de l'air pour préparer le flacon X1, ils constatent bien que cela provoque une perte de virulence des bactéries. La perte de virulence est moins franche lorsque les bactéries ont passé seulement 15 jours au contact de l'air (le temps a donc son importance) et elle est absente en milieu neutre (c'est donc le contact avec l'air qui provoque l'atténuation).

Chapitre 8
Les poules qui ont reçu l'injection de la culture vieillie ont survécu : on sait donc maintenant comment atténuer la virulence des bactéries. C'est un premier succès, mais il reste à vérifier si ces bactéries moins virulentes peuvent immuniser les poules, autrement dit servir de base pour la production d'un vaccin. On réalise ici une expérience classique (chez l'animal) de vérification de l'efficacité du vaccin : cinq poules (du chapitre 7) ayant reçu le vaccin supposé se voient inoculer avec une souche virulente. Elles vont pratiquement toutes survivre, alors que cinq poules nouvelles non vaccinées (groupe témoin) meurent. La démonstration est quasi parfaite !

Chapitre 9 (optionnel)
En réalité, Pasteur s'interroge : et si les poules qui ont survécu étaient en réalité déjà immunisées ? On propose de recommencer la démonstration en partant d'un lot unique de poules et en le divisant en quatre :

- Un lot témoin passif (aucune injection) : ces poules survivent.

- Un lot témoin actif (injection de la bactérie) : ces poules meurent, prouvant la virulence du flacon.
- Un lot test après une courte phase de vieillissement : toutes ne meurent pas ; il y a donc un début d'immunisation, mais elle est incomplète.
- Un lot test après une phase de vieillissement plus longue de la culture : l'immunité est cette fois complète.

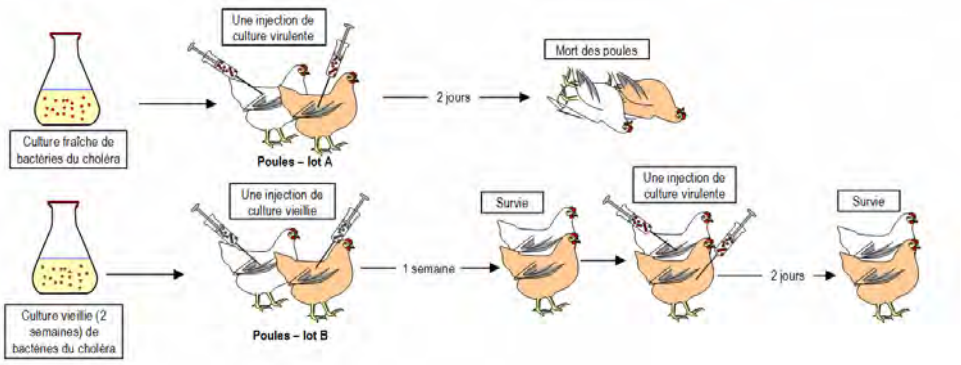
Chapitre final

Les élèves ont maintenant terminé l'enquête. Ils doivent écrire un argumentaire pour résumer (globalement) leur démarche, et surtout la conclusion.

Conclusion

Lors de la correction, l'enseignant souhaitera insister sur deux points :

- Le principe de la vaccination : volontairement, nous n'entrerons pas ici dans les mécanismes immunologiques (cf. Séquence 4) ; Pasteur lui-même avait à ce stade une idée incorrecte des mécanismes explicatifs. Nous insisterons, comme dans l'Activité 1, sur le phénomène de l'atténuation. On met l'organisme (plus précisément son système immunitaire) en contact avec un élément (ici, une bactérie non virulente) : ceci va déclencher une réponse immunitaire sans provoquer de maladie. On dit que cet élément est immunogène, mais non pathogène. Ultérieurement, lors d'une véritable rencontre avec le pathogène virulent, la réponse immunitaire est plus rapide et plus forte : l'organisme a acquis plus de chances de ne pas attraper la maladie ou de guérir plus vite et plus complètement.
- Le fonctionnement de la science. Il est classique de présenter la découverte du premier vaccin de Pasteur par le schéma suivant :



L'enquête que les élèves ont menée n'est évidemment qu'une partie du travail que Pasteur et ses assistants ont fait avant de proposer une méthode expérimentale pour produire un vaccin et prouver son efficacité. Mais elle révèle quelques caractéristiques de la démarche scientifique expérimentale : c'est un travail exigeant, long, qui demande de la rigueur ; il ne s'agit pas seulement de valider des hypothèses (que l'on sait pratiquement être vraies) ; il s'agit plutôt d'un travail fait d'essais, de tâtonnements, de doutes, de réflexions. Il faut être prêt à accepter les faux pas, à remettre ses idées à jour grâce aux nouvelles données. Il faut enfin un esprit de synthèse pour assembler un faisceau d'indices qui aboutira à une connaissance, reproductible et vérifiable par d'autres. Nous vous recommandons la lecture du travail d'Éric Tréhiou sur ce sujet, présent sur le site d'Éduscol.

Activité 3 : Un ennemi de taille, la rage

Résumé	
Disciplines	Mathématiques, SVT
Déroulé et modalités	Les élèves réalisent des calculs de proportionnalité pour représenter à l'échelle une coupe transversale de cheveu, une bactérie… et un virus. L'occasion de travailler sur la mesure et les unités.
Durée	1 heure
Matériel	• Quelques feuilles blanches de différents formats • Un compas et une règle

Message à emporter

Il est difficile de se construire une image mentale d'un univers que nos sens ne peuvent pas percevoir. Grâce aux outils technologiques et mathématiques, nous comprenons qu'il existe au sein du monde microscopique une grande diversité « d'objets » de tailles très différentes. Les bactéries sont des petites cellules (de quelques micromètres), c'est-à-dire qu'elles sont 10 à 100 fois plus petites qu'un diamètre de cheveu. Les virus sont généralement 10 à 100 fois plus petits que les bactéries. Les molécules sont généralement 10 à 1 000 fois plus petites que les virus. Ce sont des ordres de grandeur, les variations sont grandes.

Phase 1 : Une plongée dans l'histoire

L'enseignant présente à la classe le contexte historique de la situation. Il pourra s'inspirer du texte suivant :

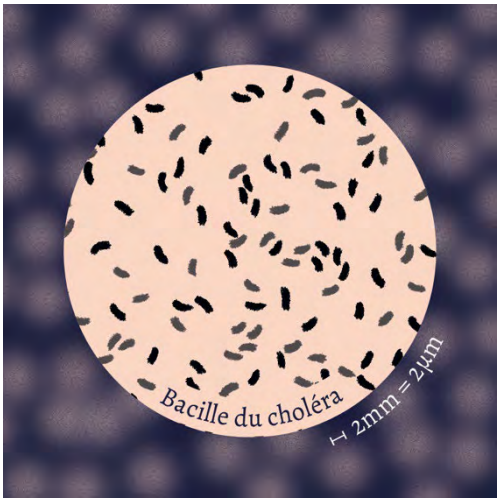
« Puisse la rage nous rendre notre rang ! » **Louis Pasteur** a vécu douloureusement les progrès scientifiques accomplis par les Allemands, Robert Koch en tête. Ces derniers viennent notamment d'identifier le terrible bacille du choléra, responsable de tant de ravages. Pasteur veut frapper fort. Il s'attaque à la rage, cette maladie qui « évoque des visions de légende, de malades furieux, inspirant la terreur à tout leur entourage, attachés et hurlants, ou bien asphyxiés entre deux matelas », pour reprendre les mots d'Émile Duclaux. Pasteur sait que l'agent pathogène se trouve dans le système nerveux des animaux malades. Il tente alors de l'observer sous son microscope, suivant la procédure habituelle…

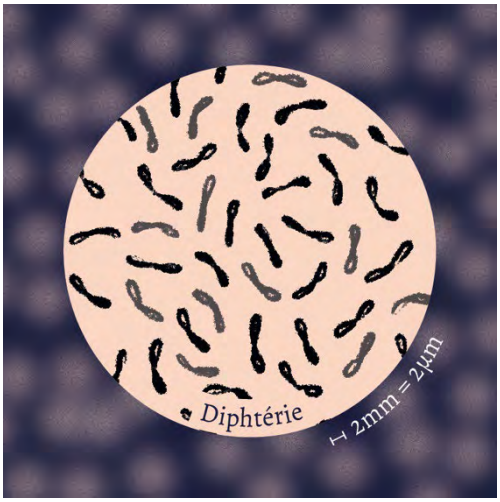
Phase 2 : Petit comment ?

L'enseignant propose aux élèves une activité autour des ordres de grandeur et des dimensions des objets vivants. Ces considérations seront prolongées dans la Séquence 4. Ce travail autour des calculs de proportionnalité et des niveaux d'organisation du vivant peut être mené de manière conjointe par les enseignants de mathématiques et de SVT.

Étape 1

En s'appuyant sur le jeu de cartes *Biodiversité microbienne* (cf. Séquence 2), l'enseignant demande aux élèves de calculer la dimension moyenne des bactéries. Cette étape est réalisée en groupe classe. Elle permet de rappeler les règles pour les calculs de proportionnalité. L'ordre de grandeur est celui du micromètre (de 1 à quelques micromètres de long). On le voit dans les exemples ci-dessous, où visuellement le bacille du choléra est de l'ordre de grandeur de l'échelle (2 micromètres), tandis que la bactérie responsable de la diphtérie est environ trois fois plus grande.





Pour rappel, ces cartes représentent, au recto, l'agent pathogène et, au verso, le même agent vu au microscope optique, tel que Pasteur pouvait l'observer. Voici maintenant la carte de l'agent infectieux responsable de la rage.

L'objectif est d'amener les élèves à comprendre qu'à l'époque de Pasteur, les microscopes disponibles (microscopes optiques, comme les élèves en disposent dans les établissements scolaires) ne permettaient pas l'observation des virus comme celui responsable de la rage. Pour les conduire à cette conclusion, nous allons proposer aux élèves de représenter des niveaux d'organisation toujours plus petits. Le point de départ de ce travail se situe à une échelle encore visible pour l'œil : le cheveu.

Étape 2

L'enseignant donne maintenant aux élèves une série de défis à réaliser individuellement ou par groupes de deux. Les élèves peuvent progresser à des rythmes différents ; l'objectif est qu'ils parviennent tous à se familiariser avec les outils mathématiques présentés.

- Défi n° 1 : Sur une feuille A3, l'enseignant demande aux élèves de considérer que 1 centimètre représente 2 micromètres. Les élèves reçoivent maintenant le défi suivant : représenter sous la forme d'un cercle :
  - une coupe transversale d'un cheveu de 0,05 millimètre de diamètre ;
  - une bactérie de 2 micromètres de diamètre (la représentation sous la forme d'un cercle d'une bactérie est une approximation qu'on signalera aux élèves).

  Pour guider les élèves sur la première partie du défi, l'enseignant peut reproduire ce schéma au tableau (illustrant le plan de coupe transversale et la longueur considérée).

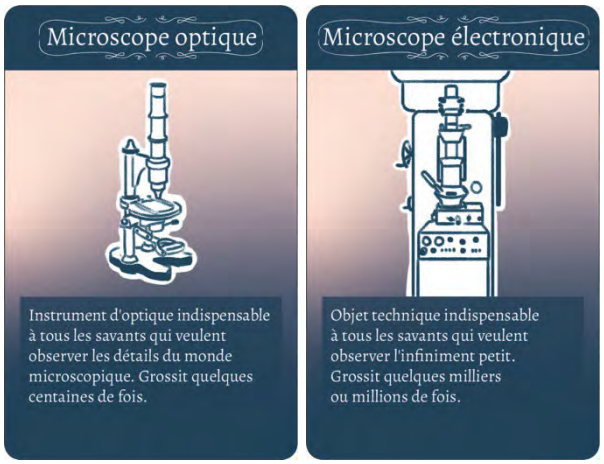
- Défi n° 2 : Sur une feuille A4, l'enseignant demande aux élèves de considérer que 1 centimètre représente 0,1 micromètre. Les élèves reçoivent maintenant le défi suivant : représenter sous la forme d'un cercle :
  - une bactérie de 2 micromètres de diamètre ;
  - un virus de 0,05 micromètre de diamètre (on pourra plutôt dire 50 nanomètres, et préciser l'équivalence entre nanomètre et micromètre pour les élèves plus à l'aise avec ces concepts).

- Défi n° 3 : Sur une feuille A5, l'enseignant demande aux élèves de reproduire la carte *Bacille du choléra* en utilisant l'échelle donnée sur cette carte : on se contentera de représenter deux ou trois bactéries. Les élèves reçoivent le défi suivant :
  - calculer la taille qu'aurait sur le même dessin un virus de la rage de 200 nanomètres de long ;
  - le représenter.

Éléments de correction

La fin du troisième défi est pour ainsi dire impossible à réaliser. Les élèves comprendront que le microscope optique, tel que l'utilisait Pasteur, était largement insuffisant pour déceler des micro-organismes aussi petits. C'est aussi l'un des indices qui révèlent que bactéries et virus appartiennent à des univers biologiques différents. L'enseignant pourra développer une de ces pistes :

- Les différences entre virus et bactéries (notamment l'organisation cellulaire présente uniquement chez les bactéries) et les conséquences pratiques (le fait que les bactéries soient sensibles aux antibiotiques et pas les virus).
- Le lien entre progrès scientifiques et techniques : ce n'est qu'en 1962 que le virus de la rage sera observé pour la première fois, grâce à une nouvelle génération de microscopes (dits électroniques, créés dans les années 1930). D'autres méthodes d'étude des micro-organismes reposent sur des observations indirectes grâce aux progrès de la génétique. Les cartes suivantes sont issues du projet « Pasteur – Fermentations » (Séquence 2 – Activité 1) :



L'enseignant de SVT pourra conclure l'activité en insistant sur le point suivant : même si Pasteur ne pouvait pas observer le virus, il est malgré tout parvenu à expérimenter avec. Il a notamment réussi à obtenir une forme du virus non pathogène (en réalité, Pasteur a tué les virus, sans le comprendre dans un premier temps) qu'il a utilisée pour produire le tout premier vaccin humain. Un approfondissement sera présenté dans l'Activité 4 – Phase 2.

Activité 4 : Le poids des images

Résumé	
Disciplines	EMI, histoire, arts plastiques, SVT
Déroulé et modalités	Les élèves associent deux images célèbres, associées à la glorieuse découverte de Pasteur. L'occasion d'aborder la représentation du scientifique au XIXe siècle et, plus généralement, de mener un travail autour de l'information véhiculée par les images.
Durée	1 heure
Matériel	• Documents sur Pasteur (Annexe 4)

Message à emporter

Les images transmettent des informations qui, souvent, nous marquent et restent plus facilement en mémoire que des textes écrits. Mais nous avons tendance à être moins critiques à leur égard que pour d'autres formes de communication. C'est pourquoi il est important de chercher la source d'une image, de vérifier son intégralité et d'analyser les intentions de son auteur. Il faut aussi connaître les avantages et les limites des recherches d'information sur Internet.

Phase 1 : Une plongée dans l'histoire

L'enseignant présente à la classe le contexte historique de la situation. Il pourra s'inspirer du texte suivant :

Si le seul nom de Pasteur est associé à la découverte du vaccin contre la rage, un autre brillant chercheur a apporté sa pierre à l'édifice : il s'agit d'**Émile Roux** (1853-1933). Avec d'autres collaborateurs, les deux hommes multiplient les expériences sur le chien, puis sur les lapins. L'objectif, toujours le même, était de parvenir dans un premier temps à cultiver le microbe invisible puis, dans un second temps, à l'atténuer, c'est-à-dire à obtenir une version moins virulente et qui pourrait servir de base à un vaccin. Les recherches débutèrent en 1880. Elles couronnèrent de gloire Pasteur cinq ans plus tard.

Phase 2 : Défi d'observation !

L'enseignant distribue aux élèves le premier document de l'Annexe 4. Il s'agit de la plus célèbre des représentations de Pasteur, réalisée par Albert Edelfelt en 1885. Ce tableau glorifie non seulement la figure de Louis Pasteur sur le point de triompher de la rage, mais plus généralement la science, une valeur fondamentale de la IIIe République.

L'enseignant propose aux élèves de mener, en groupes de trois ou quatre, une enquête sur ce tableau. Ils ont dix minutes pour déterminer et nommer le maximum d'éléments présents sur ce tableau qui leur évoquent la science, les scientifiques et la démarche scientifique. Chaque élément trouvé leur rapportera plus ou moins de points. Le travail peut être mené au CDI, en collaboration avec le professeur documentaliste si on souhaite que les élèves puissent approfondir leur enquête (quelques livres peuvent être mis à leur disposition : un livre sur le matériel en chimie, afin qu'ils puissent nommer les objets les moins connus, et un autre sur la découverte de Pasteur, afin qu'ils puissent déterminer le contenu du flacon central). Il faudra prévoir dans ce cas de doubler la durée du défi. À l'issue des recherches, l'enseignant procède à la correction.

Éléments de correction

À l'issue du temps imparti, l'enseignant procède à la correction et à l'attribution des points à l'aide du tableau suivant :

Éléments du tableau	Points	Commentaires
Le microscope	10	L'outil indispensable pour traquer certains agents infectieux. Il est ici représenté en arrière-plan, peut-être pour souligner qu'il est inutile dans le cadre des recherches contre la rage, le virus étant trop petit pour être observé.
Des flacons	5	Ils contiennent différents produits ou milieux de culture.
Des ballons	5	L'outil du biologiste par excellence pour fabriquer des milieux de culture, en attendant que la boîte de Petri soit inventée.
Un livre	5	Les résultats des recherches scientifiques sont compilés dans des livres qui servent aux autres chercheurs. Pasteur s'est appuyé sur des travaux d'autres scientifiques avant lui. Bien sûr, cette connaissance ne suffit pas et la recherche de nouveaux faits est indispensable pour poursuivre l'acquisition des savoirs. C'est tout l'enjeu des expériences menées par Pasteur et Duclaux.
Le carnet de notes	10	Le carnet de laboratoire dans la main gauche permet de prendre des notes au fur et à mesure des expériences. On écrit, on couche sur le papier l'ensemble des faits observés, analysés pendant plusieurs mois, des idées au fil de nombreuses expérimentations, de façon méthodique et soigneuse. Tout est rassemblé, réussites et échecs, essais et erreurs, car on ne sait pas ce qui se révélera utile au moment d'interpréter les données.
Les étagères et la table	5	Les étagères pour ranger les flacons des nombreuses expériences en cours ; la table pour travailler.
Le contenu du flacon central : la moelle épinière de lapin infecté par la rage	25	Pasteur commence à travailler sur les chiens avant de poursuivre sur les lapins. Il utilise un flacon particulier, conçu pour sécher le contenu. Le flacon contient de la moelle épinière de lapin séchée que Pasteur utilise pour fabriquer son vaccin (elle contient une forme non virulente de la rage – des virus morts – qui induit une réaction immunitaire protectrice dans l'organisme sans le rendre malade).

La correction est l'occasion d'un échange autour du matériel présent dans les laboratoires du XIXe siècle (l'enseignant pourra se reporter à une autre activité développée dans le cadre du projet « Pasteur – Fermentations », Séquence 2 – Activité 1, pour plus de détails). Une précision cependant sur un outil développé spécialement pour l'occasion : le flacon à double tubulure, que Pasteur tient dans sa main droite. C'est Émile Roux qui a eu l'idée de ce tube. Il permettait d'établir un courant d'air à l'intérieur du flacon, ce qui desséchait la moelle épinière et tuait ainsi les virus.

Note : Une mise au point s'impose avant de poursuivre. Le vaccin contre la rage peut s'utiliser d'une manière très spécifique par rapport aux autres vaccins : on peut l'injecter après l'infection, mais avant l'apparition des symptômes. Cela tient au fait que la maladie est lente à se déclarer après la morsure par l'animal enragé et laisse le temps au vaccin de remplir sa fonction protectrice. Les élèves devront être informés de ce point ou ils pourraient être surpris par les cas présentés ci-dessous.

Phase 3 : Défi d'investigation !

Il est possible de proposer aux élèves un autre défi autour d'une seconde image célèbre (Annexe 4). C'est une gravure de la vaccination de l'enfant Jean-Baptiste Jupille, parue dans le journal *L'Illustration*.

Attention : Sur de très nombreux sites, cette gravure est associée au nom de Joseph Meister (cf. Activité 5). Cela n'est pas crédible : Pasteur n'a pas cherché à communiquer sur le cas de Joseph Meister et il n'aurait pas invité un journal pour immortaliser l'instant ! Le vaccin était alors encore en phase de test sur des animaux. Son assistant, Émile Roux, lui déconseillait d'ailleurs de l'essayer sur l'Homme avant plusieurs mois. Pasteur vaccina malgré tout l'enfant, mais il n'était pas confiant. Heureusement, l'histoire eut une issue heureuse et elle convainquit Pasteur de l'efficacité de son vaccin. Lorsque le cas de Jean-Baptiste Jupille se présenta à lui, Pasteur accepta qu'une publicité importante soit faite autour de sa vaccination. Jupille deviendra un héros, et Pasteur une légende.

Toute personne (élève ou non) effectuant une recherche sur cette image risquerait d'arriver à la conclusion erronée que l'enfant est Joseph Meister, car les sources qui relaient cette affirmation ont une bonne réputation. Une telle activité ne doit surtout pas faire naître dans l'esprit de l'élève que toutes les sources d'information, même les journaux les plus réputés, commettent sans cesse des erreurs (elles en commettent, mais restent majoritairement fiables, surtout sur des sujets importants). L'activité ne doit pas non plus mener l'élève dans une impasse où il lui semblerait impossible de parvenir à une solution. Il faut donc le guider, au moment opportun, vers un site qu'il pourra identifier comme fiable. Une recherche avec un outil comme Google Lens, par exemple, suggère différents sites : l'enseignant peut orienter l'élève vers celui de l'Institut Pasteur, qui possède une banque d'images en lien avec les travaux du chercheur (référence D2511 dans le moteur de recherche de la photothèque). Cette banque a été produite et annotée par des experts en documentation et en histoire.

L'enseignant distribue l'image aux groupes d'élèves et ceux-ci reçoivent la consigne de récolter un maximum d'informations sur la scène et les personnages représentés, car ils devront répondre ultérieurement à une série de questions sous la forme d'un défi. Lors de cette phase de recherche qui, dans l'idéal, se déroule au CDI sous les conseils et explications du professeur documentaliste, les élèves prennent des notes pour se préparer au quiz final.

À l'issue de cette étape de recherche, l'enseignant propose le quiz qui se déroule ainsi : l'enseignant pose aux différents groupes une série de questions relatives à la gravure. Il laisse à chaque fois une minute aux élèves pour se concerter et rédiger une courte réponse écrite. À l'issue du quiz, les points sont comptés et le groupe qui marque le plus de points remporte le défi.

Le tableau suivant résume les questions, les éléments de réponse et les points attribués en cas de bonne réponse.

Questions	Réponses	Points
Nom du journal où est parue cette gravure ?	*L'Illustration* (journal hebdomadaire français). Il est capital de savoir rechercher la source d'une information pour en estimer la fiabilité !	10
Date de parution ?	7 novembre 1885.	5
Nom du personnage en arrière-plan ?	Louis Pasteur.	5
Nom et profession du personnage debout à droite ?	C'est le médecin Camille Grancher.	10
Nom du personnage assis ?	C'est le petit garçon Jean-Baptiste Jupille (et non Joseph Meister, même si l'erreur est fréquente sur Internet, d'où le bonus de points !). Dans l'idéal, tous les élèves ont été guidés pour parvenir à la bonne conclusion.	20
Contenu de la seringue que tient le personnage debout ?	C'est le vaccin contre la rage, bien sûr.	5
Ce qui a amené l'enfant assis ici ?	À 16 ans, Jupille se fait mordre par un chien enragé en défendant des jeunes enfants qui étaient poursuivis par le chien.	15
Ce qui va lui arriver et les conséquences historiques associées ?	Le vaccin sauve le jeune homme d'une mort certaine. Pasteur va faire beaucoup de publicité autour de ce cas : il est le héros qui a sauvé un autre héros ! La nouvelle de la découverte par Pasteur du vaccin contre la rage fait le tour du monde. C'est un succès historique qui permettra à Pasteur d'obtenir les financements pour la création de l'Institut Pasteur.	25

Les images ont un poids important sur les esprits. Pasteur devait en avoir conscience quand il réfléchissait au moyen de communiquer largement autour de la vaccination de Jupille. Celui-ci devenait un héros qui avait sauvé des enfants, et Pasteur le héros qui l'avait sauvé à son tour. C'était un moyen parfait de toucher le grand public et convaincre de la prodigieuse découverte qu'était le vaccin contre la rage. La nouvelle du succès dépassera les frontières de la France ; même des enfants américains feront le voyage jusqu'en France pour profiter du vaccin. Grâce à toute cette communication, Pasteur obtiendra le soutien financier nécessaire à la construction d'un centre de traitement contre la rage : le futur Institut Pasteur.

Travailler l'esprit critique et les méthodes de la science

Quand on fait une recherche sur Internet, on peut se contenter de regarder les images sur les moteurs de recherche. Les images fournies sont parfois sans rapport direct avec la recherche ; le simple ajout d'un titre à l'image peut par ailleurs transformer la représentation qu'on se fait en la découvrant. Il faut donc prendre le temps de lire l'article présentant l'image qui nous intéresse. Il faut également déterminer la source qui rapporte l'information en lien avec cette image. On peut ensuite essayer d'en déterminer la fiabilité (la source est-elle compétente sur le sujet ? A-t-elle des intérêts particuliers qui pourraient l'amener à ne pas être très honnête ou impartiale ?).

Activité 5 : Le poids des mots

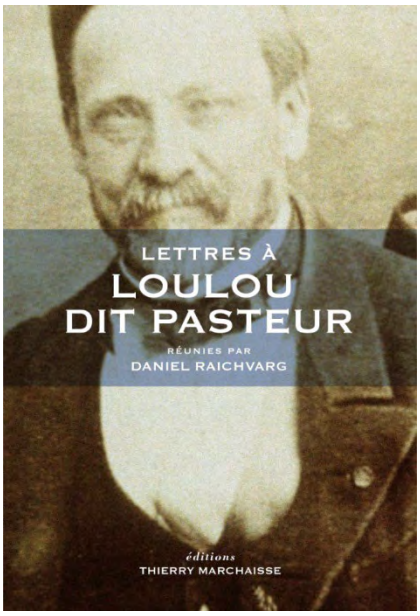
Résumé	
Disciplines	Lettres, SVT
Déroulé et modalités	Les élèves prennent connaissance d'un document biographique : il s'agit d'une lettre fictive, écrite à Louis Pasteur par la mère de Joseph Meister, le premier enfant vacciné contre la rage. Après avoir analysé le texte et discuté de leur ressenti sur ce témoignage, les élèves écrivent à leur tour une lettre à Pasteur pour lui dire ce qu'ils lui doivent.
Durée	2 à 4 heures
Matériel	• Lettre extraite du livre *Lettres à Loulou dit Pasteur* (Annexe 5) • Ensemble d'aides permettant la rédaction d'une lettre (Annexe 6)

Message à emporter

De nombreuses maladies engendraient des drames au XIXe siècle. Aujourd'hui, elles ne représentent plus de menace pour l'ensemble des enfants vaccinés. On oublie trop facilement ce que nos sociétés actuelles doivent aux découvertes scientifiques du passé. Cet oubli peut être dangereux. En menant ce travail de mémoire, nous éclairons aussi nos décisions et nos choix dans les problématiques du présent.

Phase 1 : Une plongée dans l'histoire… récente

Deux siècles ont passé, la mémoire de Louis Pasteur est toujours vive en France. Mais n'avons-nous pas oublié ce que nous devons à cet homme et à ses collègues français et étrangers ? Les résultats de leur travail scientifique ont transformé nos vies. Étudier l'histoire, c'est aussi accomplir un devoir de mémoire envers les femmes et les hommes de science du passé, car il est facile de considérer comme banales des avancées qui sont en réalité de merveilleux acquis. Daniel Raichvarg a rassemblé dans un ouvrage nommé *Lettres à Loulou dit Pasteur* un ensemble de lettres à destination de l'illustre microbiologiste. L'une d'elles nous a particulièrement touchés : il s'agit d'une lettre imaginaire qu'aurait pu écrire la mère de Joseph Meister, le premier enfant vacciné contre la rage. La lettre n'a jamais été écrite, mais son contenu est véridique. Marie-José Demouron, arrière-petite-fille de Marie-Angélique Meister, a rassemblé documents et souvenirs pour nous livrer ce poignant témoignage. Vous en trouverez un long extrait dans l'Annexe 5.



Phase 2 : Étude d'une lettre

L'enseignant organise la lecture de la lettre de Marie-José Demouron (Annexe 5). À l'issue de la lecture, l'enseignant peut utiliser les questions proposées dans l'annexe pour aider les élèves à comprendre le texte.

Au cours de la correction, l'enseignant sensibilisera les élèves aux éléments présents dans une lettre (formules de politesse au début et à la fin, indication d'un destinataire, signature). La narratrice est Marie-Angélique Meister, la mère de Joseph Meister, petit garçon âgé de 9 ans vivant en Alsace. La famille est issue d'un milieu populaire, les parents sont boulangers, des détails nous permettent de connaître leur statut social (par exemple : « Comme le voyage allait nous coûter cher, nous qui n'étions pas riches et devions travailler dur pour vivre et élever nos enfants »).

Voici un résumé des grandes idées du texte :
Dans cette lettre, Marie-Angélique Meister s'adresse à Pasteur pour lui témoigner sa gratitude. En effet, son fils Joseph est en vie grâce à lui et à ses recherches. Joseph a 9 ans quand il est mordu par un chien manifestement enragé. Le médecin de famille juge la situation désespérée car il n'y a aucun traitement, mais il conseille aux parents éplorés d'essayer de rencontrer le plus vite possible un certain Pasteur qui mène des recherches sur la rage. La mère et son fils partent aussitôt et au terme d'un voyage long et compliqué, ils arrivent à Paris. Dès le lendemain de leur arrivée, Marie-Angélique remue ciel et terre pour savoir où trouver le fameux docteur. Pasteur, après de grandes hésitations, accepte d'inoculer le vaccin qui n'avait jusque-là été testé que sur des animaux. Aidé de deux assistants, il décide de vacciner Joseph. Quelques jours plus tard, il est admis que Joseph est sauvé.

À l'issue de cette première étape, l'enseignant demande aux élèves de réfléchir à l'intérêt de ce texte. Son véritable auteur n'est pas la maman de Joseph Meister, mais l'arrière-petite-fille de celle-ci. Voici son témoignage : « Ce récit est véridique, il m'a été inspiré en grande partie par tout ce que me racontait ma mère pendant mon enfance. Il est tout à fait exact que tous les descendants de Joseph Meister ont gardé, et gardent encore, ce respect affectueux et reconnaissant dont parle Marie-Angélique. C'était une femme de caractère qui aurait pu faire l'objet d'un roman et que j'ai toujours admirée, car pour moi, c'était mon héroïne. »

Cette information peut être le point de départ d'un temps d'expression orale en groupe classe. L'objectif est de préparer la phase suivante de l'activité, en faisant réfléchir les élèves sur la gratitude de la famille Meister envers Louis Pasteur. Voici quelques questions qui pourront relancer la réflexion :

- Pour quelle(s) raison(s) Marie-José Demouron tient-elle à mettre en avant l'histoire de son arrière-grand-mère ?
- Qu'est-ce que le comportement de cette dame inspire aux élèves ? Pourquoi a-t-elle tant de respect pour Monsieur Pasteur ?
- Pourquoi est-il important que nous tous connaissions cette histoire ? Les élèves ont environ l'âge de Joseph, mais ils vivent dans un monde bien différent : ont-ils conscience de leur chance de ne pas risquer de subir le même sort (et leurs parents de ne pas risquer de connaître un tel drame) ?

Phase 3 : Prenez la plume

Cette dernière phase de l'activité se déroule en collaboration entre les enseignants de lettres, de SVT et d'histoire. Les élèves vont recevoir le défi de rédiger à leur tour une lettre pour Louis Pasteur, afin de témoigner de leur gratitude envers l'homme de science qu'il était, et l'importance des découvertes que lui et ses collègues ont réalisées pour nos sociétés. Les élèves peuvent parler en leur nom propre ou se faire passer pour quelqu'un d'autre de notre temps (leurs parents peut-être ? un scientifique d'aujourd'hui ?).

Pour les aider à rédiger leur lettre, ils disposent d'une mallette comportant trois types d'éléments :

- une fiche méthodologique pour guider l'écriture de la lettre (Annexe 6A) ;
- un court texte évoquant le devoir de mémoire (Annexe 6B) ;
- un petit corpus de documents évoquant l'héritage de Pasteur dans le domaine de la santé (Annexe 6C).

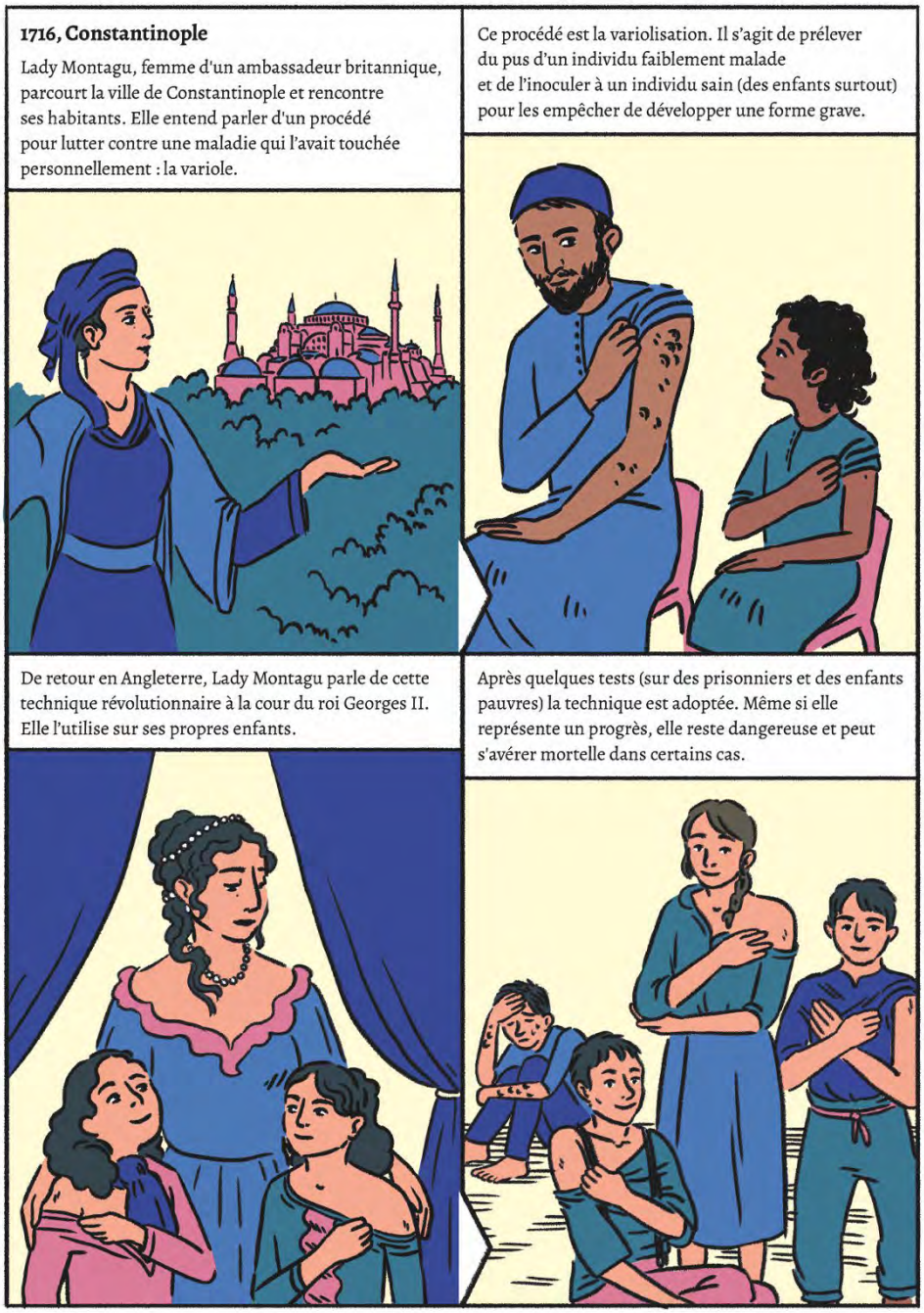
Voici un exemple de consigne que l'enseignant peut donner à ses élèves : « À la manière de Marie-Angélique Meister, écrivez une lettre personnelle à Louis Pasteur, dans laquelle vous vous présenterez, puis lui témoignerez votre reconnaissance pour ce que ses découvertes ont apporté à votre vie et à celle des gens qui vous entourent. »

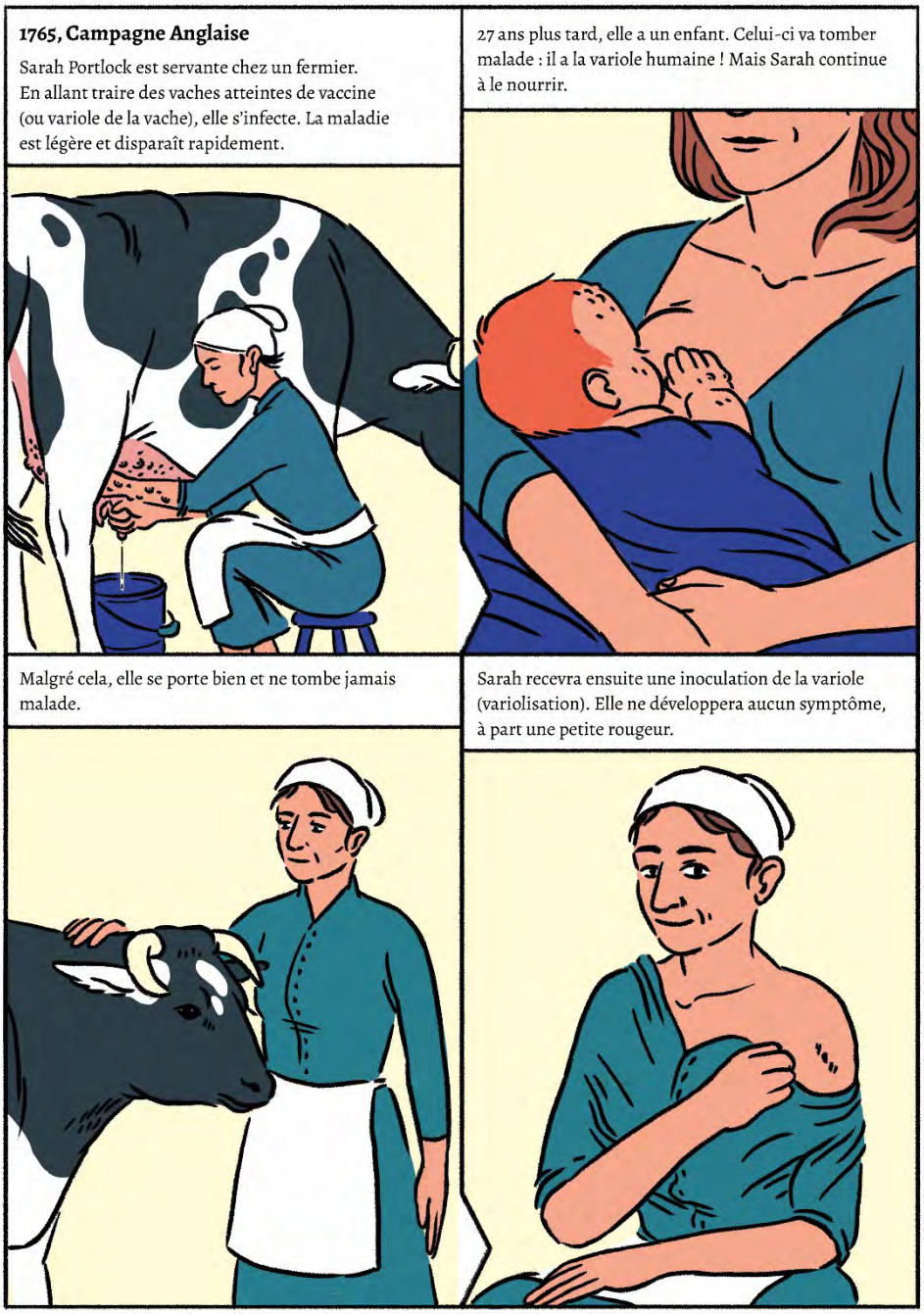
L'enseignant peut donner les pistes suivantes :

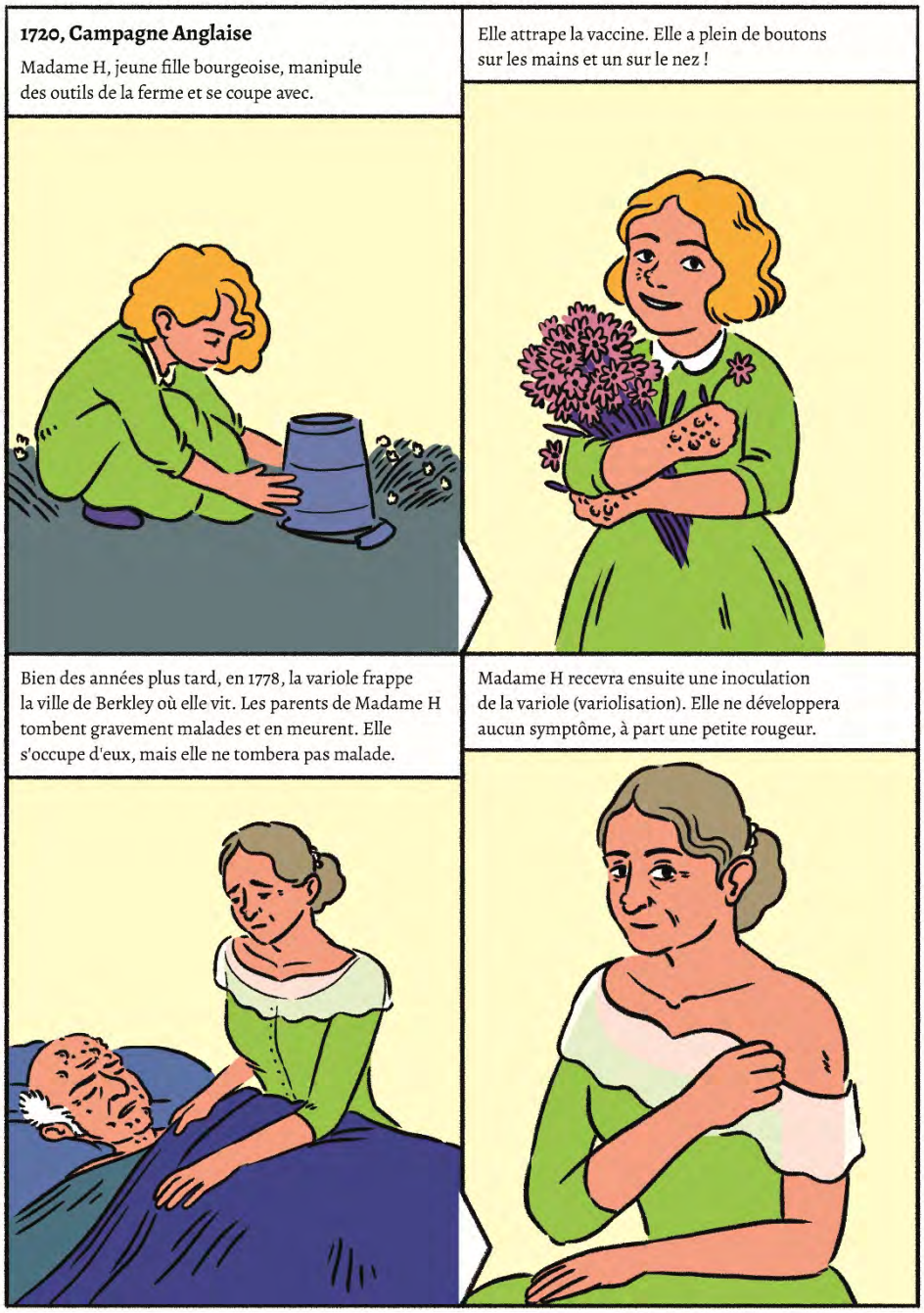
- votre lettre devra respecter les codes du genre (cf. fiche méthodologique) et utiliser un registre soutenu ;
- votre argumentaire pourra s'appuyer sur l'ensemble des documents à votre disposition (texte sur l'importance du souvenir et petits documents scientifiques) ;
- vous pourrez choisir de parler en votre nom propre ou de faire parler un autre membre de notre société actuelle (médecin, parent, scientifique, enfant malade…).

Annexes

Annexe 1 : Études de cas




1765, Campagne Anglaise
Sarah Portlock est servante chez un fermier. En allant traire des vaches atteintes de vaccine (ou variole de la vache), elle s'infecte. La maladie est légère et disparaît rapidement.
27 ans plus tard, elle a un enfant. Celui-ci va tomber malade : il a la variole humaine ! Mais Sarah continue à le nourrir.
Malgré cela, elle se porte bien et ne tombe jamais malade.
Sarah recevra ensuite une inoculation de la variole (variolisation). Elle ne développera aucun symptôme, à part une petite rougeur.


1720, Campagne Anglaise
Madame H, jeune fille bourgeoise, manipule des outils de la ferme et se coupe avec.
Elle attrape la vaccine. Elle a plein de boutons sur les mains et un sur le nez !
Bien des années plus tard, en 1778, la variole frappe la ville de Berkley où elle vit. Les parents de Madame H tombent gravement malades et en meurent. Elle s'occupe d'eux, mais elle ne tombera pas malade.
Madame H recevra ensuite une inoculation de la variole (variolisation). Elle ne développera aucun symptôme, à part une petite rougeur.

1796, Campagne Anglaise
Sarah Nelmes, jeune laitière, contracte la vaccine. De légères pustules apparaissent sur son bras.
14 mai 1796
Edward Jenner, médecin, souhaite protéger les individus de la variole humaine sans attendre qu'ils attrapent par hasard la vaccine. Il injecte du pus extrait d'une pustule de Sarah à un petit garçon de 8 ans en bonne santé, James Phipps.
7 jours plus tard, l'enfant a quelques frissons. Il perd l'appétit, dort mal et se plaint d'un léger mal de tête. Mais quelques jours plus tard, il se sent parfaitement bien.
Jenner veut vérifier si l'enfant est bien protégé. Il lui injecte la variole (variolisation). L'enfant ne tombera pas malade. Il est le premier vacciné de l'histoire.

Annexe 2 : Le livret d'enquêtes

Chapitre I

Le 30 octobre 1878, un étrange colis arrive dans votre laboratoire. C'est Henry Toussaint, un vétérinaire de Toulouse que vous connaissez bien, qui vous l'envoie. Sur la boîte du colis est écrit : « Fragile, Urgent ». Vous vous empressez de l'ouvrir. Dans un bocal, vous trouvez un cœur de fort petite taille.

Une étiquette précise : « Cœur de jeune coq mort à la suite de l'inoculation du choléra des poules ». L'organe doit contenir des germes d'une maladie que vous connaissez bien : le choléra des poules. Mais votre maître, l'illustre Louis Pasteur, semble peu intéressé. D'autres recherches occupent son esprit. De votre côté, vous pensez qu'il serait intéressant de se pencher sur ce dossier.

Tentez de convaincre votre maître de l'intérêt de réaliser des préparations microscopiques de ce cœur de coq contaminé.

▸ *Allez à la fin du livret et lisez l'annexe « Liste d'arguments pour étudier le choléra des poules ». Si vous trouvez 3 arguments, vous parviendrez à convaincre votre maître.*

Chapitre II

Que vous ayez ou non réussi à convaincre votre maître, vous êtes décidé à enquêter sur ce microbe. La première chose à faire c'est de vérifier s'il est toujours virulent, c'est-à-dire s'il peut toujours entraîner la mort.

Une seule solution : se procurer des poules « neuves ». Vous vous rendez vous-même aux Halles, un marché dans le centre de Paris.

▸ *Allez à la fin du livret et lisez l'annexe « Au cœur des Halles, dans le ventre de Paris ».*

Vous prenez maintenant un extrait de la culture de bactéries créée à partir du cœur de coq, puis vous l'injectez sur deux poules récemment achetées.

▸ *Piochez une carte Violette et une carte Rouge et retournez-les. Quand cela est fait, retournez à nouveau les cartes face cachées, puis mélangez-les de nouveau avec les autres cartes sur le plateau Marché. Complétez votre carnet de notes et passez au chapitre III.*

1

Chapitre III

Pendant quelques mois, les recherches continuent. Pasteur est finalement intéressé par la question, mais vous travaillez sur plusieurs maladies en même temps. Difficile d'approfondir pleinement le sujet.

Quand on réalise plusieurs recherches en même temps, il faut être encore plus rigoureux et tenir à jour ses carnets de notes. **Vérifiez que vous avez noté toutes les observations menées jusqu'ici, les dates et les interprétations possibles.** Continuez à être vigilant par la suite.

▸ *Passez au chapitre IV.*

Chapitre IV

Comme chaque été, Pasteur rentre pour les vacances dans sa maison à Arbois. Cette année est particulière : il va marier sa fille ! De votre côté, vous hésitez entre prendre quelques jours de repos bien mérités ou rester travailler au laboratoire sur Paris.

Prenez une décision sur la manière dont vous allez occuper votre été.

▸ *Si vous décidez de vous reposer, allez à la fin du livret et lisez l'annexe « Un repos bien mérité ».*
▸ *Si vous décidez de rester au laboratoire, allez à la fin du livret et lisez l'annexe « Un été studieux ».*

2

Chapitre V

Il faut se remettre au travail. Il reste une vieille culture dans un flacon à peine bouché d'un peu de coton, et laissé en l'état durant toutes les vacances. Cette négligence risque de mettre le maître en colère…

Pour relancer les expériences, vous devez faire une culture de bactéries à partir d'un extrait du flacon. Ensuite, vous inoculerez avec cette culture deux nouvelles poules. Si elles meurent, il y aura dans leur sang des bactéries virulentes qui vous serviront à relancer vos expériences. Par contre, si les poules survivent, cela signifiera peut-être que la culture est trop vieille, que les bactéries sont inefficaces et il faudra alors tout jeter.

Prenez maintenant un extrait de la culture que l'on a laissée vieillir au contact de l'air pendant les vacances, et inoculez deux poules avec.

▸ *Piochez une carte Rose et une carte Noire et retournez-les. Notez les résultats sur votre carnet. Quand cela est fait, remettez les cartes faces cachées, puis mélangez-les avec toutes les autres cartes du plateau Marché. Complétez votre carnet avec vos interprétations, puis passez au chapitre VI.*

Chapitre VI

Les poules ont survécu. La culture vieillie ne contient donc certainement que des bactéries inoffensives et donc inutiles pour la suite des expériences. À moins que…

Plutôt que de tout jeter, il y a peut-être une expérience intéressante à faire. Vous réfléchissez de votre côté. **Si vous avez une idée, notez-la sur votre carnet. Vous vous rendez ensuite dans le bureau de votre maître pour en discuter avec lui, au risque de vous faire remonter les bretelles.**

▸ *Allez à la fin du livret et lisez l'annexe « Dans le bureau du maître ».*

Chapitre VII

Le maître avait raison. Il semble se passer quelque chose avec les cultures de bactéries vieillies au contact de l'air. Les bactéries ne sont pas mortes, mais leur virulence semble atténuée. Pourrait-on les utiliser pour rendre les poules résistantes au choléra, comme l'avait fait Jenner en son temps avec la variole ?

28 octobre 1879. Pasteur est maintenant très enthousiasmé par ces recherches. Vous vous procurez un nouveau flacon supposé virulent, c'est-à-dire contenant des microbes mortels. Nom de code : flacon X. Il sera le point de départ de recherches sérieuses pour mettre au point un vaccin.

Différentes options s'offrent à vous :
- laisser la culture de bactéries vieillir (comme c'était le cas pendant les vacances) ;
- permettre à la culture de bactéries de se développer dans un milieu normal ;
- puis choisir le temps d'attente : 15 ou 45 jours…

Notez vos décisions sur votre carnet de notes.

Vous patientez ensuite le temps souhaité pour obtenir le flacon X1.

▸ *Allez à la fin du livret et lisez l'annexe « Flacon X1 prêt ».*

Chapitre VIII

Les résultats sont prometteurs : les poules qui ont reçu l'injection de la culture vieillie de bactéries ont à nouveau survécu. Mais ce qu'il reste à savoir, c'est si elles sont devenues résistantes…

Vous disposez d'un flacon que vous pensez être virulent (mais cela reste toujours à vérifier).

Vous injectez cette culture à :

- 5 poules supposées résistantes (expérience test) ;

- 5 poules « neuves » (expérience témoin) ;

Qu'arrive-t-il dans chaque cas ?

▸ *Pour savoir ce qui arrive aux poules de l'expérience test, piochez et retournez 2 cartes Rose + 2 Bleues + 1 Verte.*

▸ *Pour savoir ce qui arrive aux poules de l'expérience témoin, piochez et retournez 2 cartes Rouges + 2 Blanches + 1 Violette.*

Notez bien tous les résultats sur votre carnet de notes. Quand cela est fait, remettez les cartes faces cachées, puis mélangez-les avec toutes les autres cartes du plateau Marché. Complétez votre carnet avec vos interprétations. S'il vous reste un peu de temps et de courage, passez au chapitre IX, sinon passez au chapitre final.

4

Chapitre IX

La victoire semble parfaite. Pasteur peut présenter toutes ces découvertes capitales auprès de l'Académie des sciences. Pourtant, un dernier doute s'empare de lui. Et si les poules qui avaient survécu étaient en fait naturellement résistantes, avant même toute intervention ? Il manquait un témoin dès le début…

Pasteur propose de recommencer une dernière fois l'expérience avec 20 poules. Voici le protocole complet :

- **Condition A** : 5 poules que l'on n'inocule pas.
- **Condition B** : 5 poules à qui on injecte seulement un flacon supposé virulent.
- **Condition C** : 5 poules à qui on injecte la culture vieillie au contact de l'air pendant 45 jours, puis le flacon virulent.
- **Condition D** : 5 poules à qui on injecte la culture vieillie au contact de l'air pendant 15 jours, puis le flacon virulent.

Qu'arrive-t-il dans chaque cas ?

- *Pour savoir ce qui arrive aux poules de l'expérience témoin A, piochez et retournez 5 cartes Jaunes.*
- *Pour savoir ce qui arrive aux poules de l'expérience témoin B, piochez et retournez 5 cartes Rouges.*
- *Pour savoir ce qui arrive aux poules de l'expérience test C, piochez et retournez 4 cartes Bleues et 1 carte Violette.*
- *Pour savoir ce qui arrive aux poules de l'expérience test D, piochez et retournez 1 carte Bleue et 4 cartes Violettes.*

Notez bien tous les résultats sur votre carnet de notes. Quand cela est fait, rendez-vous au chapitre final.

Chapitre final

Nous sommes en février 1880, Pasteur peut maintenant se préparer pour présenter ses conclusions à l'Académie des sciences.

Aidez maintenant Pasteur à préparer le discours qu'il présentera aux membres de l'Académie des sciences. Il souhaite lui donner le titre suivant : « *De l'atténuation des bactéries du choléra des poules* ». La formulation est modeste, pourtant, s'il parvient à présenter correctement la démarche générale et les conclusions, cela sera un succès historique pour la science (et pour lui-même). Il s'agit après tout du premier vaccin de l'histoire de la médecine !

5

Annexes

Liste d'arguments pour le choléra des poules

Le choléra des poules est une maladie fréquente et mortelle dans les basses-cours. Elle est moins spectaculaire que d'autres, mais pose des problèmes. Pour les chercheurs, les poules sont faciles à obtenir : on en trouve sur les marchés comme celui des Halles, à Paris. La maladie se déclenche rapidement et elle est quasiment toujours mortelle. La bactérie responsable a été découverte en 1875, mais en 1878, on n'arrive à la cultiver que difficilement.

- *Si vous trouvez 3 arguments, vous parviendrez à convaincre votre maître. Allez maintenant à l'annexe « Préparation microscopique ».*
- *Si vous n'y arrivez pas, allez au Chapitre II.*

Préparation microscopique

Vous avez obtenu le feu vert de Louis Pasteur pour réaliser des préparations microscopiques à partir de l'échantillon de cœur. Voici les résultats obtenus.

- *Passez au chapitre II.*

Au cœur des Halles, dans le ventre de Paris

« À droite, à gauche, de tous côtés, des glapissements de criée mettaient des notes aiguës de petite flûte, au milieu des basses sourdes de la foule. C'était la marée, c'étaient les beurres, c'était la volaille, c'était la viande. Des volées de cloche passaient, secouant derrière elles le murmure des marchés qui s'ouvraient. Autour de lui, le soleil enflammait les légumes. Il ne reconnaissait plus l'aquarelle tendre des pâleurs de l'aube. Les cœurs élargis des salades brûlaient, la gamme du vert éclatait en vigueurs superbes, les carottes saignaient, les navets devenaient incandescents, dans ce brasier triomphal. À sa gauche, des tombereaux de choux s'éboulaient encore. Il tourna les yeux, il vit, au loin, des camions qui débouchaient toujours de la rue Turbigo. La mer continuait à monter. Il l'avait sentie à ses chevilles, puis à son ventre ; elle menaçait, à cette heure, de passer par-dessus sa tête. Aveuglé, noyé, les oreilles sonnantes, l'estomac écrasé par tout ce qu'il avait vu, devinant de nouvelles et incessantes profondeurs de nourriture, il demanda grâce, et une douleur folle le prit, de mourir ainsi de faim, dans Paris gorgé, dans ce réveil fulgurant des Halles. »

Émile Zola, Le Ventre de Paris, 1873

- *Pour représenter le marché des Halles, étalez toutes les cartes Poules faces cachées. Puis reprendre la lecture du chapitre II où vous vous étiez arrêté.*

6

Un repos bien mérité

Vous décidez de vous accorder un repos bien mérité. Pourtant, lorsque Pasteur apprend votre décision (vous enragez auprès du collègue qui vous a trahi !), il vous passe un bon savon. Tant pis, vous reprenez le chemin du travail peu de temps avant le retour du maître à Paris.

▸ *Passez au chapitre V.*

Un été studieux

Pas de repos pour vous, le maître serait fier. En poursuivant les recherches et en vous documentant à la bibliothèque, vous en venez à penser que des bactéries vieillies pourraient être moins virulentes. En inoculant des bactéries moins virulentes, on pourrait peut-être déclencher une résistance de l'organisme qui serait ensuite prêt à affronter les bactéries mortelles. C'est une piste à garder en tête.

▸ *Passez au chapitre V.*

Dans le bureau du maître

Lorsque vous présentez la situation à votre maître, il se révèle bien plus calme que vous ne l'auriez pensé. Il semble absorbé dans ses pensées et vous restez seul, debout devant lui, dans un silence gênant.

Soudain, il déclare : « Je ne pense pas que ces bactéries soient tout à fait mortes. Attendez encore quelques jours et infectez 2 nouvelles poules. » Vous suivez bien sûr les consignes du maître à la lettre.

▸ *Piochez une carte Rose et une carte Noire. Notez les résultats sur votre carnet. Quand cela est fait, remettez les cartes faces cachées, puis mélangez-les avec toutes les autres cartes du plateau Marché. Complétez votre carnet avec vos interprétations, puis passez au chapitre VII.*

7

Flacon X1 prêt

Vous allez maintenant inoculer un extrait du flacon X1 à 10 nouvelles poules.

Selon vos choix, constituez vos paquets ainsi :

- **Choix 1 (au contact de l'air pendant 15 jours)** : 2 cartes Blanches + 2 Vertes + 2 Bleues + 2 Rose + 2 Jaunes ;
- **Choix 2 (au contact de l'air pendant 45 jours)** : 3 cartes Jaunes + 3 Rose + 2 Noires + 2 Bleues ;
- **Choix 3 (milieu neutre pendant 15 jours)** : 2 cartes Blanches + 2 Violettes + 2 Vertes + 2 Rouges ;
- **Choix 4 (milieu neutre pendant 45 jours)** : 4 cartes Rouges + 2 Vertes + 3 Violettes + 1 Blanche.

▸ *Piochez et retournez les cartes correspondantes. Notez les résultats sur votre carnet. Quand cela est fait, remettez les cartes faces cachées, puis mélangez-les avec toutes les autres cartes du plateau Marché. Complétez votre carnet avec vos interprétations, puis passez au chapitre VIII.*

Crédits

Chapitre II : *Léon Lhermitte, Les Halles (1895), huile sur toile, Paris, Petit Palais. Peinture du marché principal de Paris au XIXe siècle. Peinture commandée en 1889 pour les Halles de Paris.*

Chapitre III : *Louis Pasteur dans son laboratoire de l'École normale supérieure (rue d'Ulm). Gravure d'Adrien Marie publiée dans l'Univers Illustré le 12 décembre 1885. Crédit : Wellcome Collection, attribution 4.0 International (CC BY 4.0).*

Chapitre V : *Louis Pasteur prononçant devant ses amis et confrères son discours de réception à l'Académie française, le 27 avril 1882. Crédit : Institut Pasteur/Musée Pasteur.*

8

Le carnet de notes

Chapitre I	**Date :**
Événement majeur : Réception d'un colis.	
Inscription sur l'étiquette du bocal :	
Liste d'arguments pour convaincre Pasteur : • • •	

Chapitre II
Événement majeur : Injection de l'extrait de la culture de bactéries créée à partir du cœur de coq aux deux poules achetées au marché.
Résultats observés :
Conclusion :

Chapitre III
Événement majeur : Les mois passent et les recherches progressent peu.
Que faut-il penser à noter après chaque expérience ?

Chapitre IV		
Événement majeur : Les vacances arrivent !		
Entourer l'option choisie	Un été studieux	Un repos bien mérité
Notes éventuelles :		

Chapitre V
Événement majeur : On récupère un extrait de la culture de bactéries « vieillie » au contact de l'air pendant tout l'été. On l'inocule (injecte) à deux poules.
Résultats observés :
Conclusion :

Chapitre VI
Événement majeur : Rendez-vous avec Pasteur.
Consigne donnée par Pasteur :
Résultats observés :

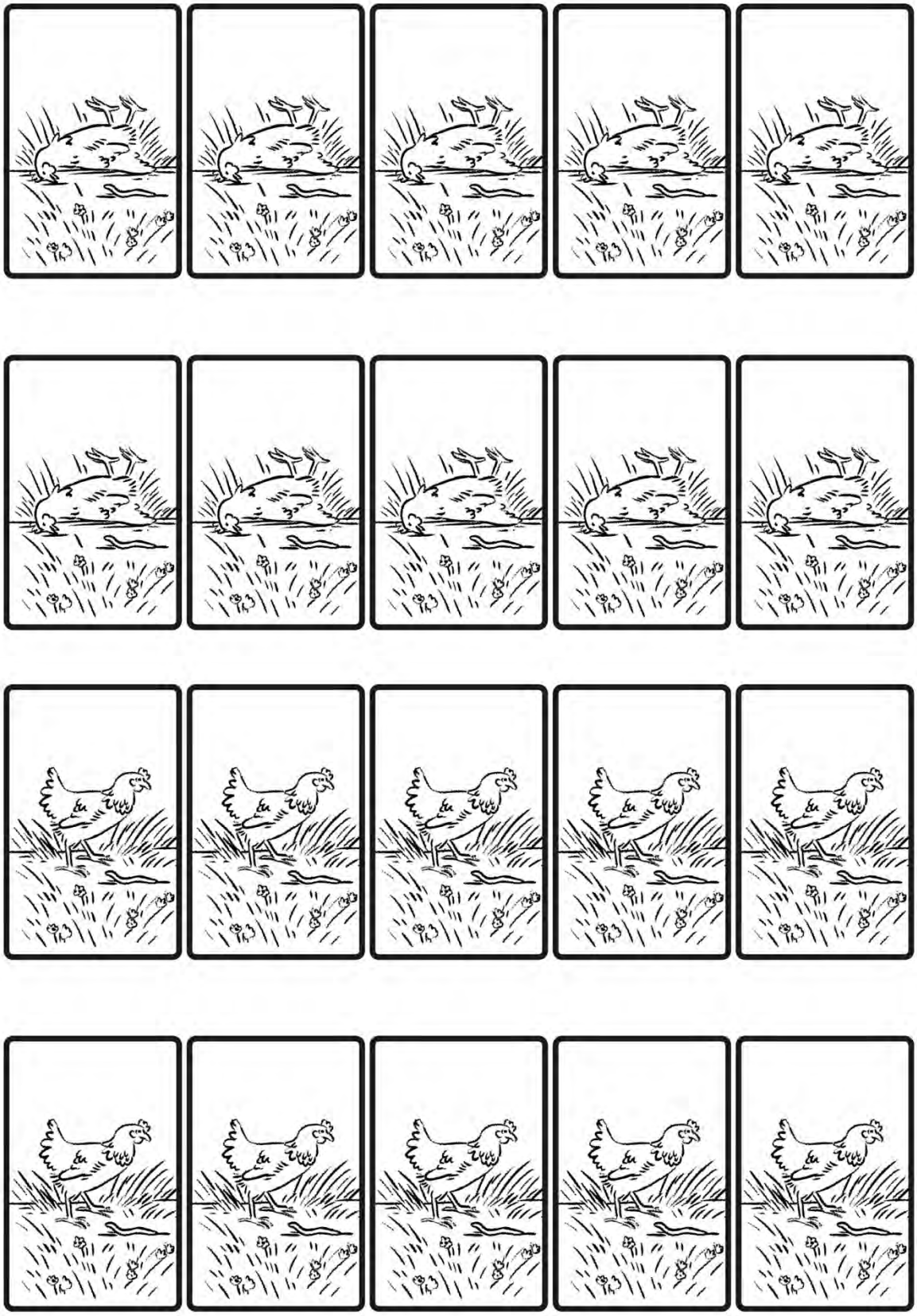
Chapitre VII		**Date :**
Événement majeur : Les résultats de l'expérience proposée par Pasteur arrivent et ils changent tout !		
Conclusion de l'expérience du chapitre VI :		
Nouvelle question posée :		
Entourer les options choisies ⇨ Choix :	15 jours	45 jours
	Au contact de l'air	Milieu neutre
Résultats observés :		
Possibilité de faire un second test ⇨ Choix :	15 jours	45 jours
	Au contact de l'air	Milieu neutre
Résultats observés :		
Conclusion :		

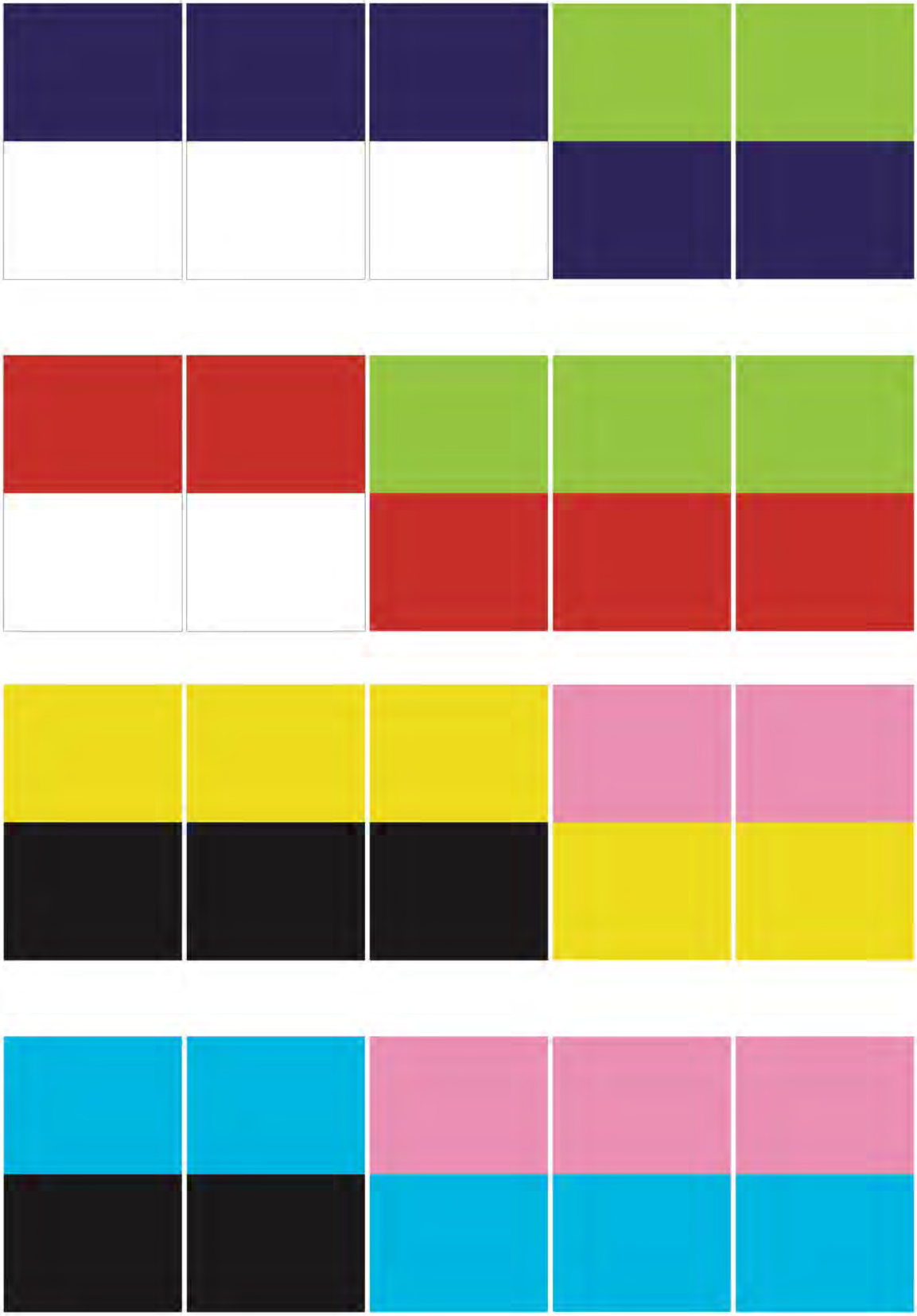
Chapitre VIII
Événement majeur : Injection d'un flacon que l'on pense virulent à dix poules.
Résultats observés : • Poules supposées résistantes (expérience test) : • Poules « neuves » (expérience témoin) :
Conclusion :

Chapitre IX			
Événement majeur : Pasteur procède à l'expérience finale.			
Condition A ⇨	Condition B ⇨	Condition C ⇨	Condition D ⇨
Résultats ⇨	Résultats ⇨	Résultats ⇨	Résultats ⇨
Conclusion :			

Chapitre X
Événement majeur : Pasteur fait un discours à l'Académie des sciences
Titre du discours :
Date du discours : Durée des expériences :
Conclusion principale :

Annexe 3 : Les cartes *Poules*





Annexe 4 : Deux images qui illustrent la grande découverte de Pasteur

Défi : déterminer et nommer le maximum d'éléments présents sur ce tableau qui évoque la science, les scientifiques et la démarche scientifique !

Défi : récolter le maximum d'informations autour de cette image avant de répondre à un quiz.

Annexe 5 : Un témoignage poignant

Saint-Martin, 13 mai 1913

Cher Monsieur Pasteur,

J'espère ne pas vous choquer pour ce qui pourrait paraître de la familiarité, mais qui n'est au contraire que la marque de l'immense respect et de la gratitude encore plus grande que toute notre famille a envers vous aujourd'hui, et tant qu'il y aura un descendant Meister. Je suis la maman de Joseph Meister, ce petit garçon alsacien qui avait été mordu par un chien enragé, et que je vous avais amené après bien des péripéties, d'Alsace à Paris. J'étais terriblement angoissée du sort horrible réservé à mon enfant, et je venais vers vous pour vous supplier de le sauver.

Pendant les soins que vous avez prodigués à mon fils, je n'ai pas eu la possibilité de vous raconter les difficultés et les obstacles que nous avons dû surmonter pour arriver enfin jusqu'à vous. Si vous le permettez, je vais vous raconter notre voyage et les péripéties qui l'ont émaillé.

Nous habitions à Steige où mon mari et moi-même étions boulangers. C'était le 4 juillet 1885 et Joseph avait 9 ans.

Réveillé à cinq heures du matin par son père, il partit pour Maisonsgoutte, comme il le faisait tous les matins avant d'aller à l'école, pour chercher de la levure de bière liquide, et pour cela il portait une gamelle en fer blanc. Il croisa le chien de Théodore Vonné, qu'il connaissait bien et dont il n'avait aucune raison de se méfier. Mais le chien ne se conduisait pas comme d'habitude, et sans doute excité par les éclats brillants de la gamelle, il s'est jeté sur lui et l'a mordu profondément à quatorze reprises. Joseph criait et n'arrivait pas repousser le chien qui était très agressif et bien plus fort que lui. Ses cris ne semblaient pas intéresser les gens alentour, sauf un maçon qui se précipita avec une barre de fer et força le chien à lâcher prise, non sans difficultés vu l'état d'excitation du chien. Je n'ai malheureusement pas le nom de ce maçon en tête mais que grâces lui soient rendues parce que sans lui mon fils serait peut-être déjà mort. Une fois réconforté, Joseph revint à pied à la maison tant bien que mal, ses blessures le faisant cruellement souffrir.

Affolés en le voyant dans cet état et ne sachant que faire, son père et moi l'avons emmené voir le docteur Weber qui le soigna comme il put et lui fit des pansements, mais qui déclara ne pas pouvoir le guérir car il n'existait aucun traitement pour soigner cette maladie mortelle, la rage ! Et quand on sait comment cela se terminait pour les pauvres gens atteints, nous avions toutes les raisons du monde d'être terrifiés quant au sort de notre enfant si l'on ne trouvait pas rapidement une solution.

Il nous conseilla d'aller voir à Paris un certain Monsieur Louis Pasteur qui, à ce que l'on disait, faisait actuellement des travaux sur la rage.

Paris ! Comme c'était loin de notre village ! Et comme le voyage allait nous coûter cher, nous qui n'étions pas riches et devions travailler dur pour vivre et élever nos enfants.

Le lendemain matin, le 5 juillet, de bonne heure, Joseph et moi, nous montâmes dans le char à banc d'un de mes parents voiturier de son état, vers la gare de Saint-Dié pour prendre le train pour Paris, accompagnés par Théodore Vonné, inquiet pour lui-même également, car lui aussi avait été mordu par son chien qui cherchait toujours à mordre, même son maître. Le chien avait été abattu par les gendarmes et autopsié. Dans son estomac on avait trouvé de la paille, du foin et des fragments de bois, preuve qu'il était vraiment enragé. Ce qui ne nous avait évidemment pas rassurés.

Résumer en quelques mots ce voyage n'est pas facile. Nous mîmes à peu près deux heures pour arriver à la gare de Saint-Dié. Ce fut long et douloureux, pour Joseph surtout, car les cahots de la route ravivaient continuellement les douleurs de ses blessures mais il ne

se plaignait pas trop malgré tout. Je dois dire qu'il a été bien courageux pour son âge mon petit Joseph. Nous attendîmes le train pour Nancy d'abord, et enfin, après un changement, nous arrivâmes à Paris, à la gare de l'Est, vers 23 heures. Nous nous rendîmes directement chez mon frère et nous y avons passé la nuit.

Le lendemain, nous étions le 6 juillet, cela faisait déjà deux jours que Joseph avait été mordu et nous ne devions pas perdre de temps. Il fallait faire vite, très vite, mais nous ne nous doutions pas que nos démarches pour arriver jusqu'à vous allaient être si longues et si fatigantes, je dirais même désespérantes à cause de la mauvaise volonté que beaucoup de gens mettraient à nous renseigner.

Nous avons commencé très tôt le matin, avec mon frère qui était sergent de ville et qui nous a bien aidés car il connaissait bien Paris. Nous sommes allés dans toutes les pharmacies que nous connaissions pour demander où l'on pouvait rencontrer Monsieur Pasteur, mais personne ne le savait, ou ne voulait nous donner de renseignements, certains même avançaient que c'était un charlatan et que nous ferions mieux de mener l'enfant à l'hôpital où il serait bien soigné (excusez-moi, Monsieur Pasteur, je vous raconte les choses comme elles se sont passées, malheureusement). Nous savions en quoi consistait le traitement réservé aux enragés et pour rien au monde je n'aurais laissé mon fils dans un hôpital.

Mon frère me conseilla d'aller à l'Hôtel-Dieu, où des médecins, après avoir examiné Joseph, m'ont fait une ordonnance remplie de tout un tas de médicaments ! Cela m'a mise en colère et j'ai déchiré l'ordonnance en leur disant que je n'étais pas venue à Paris pour avoir des médicaments, mais pour rencontrer Monsieur Pasteur. Je leur ai répété : « Dites-moi où je peux le trouver, c'est tout ce que je vous demande. » Ils me répondirent d'abord que Monsieur Pasteur n'était pas à Paris. J'ai insisté : « Dites-moi où il est, j'irai jusqu'où il faudra pour qu'il guérisse mon petit ! » Avec beaucoup de mauvaise volonté, ils ont fini par me dire d'aller à l'hôpital Cochin où l'on me donnerait son adresse.

Encore du chemin à faire, traverser la Seine, marcher, marcher encore, avec mon petit Joseph qui souffrait beaucoup de ses blessures, et moi, avec mes douleurs qui ne me lâchaient pas, mais il fallait coûte que coûte que nous arrivions à rencontrer Monsieur Pasteur, et il fallait faire vite car chaque heure était une heure de trop, une heure qui pouvait être fatale à Joseph.

Nous sommes enfin arrivés à l'hôpital Cochin, mais la porte était fermée. J'ai frappé, sonné, jusqu'à ce que l'on nous ouvre. On m'a demandé ce que je voulais et j'ai dit que je voulais l'adresse de Monsieur Pasteur et que c'était très urgent. On m'a répondu qu'il habitait au 14 rue d'Ulm. Enfin une adresse ! Enfin l'espoir de rencontrer la personne qui sauverait mon fils, car je n'en doutais pas une seconde, il fallait que je trouve ce savant, et il sauverait mon Joseph !

Il nous a fallu au moins une demi-heure pour parvenir au 14 rue d'Ulm. Tout cela nous avait pris finalement toute la matinée et c'est bien fatigués que nous arrivâmes enfin devant le n°14 de la rue d'Ulm, aux alentours de 13 heures. J'étais tellement heureuse d'avoir réussi à trouver ce Monsieur Pasteur, et en même temps tellement inquiète que tout cela ne soit qu'un faux espoir, qu'une fois devant la porte je n'ai pas hésité et j'ai sonné, vite. Quand on nous a fait entrer, je me suis trouvée terriblement gênée parce que vous étiez à table avec votre famille !

Très gentiment, vous m'avez demandé ce qui nous amenait et je vous ai expliqué que Joseph avait été attaqué et mordu par un chien enragé. Je vous ai raconté toutes nos recherches avant de réussir à avoir votre adresse, et je vous ai demandé de sauver mon enfant puisqu'on disait que vous pouviez le faire

car vous faisiez des expériences sur la rage depuis un moment.

Vous m'avez écoutée avec attention, puis vous m'avez demandé si nous avions mangé. Non bien sûr, pas depuis ce matin, nous n'avions pas à perdre du temps pour ça !

Vous nous avez installés dans la cuisine et vous nous avez fait servir un repas bienvenu, car nous étions, sans le savoir, affamés. Pendant toutes nos recherches nous n'avions pensé qu'à une chose : vous trouver ! Nous étions très émus et reconnaissants devant tant de gentillesse et d'attention de la part d'un grand Monsieur comme vous.

Puis, vous avez examiné Joseph. Vous étiez très ému de voir toutes ses plaies et avez été très doux avec lui, le rassurant comme vous le pouviez. Ce n'était qu'un petit garçon qui avait été affreusement mordu, qui souffrait et qui risquait sa vie. Vous étiez très perplexe et surtout très inquiet sur la décision que vous deviez prendre. Vous disiez que vous n'aviez jamais pratiqué vos essais sur l'homme, mais toujours sur des animaux, et que traiter un enfant était une énorme responsabilité que vous hésitiez à prendre.

Devant vos hésitations, je me suis mise à genoux devant vous et je vous ai dit : « Mon enfant est perdu, il reste une chance de le sauver, je vous le confie et le remet entre les mains de Dieu. » Je savais que, sans vous, il était condamné et aurait fini par mourir après de terribles souffrances, il fallait à tout prix tout tenter. J'ai appris longtemps après, que le premier juillet 1885, soit cinq jours avant notre venue, vous aviez renoncé à faire une communication sur vos essais sur la rage, parce que vous ne vous sentiez pas assez prêt. Quels tourments vous avez dû surmonter pour prendre votre décision ! Je ne vous en suis que plus reconnaissante.

Mes prières ont dû vous convaincre parce que vous avez contacté le docteur Vulpian et le docteur Grancher, avec qui vous travailliez. Ils arrivèrent peu après et examinèrent Joseph à leur tour. Ils conclurent qu'il avait effectivement contracté la rage et que son sort sans traitement étant inéluctable, il fallait donc essayer, et très vite.

Vous avez discuté longtemps avec le docteur Roux qui était avec vous, et finalement vous avez pris la décision de tenter votre médecine sur Joseph, mais pour cela, vous avez décidé que nous devions, Joseph et moi, demeurer à Paris parce que le traitement serait long.

Vous nous avez donc emmenés dans un magasin et vous avez acheté à notre intention, deux couchettes, des draps, des couvertures et de quoi faire notre toilette, et vous et Monsieur Roux, vous êtes sortis en portant tous les paquets. J'étais extrêmement gênée que deux Messieurs savants comme vous se chargent de cela et je vous ai demandé très poliment de nous laisser, Joseph et moi, porter ces paquets. Mais vous avez refusé et je n'ai pu faire autrement que d'accepter, surtout que Joseph n'aurait sans doute pas été capable de porter quoi que ce soit, dans son état.

Je me souviens que c'est rue Vauquelin dans le laboratoire, que vous nous avez fait installer. Il y avait plein d'animaux destinés aux essais de laboratoire. Joseph aimait beaucoup les animaux mais il s'intéressait beaucoup plus aux panoplies de casques et de cuirasses qui ornaient la salle !

Le traitement commença le soir même du 6 juillet car il ne fallait plus perdre de temps. Vous n'étiez pas médecin, Monsieur Pasteur, vous ne pouviez donc pas administrer le traitement vous-même, ce fut donc le docteur Grancher qui s'en chargea et qui fit à Joseph toute la série des piqûres sous la peau du ventre. On m'a expliqué que c'était de la moelle infectée par la rage, d'abord faiblement, puis de plus en plus forte, pendant quinze jours... ou onze... oui, ce serait plutôt onze jours, et je crois que Joseph reçut treize

injections jusqu'à la dernière qui contenait le virus vivant de la rage. Excusez-moi Monsieur Pasteur, j'étais tellement inquiète pour mon petit Joseph que je ne me souviens plus vraiment du nombre exact de piqûres. Tout ce dont je me souviens, c'est qu'au bout de tout ce temps qui nous a paru si long, Joseph était toujours vivant et en bonne santé. Nous avons dû attendre une dizaine de jours pour être certains que c'était une réussite totale.

En sauvant Joseph vous avez changé notre vie et notre reconnaissance est infinie, au-delà de nous-mêmes, et nous transmettrons cette reconnaissance et ce respect à nos enfants, qui eux-mêmes les transmettront à leurs enfants, et ainsi de suite.

Je suis, cher Monsieur Pasteur, votre très dévouée et très reconnaissante à jamais,

Marie-Angélique Meister

Quelques questions à se poser

1. À quel genre littéraire appartient ce texte ? Justifiez votre réponse.
2. Qui est la narratrice (identité, époque, situation familiale, lieu de vie…) ?
3. Résumez en un petit paragraphe l'histoire qu'elle raconte ici (cinq à dix lignes).

Annexe 6A : Fiche méthodologique pour écrire une lettre

La lettre est un document écrit qui obéit à des codes précis qu'il faut respecter :

- Dans sa forme : la présentation et la mise en page sont codifiées.
- Dans son contenu (= le fond) : il faut observer les étapes et les formules obligatoires qui structurent la lettre.

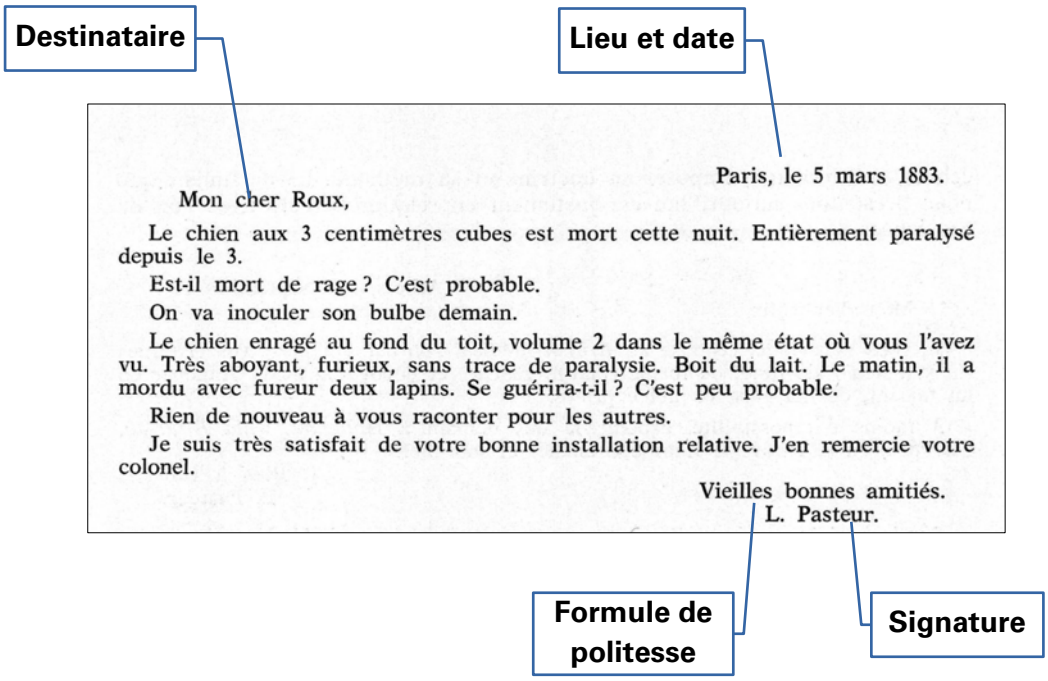
La lettre est adaptée à son destinataire, et on ne la présente pas de la même manière selon la personne à qui l'on écrit. Il faut différencier deux grands types de lettres : le courrier personnel adressé à la famille ou aux amis, et le courrier administratif ou professionnel.

a) La lettre personnelle (écrite par exemple à un ami, à quelqu'un de la famille...)

- La forme. Elle doit contenir les éléments suivants : le lieu et la date d'écriture, une formule de salutation, le corps de la lettre, une formule finale et une signature.
- Le fond. Il faut adapter le ton et le registre au destinataire, selon le degré de parenté, d'amitié ou de familiarité qu'on a avec lui.

b) La lettre administrative/officielle

- La forme. Elle contient les mêmes éléments que la lettre personnelle (lieu et date), mais il y a en plus deux étapes différentes par rapport à la lettre personnelle : il faut rappeler d'abord qui l'on est (l'expéditeur) et à qui l'on écrit (le destinataire) avant de commencer la lettre proprement dite. Il faut aussi préciser l'objet de la lettre, c'est-à-dire la raison qui nous pousse à écrire cette lettre.
- Le contenu. Il faut adapter son langage : choisir un ton et un vocabulaire neutres, en s'exprimant dans un registre de langue courant ou soutenu, et employer le vouvoiement. Il faut aussi faire particulièrement attention aux formules de courtoisie qui répondent à des codes très précis.



Paris, le 5 mars 1883.

Mon cher Roux,

Le chien aux 3 centimètres cubes est mort cette nuit. Entièrement paralysé depuis le 3.

Est-il mort de rage ? C'est probable.

On va inoculer son bulbe demain.

Le chien enragé au fond du toit, volume 2 dans le même état où vous l'avez vu. Très aboyant, furieux, sans trace de paralysie. Boit du lait. Le matin, il a mordu avec fureur deux lapins. Se guérira-t-il ? C'est peu probable.

Rien de nouveau à vous raconter pour les autres.

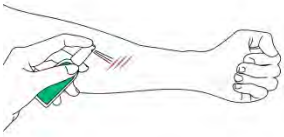
Je suis très satisfait de votre bonne installation relative. J'en remercie votre colonel.

Vieilles bonnes amitiés.
L. Pasteur.

Annexe 6B : Le devoir de mémoire

Le devoir de mémoire est une expression qui évoque l'obligation morale que nous avons à perpétuer le souvenir d'événements historiques tragiques. Ce souvenir peut, en plus, nous permettre de faire en sorte que de nouveaux événements similaires ne se reproduisent pas. La notion de devoir de mémoire est intimement liée aux conflits militaires, et notamment l'événement de la Shoah. Il a ensuite été étendu à d'autres épisodes. L'humanité a mené d'autres conflits que des guerres entre humains, et notamment des conflits contre des maladies. Là encore, un devoir de mémoire s'impose…

Annexe 6C : Quelques documents sur l'héritage de Pasteur

Théorie des germes Pasteur a été l'un des grands artisans de cette théorie qui postule que les maladies infectieuses sont dues à des micro-organismes. Ce savoir a permis la mise en place de **méthodes antiseptiques** pour détruire ces microbes, par exemple au niveau d'une plaie infectée.	
Asepsie Pasteur militait pour que les chirurgiens, notamment, se désinfectent les mains et nettoient tout leur matériel (outils, bandelettes…) par différentes méthodes, dont l'exposition à la chaleur. Toutes ces méthodes reposent sur ce que l'on appelle l'**asepsie** (on prévient l'introduction des microbes dans l'organisme).	
Vaccination Pasteur a fabriqué le premier **vaccin**, qui luttait contre le choléra des poules. Il a ensuite contribué à étendre la méthode aux maladies humaines, en élaborant le vaccin contre la rage. Aujourd'hui, de très nombreux vaccins existent et sauvent la vie de millions de personnes chaque année.	
L'Institut Pasteur Pasteur a fondé et dirigé l'institut qui porte son nom. C'était initialement un centre où l'on vaccinait le grand public contre la rage. C'est devenu un lieu de recherche de pointe, où la science a conçu des méthodes de lutte contre de nombreuses maladies dévastatrices.	

Auteur
Mathieu Farina

Illustrations
Marjorie Garry
Les 2 illustrations de l'Annexe 4 et celle de l'Annexe 6C ont été reproduites avec l'aimable autorisation de l'Institut Pasteur. Elles sont disponibles sur le site de la photothèque de l'Institut Pasteur.
Le texte de l'Annexe 5 a été reproduit avec l'aimable autorisation de Thierry Marchaisse. Il s'agit d'une lettre extraite de l'ouvrage *Lettres à Loulou dit Pasteur*, paru en 2022 aux éditions Thierry Marchaisse.
Logo du bicentenaire Louis Pasteur : dessin réalisé par l'artiste Fabrice Hyber

Remerciements
Isabelle Banchereau, Julien Boquet, Anne Bernard-Delorme, Patrice Debré, Marie-José Demouron, Margaux Guernier, Émilie Konorbis, Anne-Lise Leroy, Caroline Mairot, Thierry Marchaisse, Daniel Raichvarg, Karine Ragueneau, Maxime Schwartz, Éric Tréhiou, Hélène Trépagne Darras

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