

À la recherche du coupable

Cycle 4 et seconde

Une séquence du projet *Esprit scientifique, Esprit critique* – Tome 2

Résumé

Comment faire pour prouver l'existence d'un lien de causalité entre deux phénomènes ? La démarche expérimentale est présentée ici sous l'angle d'une méthode permettant d'établir de façon rigoureuse la cause d'un phénomène étudié. En l'occurrence, les enquêteurs recherchent activement le micro-organisme à l'origine de l'épidémie qu'ils affrontent. Ils vont donc établir un protocole permettant de déterminer si la cause de cette épidémie est virale, bactérienne ou fongique. Au cours de l'activité, les élèves exploitent donc des documents pour concevoir un protocole expérimental permettant de déterminer le groupe de l'agent pathogène à l'origine de l'épidémie. Une fiche à télécharger est à mettre à la disposition de chaque groupe d'élèves. Le message principal à retenir est le suivant : pour rechercher la cause d'un phénomène, les scientifiques ont souvent recours à une procédure méthodique et rigoureuse, à savoir la démarche expérimentale. Après avoir formulé une hypothèse, ils élaborent un protocole expérimental pour la tester. Ils comparent les résultats obtenus en faisant varier uniquement un seul facteur : la cause suspectée. S'ils observent une différence par rapport à une expérience témoin, les chercheurs pourront en déduire que le facteur suspecté est bien un facteur explicatif (cause) du phénomène étudié (conséquence). Pour l'évaluation de la capacité des élèves à remobiliser les compétences travaillées, se référer à la fiche globale d'évaluation « Expliquer » et sélectionner la question 2.

À la recherche du coupable (périlleux diagnostic)

Savoir-faire 2: Se doter d'une méthode pour chercher la cause d'un phénomène
Niveau 3: S'approprier une démarche expérimentale pour répondre à une question

1 activité

CE QUE VOUS ALLEZ TROUVER DANS CETTE SÉQUENCE :

- ▶ Des activités de: SVT
- ▶ Des activités de type: Investigation dans la peau d'un épidémiologiste
- ▶ Des activités sur le thème de: Épidémie, Micro-organismes pathogènes, Protocole expérimental, Diagnostic

Activité 1: Identification

Objectif: S'approprier les étapes d'une démarche expérimentale

Résumé	Les élèves exploitent des documents pour concevoir un protocole expérimental permettant de déterminer le groupe de l'agent pathogène à l'origine de l'épidémie.
Matériel	Documents et cartes fournis.
Notions mobilisées	Micro-organismes pathogènes et mesure d'hygiène.
Compétences mobilisées	Concevoir des protocoles expérimentaux.
Production	Compte-rendu rédigé.
Durée	1 heure environ.

Message à emporter

Pour rechercher la cause d'un phénomène, les scientifiques ont souvent recours à une procédure méthodique et rigoureuse: la démarche expérimentale. Après avoir formulé une hypothèse, ils élaborent un protocole expérimental pour la tester: ils comparent les résultats obtenus en faisant varier uniquement un seul facteur: la cause suspectée. S'ils observent une différence par rapport à une expérience témoin, les chercheurs pourront en déduire que le facteur suspecté est bien un facteur explicatif (cause) du phénomène étudié (conséquence).

Clés pour la mise en œuvre

Dans la Séquence 1, les élèves ont identifié et représenté des chaînes de causalité. Les relations causales identifiées ont été admises telles quelles, mais n'ont pas été réellement prouvées. Comment faire pour prouver l'existence d'un lien de causalité entre deux phénomènes? La démarche expérimentale est présentée ici sous l'angle d'une méthode permettant d'établir de façon rigoureuse la cause d'un phénomène étudié. En l'occurrence, les enquêteurs recherchent activement le micro-organisme à l'origine de l'épidémie qu'ils affrontent. Ils vont donc établir un protocole permettant de déterminer si la cause de cette épidémie est virale, bactérienne ou fongique.

Déroulé possible de l'activité

Contexte : L'épidémie se propage toujours. Les laboratoires recherchent activement un premier traitement pour limiter les dégâts qu'elle entraîne. Pour cela, ils ont besoin d'en savoir plus sur l'élément responsable de la maladie. Or il est pour l'instant impossible pour les chercheurs de cultiver cet agent et ainsi de révéler son identité sous le microscope. Ils sont face à un défi qui revient à chercher le contenu d'une boîte noire que l'on ne puisse l'ouvrir ! Mais les chercheurs ont différentes hypothèses grâce à leurs connaissances.

Objectif : Déterminer parmi ces hypothèses celle qui est la bonne et rejeter les autres.

Organisation : Par groupes de 2 ou de 4.

Matériel :

- Liste des suspects (les élèves découvrent les 3 causes possibles).
- Liste des Indices pour progresser dans l'enquête (les élèves s'appuient éventuellement sur ces indices pour faire avancer leur réflexion).

Règles : Prendre en considération la liste des causes possibles (suspects) et concevoir le protocole expérimental qui permettra de discriminer parmi les différentes causes celle qui est la plus probable.

L'enseignant explique : « Vous allez concevoir un protocole expérimental qui permet de progresser dans la détermination de l'agent responsable. À l'issue de ce protocole, nous en saurons plus sur la cause de la maladie ! »



■ **L'enseignant présente aux élèves le contexte et l'objectif de l'activité.**

■ **L'enseignant distribue la Liste des Suspects et en propose la lecture.** Ces fiches exposent les notions que doivent maîtriser les élèves au sujet des micro-organismes. Les trois types de micro-organismes évoqués, les « suspects » de l'enquête sont : virus, bactéries, champignons unicellulaires. Par exemple, ils décrivent la nature cellulaire des bactéries et le fait qu'elles sont les seules à être sensibles aux antibiotiques.

Note : les connaissances actuelles des scientifiques leur permettent évidemment de savoir très rapidement à laquelle de ces catégories appartient l'agent responsable d'une épidémie, avant même de l'avoir isolé. Cependant, une méthode analogue peut leur permettre de discriminer entre des groupes d'organismes plus proches.

■ **L'enseignant expose la problématique :** on va mettre au point un dispositif permettant de savoir à quel groupe de « suspects » appartient l'agent pathogène responsable de la maladie. Les élèves peuvent parfois avoir envie de répondre selon leurs intuitions, au hasard ! Il est nécessaire de profiter de ce « réflexe » pour leur montrer que cette façon « naturelle » et spontanée de penser la causalité ne peut être valable si on recherche vraiment la vérité... ce qui est le cas quand il y a des vies en jeu ! Mais c'est également pertinent dans notre quotidien.

■ **L'enseignant laisse ensuite les élèves (répartis en petits groupes de 2 à 4) travailler en autonomie.** Les élèves doivent établir un protocole expérimental pour éliminer un à un les suspects. Ils doivent penser à administrer à des groupes d'individus malades un unique traitement et à comparer

le résultat de ce traitement à un groupe témoin (individus ne recevant aucun traitement). Les élèves doivent accompagner ces protocoles de prédictions : s'il n'y a pas de différence entre le groupe testé et le groupe témoin, le suspect est écarté (l'hypothèse selon laquelle l'agent pathogène serait de la catégorie testée est réfutée). Dans le cas contraire, le suspect est validé. Pour réaliser cette enquête, les élèves disposent d'indices.

Note : selon le niveau des élèves, il pourra décider de donner directement à certains groupes un nombre plus ou moins important d'indices. Nous recommandons de distribuer le premier et de présenter aux élèves le défi d'aller au bout de la mission sans indices supplémentaires. On précisera cependant que ceux-ci pourront être donnés en cas de blocage dans le raisonnement, ou après avoir formulé une proposition, pour évaluer celle-ci et l'améliorer si besoin.

Note : les élèves sont souvent déconcertés par le fait de ne pas avoir à disposition les résultats. Ils sont parfois habitués à valider des hypothèses, mais moins à concevoir des protocoles sans les résultats sous les yeux, ou encore à réfuter des hypothèses. Leur préciser cela en amont peut permettre de les aider à bien comprendre ce que l'on attend d'eux.

■ **L'enseignant donne les résultats aux groupes lorsqu'ils ont élaboré le protocole et ses prédictions.** L'enseignant ne donne que les résultats des tests que les élèves ont demandés. Ainsi, si certains groupes oublient ici de concevoir une expérience témoin, l'enseignant ne donnera que les résultats du groupe test. Si les élèves ne réalisent toujours pas l'erreur méthodologique commise, l'enseignant distribuera l'indice n° 4.

Note : les élèves peuvent être étonnés par les résultats : tous les tests montrent que certains individus guérissent. Cela est pourtant normal car on peut (heureusement !) guérir spontanément d'une maladie. Cela permet même de renforcer l'importance du témoin. Qu'auraient-ils déduits en ne voyant que les résultats du groupe « antibiotique » ? C'est seulement la comparaison des résultats qui rend leur interprétation possible.

Pour nourrir la discussion à l'issue de l'activité

■ La mise en commun commence par le rappel des aspects fondamentaux du protocole. Celui-ci est réalisé de façon rigoureuse et méthodique. Les tests portent sur le plus grand nombre de patients possibles. Les résultats sont comparés par rapport à un témoin (expérience identique où l'on ne fait rien varier). Lors d'une expérience, les scientifiques ne font varier qu'un seul facteur à la fois.

■ Pour concevoir le test, les chercheurs émettent auparavant une ou plusieurs hypothèses. Par exemple, dans le cas présenté : « la maladie est-elle causée par un virus présent dans l'organisme ? » Ils formulent ensuite une prédiction : si l'hypothèse est vraie, supprimer les virus présents dans l'organisme doit diminuer les symptômes liés à la maladie. Si l'hypothèse est fautive en revanche, on ne s'attend pas à cette diminution.

■ Ils « réalisent » le test. Dans le cas présenté ici, il s'agit d'appliquer des antiviraux à un groupe d'individus malades et comparer l'évolution des symptômes entre ces individus et des individus qui ne reçoivent pas le traitement (groupe témoin). Le groupe témoin recevra même un traitement sans principe actif nommé placebo, afin de s'assurer que toutes les conditions soient bien identiques entre les deux groupes. Si les résultats sont conformes aux prédictions, l'hypothèse est validée. Dans le cas contraire, elle est infirmée et on teste une nouvelle hypothèse.

■ Les hypothèses sont bien testées les unes après les autres ! On réalise tout le protocole concernant l'hypothèse « virus » puis on passe à l'hypothèse « bactéries ». Cela ne sert à rien de vouloir gagner du temps en testant plusieurs hypothèses à la fois ! On ne pourrait pas interpréter les résultats c'est-à-dire savoir quel facteur est responsable de l'effet observé.

- L'enseignant revient sur les résultats de l'expérience. Il discute avec les élèves sur l'importance de comparer les résultats obtenus dans les tests avec une expérience témoin. Il est logique que des individus guérissent dans tous les traitements, et même en l'absence de traitement. C'est uniquement si le traitement permet un meilleur taux de guérison que l'on considérera celui-ci comme étant efficace. Les résultats semblent montrer que la maladie est causée par un virus car il y a une proportion bien supérieure d'individus guéris après traitement aux antiviraux (par rapport au placebo). Comme on peut le voir, les antiviraux sont cependant loin d'être efficaces à 100 % et la lutte contre l'épidémie devra continuer dans les prochains épisodes!
- Dans la vie quotidienne, il nous arrive de rechercher des explications. Cependant, la recherche de cause est faite de façon hâtive. Le plus souvent, nous oublions de comparer les résultats par rapport à un témoin et nous considérons une cause sans vraiment l'avoir prouvé. L'enseignant demande aux élèves de retrouver des exemples de cela. Ce peut être les vertus d'un aliment sur la « bonne santé » des gens qui le consomment. On néglige les facteurs confondants (d'autres variables qui sont modifiées en même temps, comme le niveau de vie...) et on ne réalise pas une expérience bien contrôlée où l'on compare les résultats entre un groupe consommant l'aliment et l'autre non etc.

Identification (fiche élève)

Objectif: Comprendre qu'un phénomène peut avoir plusieurs causes.

Mission: Menez l'enquête!

Contexte:

L'épidémie se propage toujours. Les laboratoires recherchent activement un premier traitement pour limiter les dégâts qu'elle entraîne. Pour cela, ils ont besoin d'en savoir plus sur l'élément responsable de la maladie. Or il est pour l'instant impossible pour les chercheurs de cultiver cet agent et ainsi de révéler son identité sous le microscope. Ils sont face à un défi qui revient à chercher le contenu d'une boîte noire que l'on ne puisse l'ouvrir! Mais les chercheurs ont différentes hypothèses grâce à leurs connaissances. Comment choisir entre ces différents suspects?

Matériel:

- Cartes des Suspects.
- Indices pour l'enquête (à ne réclamer que si l'on est bloqué).



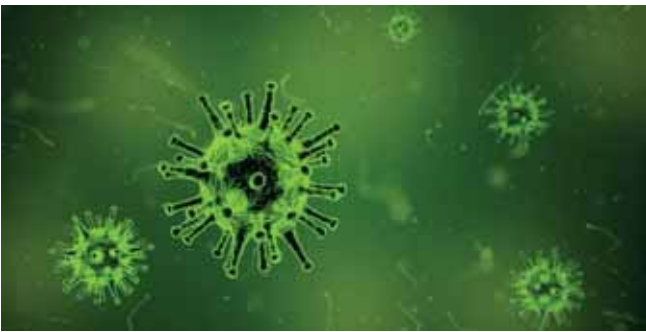
Règles: Concevez un protocole expérimental pour retrouver le responsable de la maladie! Progresser avec votre raisonnement d'enquêteurs, et essayez d'utiliser le moins d'indices possible. Sachez cependant que ces indices vous seront donnés si vous bloquez car vous devez parvenir au bout de cette enquête. Le sort de l'humanité en dépend!



Identification (fiche matériel)

• Liste des suspects

Parmi les agents classiquement responsables de maladies infectieuses, on retrouve trois catégories principales: les virus, les bactéries et les champignons. Bien que partageant tous le point commun d'être invisibles à nos yeux (on les désigne sous le terme de micro-organismes), ils appartiennent en fait à 3 groupes très différents et on ne les attaque pas de la même façon. Il est donc capital de retrouver à quelle catégorie appartient l'agent pathogène responsable de notre épidémie.



LES VIRUS

Agents pathogènes de taille généralement petite (en moyenne autour de 100 nanomètres).

Ils parasitent les cellules du corps de leur hôte pour se reproduire.

Ils sont détruits uniquement par des antiviraux.



LES BACTÉRIES

Certaines bactéries sont des pathogènes. Leur taille moyenne est de quelques micromètres.

Ce sont des cellules qui utilisent les ressources de l'organisme pour se multiplier.

Elles sont détruites uniquement par des antibiotiques.



LES CHAMPIGNONS

Certains champignons sont des pathogènes. Leur taille moyenne est de quelques micromètres.

Ce sont des cellules vivant en colonies et qui se développent sur des muqueuses.




Ils sont détruits uniquement par des antifongiques.

• Liste des indices

(À distribuer aux groupes lorsqu'un blocage est repéré)

Indice n° 1

Un aspect fondamental à considérer pour établir le protocole est le suivant : la lutte contre chaque type de micro-organismes se réalise grâce à un type de composés spécifiques : les antiviraux contre les virus, les antibiotiques contre les bactéries et les antifongiques contre les champignons.

Type de molécules	Organismes détruits
 Antiviraux	VIRUS
 Antibiotiques	BACTÉRIES
 Antifongiques	CHAMPIGNONS

Indice n° 2

Les chercheurs disposent de patients infectés qui peuvent accepter d'être soumis à un traitement expérimental bien suivi et bien encadré.



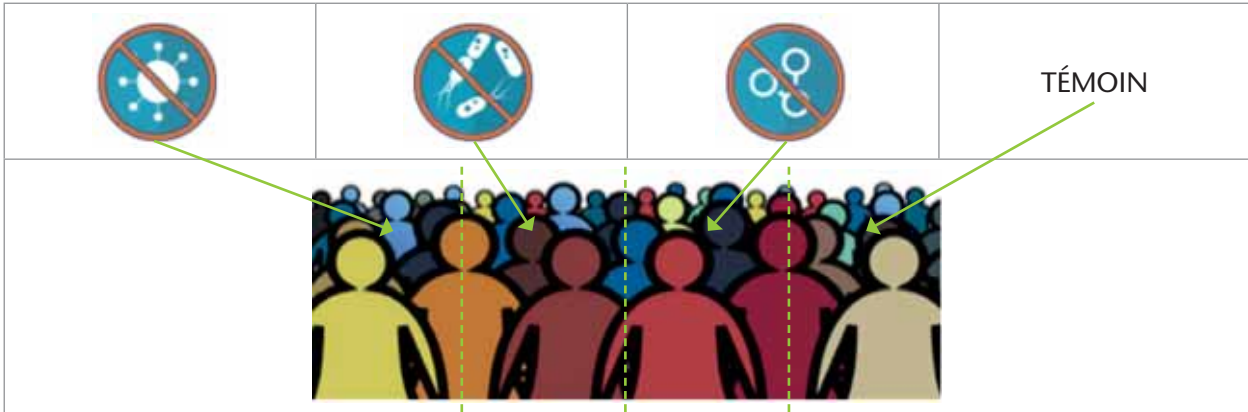
Indice n° 3

Pour éliminer l'une ou l'autre des hypothèses, les chercheurs doivent établir une prédiction et la vérifier. Comme la maladie peut être causée par un virus, une bactérie ou un champignon présent dans l'organisme, on va appliquer des antiviraux, des antibiotiques ou des antifongiques et mesurer l'évolution des symptômes des patients suite à l'administration du traitement. Une évolution marquée devrait survenir si l'on traite effectivement la maladie.



Indice n° 4

Il ne faut faire varier qu'un seul paramètre à la fois et il faut toujours comparer par rapport à un témoin! On va donc faire 4 groupes: le premier est traité aux antibiotiques, le deuxième aux antiviraux, le troisième aux antifongiques et le quatrième reçoit un placebo (traitement sans produit actif).



• Résultats des tests

(À distribuer aux groupes les plus rapides ou à l'issue de l'activité)

Quatre groupes d'environ 30 individus ont été établis. Chaque groupe a reçu un traitement: soit d'antiviraux, soit d'antibiotiques, soit d'antifongiques, soit un placebo (traitement sans produit actif). Nous avons noté le nombre d'individus ayant subi le traitement et le nombre d'individus guéris à l'issue du traitement.

Groupe	Nombre d'individus testés	Nombre d'individus guéris après traitement
Antiviraux	31	16
Antibiotiques	29	6
Antifongiques	32	8
Placebo (témoin)	30	8

Cette ressource est issue du projet thématique *Esprit scientifique, Esprit critique – Tome 2*, paru aux Éditions Le Pommier.



Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : <https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques>.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

