

La boîte du pourquoi

Cycle 3

Une séquence du projet *Esprit scientifique, Esprit critique* – Tome 1

Résumé

L'objectif de la séquence est d'apprendre à mener une investigation sur un phénomène mystérieux (qui échappe à l'observation directe), de réfléchir à la démarche scientifique et d'en mettre en place les différentes étapes, de l'observation à l'expérimentation, en passant par la comparaison entre données et hypothèses. L'activité se prête éventuellement à une utilisation comme introduction à la démarche d'investigation, et peut permettre d'identifier et de formaliser de façon explicite les « étapes » principales. Elle peut ainsi aider à construire une « fiche méthode » à conserver en classe et à remobiliser à l'occasion. En pratique, les élèves sont mis au défi de trouver le plus d'informations possible sur les objets contenus dans une boîte, sans l'ouvrir : ils mènent une première recherche en manipulant la boîte, en la sentant, en la secouant... et émettent des hypothèses à partir des observations faites. Ils mettent alors en place des expériences permettant de tester les hypothèses proposées, puis partagent et comparent leurs résultats. Ils ont besoin, pour cela, de matériel à prévoir et à préparer à l'avance. Le message principal à retenir est le suivant : on peut mieux comprendre les objets qui nous entourent en les observant, mais ce n'est parfois pas suffisant. Tout n'est pas immédiatement visible et observable. On peut alors en savoir plus sur l'objet grâce à des expériences. Pour qu'une expérience nous donne des informations fiables, il faut que le protocole utilisé soit rigoureux : il faut extraire tout ce qu'on peut de l'observation, formuler des hypothèses qu'on peut tester, les tester les unes après les autres, en ne faisant varier qu'un seul paramètre à la fois, puis analyser les résultats et les combiner ensemble. On obtient une « idée » de l'objet recherché qui devrait s'approcher de la réalité, même si des incertitudes perdurent. Une fiche d'évaluation permet de vérifier la capacité des élèves à remobiliser les compétences travaillées.

BLOC 2 : EXPLIQUER	À partir du Cycle 3
Séquence 2 : La boîte du pourquoi	1 activité
<p>Objectif : Face à un phénomène qui échappe à l'observation directe, apprendre à formuler des hypothèses pour expliquer son comportement et mettre en place des expériences pour les tester. Réfléchir aux étapes de la démarche scientifique, en en faisant l'expérience.</p> <p>Savoir-faire : Se doter d'une méthode pour chercher la cause d'un phénomène – Niveau 3 : S'approprier une démarche expérimentale pour expliquer un phénomène.</p>	
<p>Enseignements / Disciplines engagé(e)s : Questionner le monde / Sciences et technologie</p>	
<p>Compétences associées : Pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une démarche d'investigation – Utiliser des observations précises pour en tirer des interprétations.</p>	

Activité : Mener l'enquête

Objectif général : Apprendre à mener une investigation sur un phénomène mystérieux (qui échappe à l'observation directe), réfléchir à la démarche scientifique. En mettre en place les différentes étapes, de l'observation à l'expérimentation, puis à la comparaison entre données et hypothèses.

Résumé	
Déroulé et modalités	Les élèves sont mis au défi de trouver le plus d'information possible sur les objets contenus dans une boîte, sans l'ouvrir : ils mènent une première recherche en manipulant la boîte, en la sentant, en la secouant... et émettent des hypothèses à partir des observations faites (phase 1). Ils mettent alors en place des expériences permettant de tester les hypothèses proposées (phase 2), puis partagent et comparent leurs résultats (phase 3).
Matériel	Pour chaque groupe d'élèves : <ul style="list-style-type: none"> – 2 boîtes en carton, pas trop grandes – Des objets de petite taille à cacher dans les boîtes (voir p. 205) – Des instruments de mesure (mètre, balances...) et d'autres instruments permettant de révéler des caractéristiques spécifiques du contenu, comme des boussoles, des aimants,... – Des objets variés, dont certains identiques à ceux contenus dans les boîtes, à mettre à disposition sur une table pour les expériences – Un exemplaire de la Fiche 1
Durée	3 h distribuées sur au moins 3 séances

Message à emporter

On peut mieux comprendre les objets qui nous entourent en les observant, mais ce n'est parfois pas suffisant : tout n'est pas immédiatement visible et observable. On peut alors en savoir plus sur l'objet grâce à des expériences. Pour qu'une expérience nous donne des informations fiables, il faut que le protocole utilisé soit rigoureux : il faut extraire tout ce qu'on peut de l'observation, formuler des hypothèses qu'on peut tester, les tester les unes après les autres, en ne faisant varier qu'un seul paramètre à la fois, puis analyser les résultats et les combiner ensemble. On obtient une « idée » de l'objet recherché qui devrait s'approcher de la réalité, même si des incertitudes perdurent.

Notes préliminaires

- L'activité se prête éventuellement à être utilisée comme introduction à la démarche d'investigation, et peut permettre d'identifier et de formaliser de façon explicite les « étapes » principales. Elle peut ainsi aider à construire une « fiche méthode » à conserver en classe et à remobiliser à l'occasion.
- À partir du déroulé proposé, l'enseignant pourra développer ses propres adaptations. Même si elle est ici présentée pour le Cycle 3, l'activité pourra être menée au Cycle 2, par exemple en insérant un seul objet dans la boîte.
- Cette séquence pourra aussi être modifiée pour mettre l'accent sur un point particulier du programme : la recherche sur la notion de matière ou l'exploration de la structure interne de la Terre, qui sont au programme du Cycle 3, sont en effet fortement liées à cette idée de « recherche sur l'invisible ». Ce sont des domaines que nous ne pouvons pas observer directement.
- Enfin, il sera possible d'organiser un « défi » entre classes de la même école ou d'écoles différentes, travaillant en même temps sur des boîtes de contenu identique. Dans ce cas, le contenu pourra éventuellement être un peu plus complexe et prévoir des enquêtes plus poussées.



Préparation / en amont de la séance

En amont, l'enseignant prépare les « boîtes mystérieuses » : des boîtes en carton simples et toutes identiques, remplies ou non de petits objets, et bien fermées de façon qu'on ne puisse pas les ouvrir facilement. La préparation des boîtes prenant un peu de temps, il est recommandé de s'organiser à



l'avance.

– Toutes les boîtes doivent être identiques en forme, avec un volume pratique. On pourra utiliser des boîtes pour envoi postal (le carton est épais et cache les odeurs à l'intérieur, elles sont chères, mais faciles à se procurer), des boîtes alimentaires (par exemple des « pasta box »), des boîtes-cadeaux...

– Seulement la moitié des boîtes sera remplie d'objets, les autres boîtes servant de « témoins » pour les expériences.

- L’enseignant choisit les objets à insérer dans les boîtes en fonction de leur disponibilité pour lui. L’important est que l’« exploration » mobilise différentes modalités sensorielles et que les effets des objets lors de la manipulation puissent être bien identifiés. Penser à les récupérer à l’avance et à vérifier l’effet qu’ils produisent lorsqu’on manipule la boîte fermée, avant de les amener en classe.
- Nous conseillons de limiter le nombre d’objets (3-5 objets au maximum). Voici quelques objets ayant bien marché dans les classes qui ont réalisé l’activité au cours des tests : aimants très forts (penser à les tester à travers la boîte); flacons ou ballons en baudruche partiellement remplis d’eau (attention, ça peut éclater!); billes; riz, lentilles ou autres graines dans des petits conteneurs (par exemple dans des œufs en plastique); un objet odorant, comme un sachet de thé parfumé aux fruits rouges ou aux agrumes (le parfum pouvant être renforcé grâce à des arômes artificiels) ou des doses de lessive.
- Si l’enseignant compte ouvrir les boîtes en fin d’activité, il pourra insérer des objets qui se prêtent à des investigations supplémentaires ou à des considérations ultérieures, par exemple un billet avec des compliments pour les chercheurs en herbe. Le billet ne sera pas juste une jolie surprise, mais aussi une manière de souligner que – dans le travail du chercheur – perdre une part importante d’inconnu. En effet, les moyens mis à disposition des élèves ne leur auront probablement pas permis de deviner la présence d’un papier dans la boîte, encore moins d’en anticiper le texte. Les scientifiques n’ont pas le loisir de pouvoir ouvrir leurs boîtes mystérieuses à la fin d’une enquête pour savoir « s’ils avaient juste » et une partie de leur travail consiste donc à s’habituer à l’idée d’incertitude et de connaissance partielle... jusqu’à ce que les techniques évoluent et permettent peut-être un jour d’en savoir plus!
- Une variante intéressante d’un point de vue pédagogique consiste à demander l’aide d’un collègue pour remplir les boîtes, de manière à ce que l’enseignant qui mène l’activité en ignore le contenu autant que ses élèves. De cette manière, il peut vivre l’enquête avec le même esprit de curiosité et de découverte que sa classe.

Déroulé possible

Phase 1 : Première approche de la « boîte mystérieuse » (environ 1h)

Objectif : Observer de manière spontanée puis rigoureuse et précise, formuler des hypothèses à partir des observations menées.

L’enseignant dépose une boîte face à la classe. Il présente l’activité comme une enquête pour la résolution d’un mystère et pourra – éventuellement – scénariser cette introduction « comme dans une enquête policière » : « Une ou plusieurs boîtes mystérieuses ont été retrouvées. Il nous a été interdit de les ouvrir ou de les abimer – pour ne pas risquer de détruire des indices – mais on nous demande de les explorer pour chercher à en identifier le contenu... »

Note pédagogique

L’enseignant peut préciser que toutes les boîtes ont le même contenu, ou décider de laisser la question ouverte. Dans le premier cas, on favorise la collaboration entre les groupes à la fin du défi car, en partageant les différentes « lignes de recherche », on peut se rapprocher plus du contenu réel de la boîte. Dans le cas où on ne saurait pas d’avance si les boîtes ont le même contenu, on évite le risque qu’un groupe ne « copie » sur l’autre pendant la phase d’exploration.



Les élèves observent extérieurement la boîte, la sentent à tour de rôle, puis la manipulent. Attention, la boîte doit rester intègre tout au long de l'activité: il n'est pas question de l'ouvrir ou de l'endommager. De cette manipulation, émergent des indices: des odeurs, des sons, certaines sensations «tactiles» (déplacements d'objets à l'intérieur, lorsqu'on la bouge lentement ou rapidement)... L'enseignant demande: «*Quel est le contenu de la boîte? Qu'est-ce qui va guider les hypothèses et comment allez-vous pouvoir les tester? Pouvons-nous voir cela ouvrir la boîte?*»



L'enseignant annonce que l'activité va se poursuivre par groupes et met à disposition de chaque groupe une «boîte mystère». Chaque groupe note toutes les observations et les hypothèses que ces observations lui inspirent.

Pour faciliter la distinction entre «ce que j'observe» et «l'hypothèse que je fais à partir de cette observation», la Fiche 1 est fournie à chaque groupe. Par exemple: *une odeur d'agrumes émane de la boîte*. On note ceci dans le tableau, dans la colonne «observations». On émet des hypothèses: *présence d'un fruit, d'un sachet de thé, d'un*

savon aux agrumes... Au fur et à mesure que les observations s'accumulent, les hypothèses peuvent être modifiées, affinées. L'enseignant aidera les élèves à noter les observations et à formuler les hypothèses. Enfin, terminer par une prise de mesures de la boîte, afin de bien la caractériser. Pour cela, des règles, mètres et balances sont mis à disposition. Si les élèves n'y pensent pas spontanément, l'enseignant les amène à réfléchir à la nécessité de peser une boîte vide pour soustraire cette masse à celle des boîtes pleines: ainsi, on peut avoir une idée de la masse du contenu.

L'enseignant annonce alors que – la prochaine fois – les groupes testeront leurs hypothèses à l'aide de matériel mis à la disposition de la classe. S'ils ont des idées de matériel particulier dont ils pourraient avoir besoin, les élèves sont invités à l'apporter pour la prochaine fois (par exemple des aimants, pour tester la présence ou non de métal).

Il peut être mentionné que la boîte vide servira de nouveau pour les expériences à venir: l'enseignant amènera les élèves à réfléchir à la notion de comparaison entre la boîte mystère et la boîte témoin.

Phase 2: L'enquête continue (environ 1h)

Objectif: Tester ses hypothèses grâce à un protocole rigoureux afin d'identifier la cause des observations préalablement formulées.

En vue des expérimentations, l'enseignant met du matériel varié à disposition des élèves, sur une table, incluant des objets «candidats» au contenu de la boîte. Certains de ces objets seront réellement ceux du contenu de la boîte, d'autres n'auront rien à voir du tout.

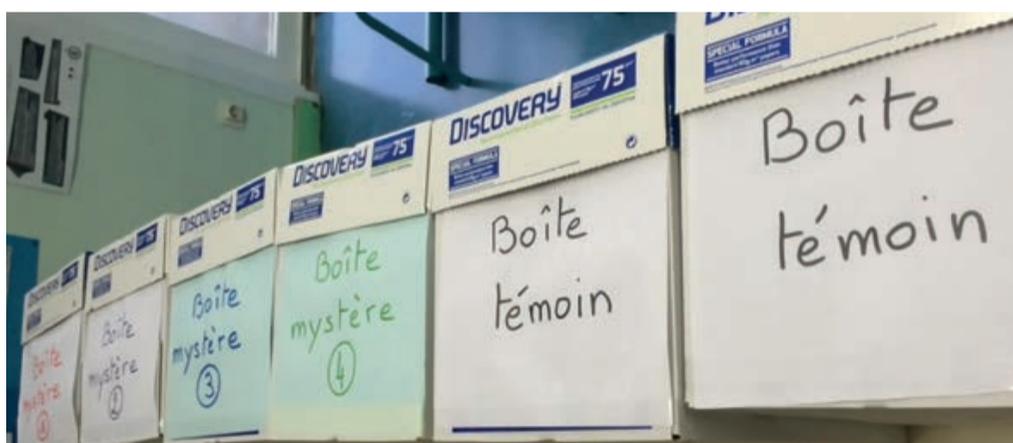
A partir de la Fiche 1 remplie en phase 1, chaque groupe sélectionne le matériel dont il aura besoin pour tester ses hypothèses.

La boîte vide est utilisée comme témoin: on y place les objets choisis – un à la fois puis tous ensemble – et on compare l'effet produit à celui observé lorsqu'on manipule la boîte mystère. L'enseignant pourra attirer l'attention des élèves sur:

- la nécessité de soumettre les deux boîtes au même type de manipulation: à renifler les deux boîtes à partir de la même distance, à les secouer avec (à peu près) la même force, ...
- la nécessité, du moins dans un premier temps, de n'essayer qu'un objet à la fois dans la boîte témoin;
- l'opportunité de faire répéter les mêmes observations à différents membres du groupe, pour plus de fiabilité.



Par exemple, si on veut tester l'hypothèse voulant qu'un sachet de thé aux agrumes se trouve dans la boîte, et que sur la table on a à disposition un tel sachet ainsi qu'un carton parfumé et un citron : on met les objets les uns après les autres dans la boîte vide et – chaque fois – on sent la boîte à la même distance, on fait bouger la boîte de la même manière et on fait réaliser ces observations à plusieurs membres du groupe.



Enfin, l'enseignant insistera pour que toutes les nouvelles observations soient notées dans le tableau, les hypothèses modifiées en conséquence, et celles infirmées éliminées. Les hypothèses fausses peuvent se révéler nombreuses pendant cette phase de tâtonnement, mais les élèves se rendent compte que tous ces échecs permettent de trouver des réponses par élimination : « C'est trop lourd et le mouvement ne colle pas. Alors ce n'est pas un vrai citron... on va essayer le sachet de thé... »



Un exemple de raisonnement au cours de cette activité:

Dans une classe, un enfant a proposé d'emporter la boîte à l'hôpital où travaille sa mère, pour en faire une radiographie.

Cette radiographie n'a pas permis d'être certain du nombre d'objets contenus dans la boîte: seuls certains sont bien visibles à la radiographie. Les enfants se sont donc renseignés et ont appris que plus un objet apparaît blanc sur une radiographie, plus il est dense. Ils se sont donc demandés quelle est la densité d'une gomme, d'un morceau de bois, d'un métal...

Les élèves ont remarqué que la boîte réelle était superposable à son image en radiographie. Ils ont donc supposé que la taille des objets représentés sur cette radio devait être le reflet de leur taille réelle. Ils ont proposé que certains objets, de forme circulaire, pouvaient être des pièces de monnaie, et ont donc eu l'idée de comparer leur taille avec des pièces de monnaie réelles. Aucune pièce française ne correspondait! Par ailleurs l'aimant disponible dans la classe ne semblait pas attirer d'éléments à l'intérieur de la boîte, mettant en doute l'idée que ces pièces soient en métal. Étaient-ce réellement des pièces?

Les élèves ont alors eu l'idée de tester les euros en leur possession à l'aide de l'aimant: toutes les pièces d'euros ne sont pas attirées par l'aimant. Ils en ont donc conclu que les éléments circulaires de la boîte pouvaient malgré tout être des pièces de monnaie, même si l'aimant ne les attirait pas. De plus, ils ont alors pensé au fait que la boîte avait été conçue en Suisse (c'était le cas pour cette classe) et se sont demandé si la monnaie suisse était ou non l'euro. Un parent s'est alors procuré de la monnaie suisse, et les élèves ont constaté que l'une des pièces (par ailleurs non attirée par l'aimant), correspondait bien à la taille relevée en radiographie!

Phase 3: Partager et comparer les résultats (environ 1h)

Objectif: Partager les résultats des observations et des expérimentations, arriver à une proposition commune ou à identifier les différences entre les boîtes.

Les groupes d'élèves sont invités à présenter et à comparer leurs résultats, et à les discuter collectivement à la lumière des observations et tests des uns et des autres. Pour cela, chaque groupe prépare une présentation d'environ 5 minutes. À tour de rôle, les groupes prennent la parole, comme dans une conférence.

Note pédagogique

Éventuellement, on pourra organiser cette «conférence» de façon inter-classes, voire dans un lieu emblématique (une université, un centre de recherche...) avec participation possible de scientifiques qui pourront partager leur vécu de laboratoire avec les élèves.

Au cours des tests de cette séquence, une classe a pu mettre en place ceci en lien avec des chercheurs du CEA, a échangé avec eux sur les méthodes en sciences... et les élèves ont fourni une boîte mystère spécialement préparée à destination des scientifiques, pour les mettre au défi à leur tour!

Conclusion générale

L'enseignant profitera de cette discussion pour faire le point sur les démarches utilisées, les faire expliquer par les élèves et les formaliser. «*Que vous a appris cette activité?*» «*À chercher sans voir, à*

faire des hypothèses pour prouver nos hypothèses ou pour dire qu'elles n'étaient pas bonnes, à se servir d'une boîte témoin pour pouvoir comparer, à travailler en équipes puis tous ensemble, à voir qu'on ne trouve pas toujours ce qu'on cherche, comme les scientifiques...» « On a été mis au défi de découvrir le contenu d'un objet mystérieux. On a dû se baser sur des indices parce qu'on ne pouvait pas observer directement ce contenu. On a donc observé l'objet mystérieux...»

Une conclusion collective est rédigée, par exemple :

Pour mener une recherche on doit :

- Mener des observations de plus en plus rigoureuses, avec et sans instruments de mesure mais toujours en précisant ce qu'on a fait, ainsi que les résultats.
- Sur la base de ces observations, formuler des hypothèses.
- Préciser et sélectionner les hypothèses les plus plausibles au fur et à mesure que les observations diverses se multiplient. Certaines hypothèses en éliminent d'autres, certaines autres peuvent très bien s'y ajouter.
- Procéder à des tests avec un protocole précis et préétabli. Par exemple, faire varier seulement un facteur à la fois.
- Si on ne peut pas faire directement des tests sur l'objet étudié, on utilise un « témoin », un modèle qu'on peut modifier à volonté, pour comparer leurs comportements respectifs.
- Répéter les observations.
- Comparer les observations de différents groupes d'observateurs indépendants.

Enfin, et de façon optionnelle, procéder à l'ouverture de la boîte mystère (ou des boîtes mystères), en rappelant que les scientifiques n'ont pas toujours ce « luxe »...

Dans la vie de tous les jours on a rarement le temps et la patience de mettre en place un protocole de ce genre pour vérifier nos hypothèses. Il est toutefois important de savoir que la science doit son succès à ce genre de méthode, rigoureusement mise en place et répétée.

Il est aussi important de distinguer entre affirmations qui s'appuient sur ce genre d'approche et simples assertions publicitaires, impressions, préconceptions.



Évaluation

À partir de leur expérience et de la synthèse de l'activité opérée avec l'enseignant, les élèves sont mis au défi de proposer une affiche sur les différentes étapes de la démarche expérimentale, les remarques importantes, les points de vigilance. Ils peuvent inventer des icônes pour représenter chaque étape. Les affiches individuelles peuvent être utilisées pour produire un « patchwork » qui servira d'affiche pour la classe.

Évaluation

Savoir-faire: Se doter d'une méthode pour chercher la cause d'un phénomène (Niveau 3)

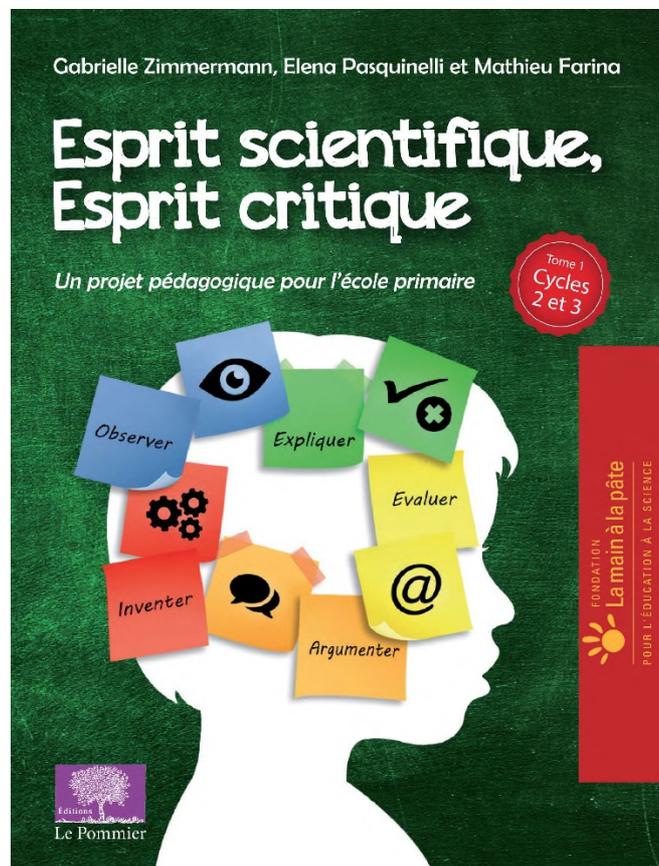
Compétence évaluée: Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner



Nom:

Consigne: Préparez votre affiche!

Cette ressource est issue du projet thématique *Esprit scientifique, Esprit critique – Tome 1*, 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

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