

Du 5 au 13 octobre 2019

fête de la Science ^{fr}

RÉFÉRENCES :

L'activité proposée ici s'inspire du projet « DANS LA PEAU D'UN CHERCHEUR » conçu par le CERN en 2012. Une adaptation de ce projet a reçu le Prix « La main à la pâte » de l'Académie des sciences en 2013.

- ✓ <http://www.danslapeaudunchercheur.org>
- ✓ <http://danslapeaudunchercheur.ning.com>
- ✓ <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/15606/dans-la-peau-dun-chercheur>

DOSSIER COMPLET présenté ici sur les sites :

https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/projet_questcequelascience/boites.pdf ET

http://cpd67.site.ac-strasbourg.fr/sciences67/wp-content/uploads/2016/09/defi_boite_mystere.pdf

Raphaël Sager CPD Sciences, technologies et développement durable -Académie de Strasbourg –2016/2017

POUR LES MATERNELLES :

http://maternelle27.spip.ac-rouen.fr/IMG/pdf/9_la_boite_a_mysteres.pdf

http://www2.ac-lyon.fr/etab/ien/ain/amberieu/IMG/doc/la_boite_mystere_en_maternelle.doc.

OBJECTIFS :

- ❖ Développer des notions correctes sur la pratique de l'investigation scientifique. Ceci à travers
 - L'observation, le questionnement, la planification et mise en place d'expériences
 - La réflexion des élèves, guidée par l'enseignant, sur les pratiques et les notions de science rencontrées tout au long de l'activité
 - Le dialogue avec les scientifiques de profession.
- ❖ Développer les capacités de raisonnement scientifique, à travers la pratique et la réflexion
- ❖ Développer les capacités d'argumentation raisonnée et fondée sur les faits
- ❖ Entraîner à la persévérance sur un projet de longue durée
- ❖ Favoriser l'esprit de coopération autour d'un but commun de connaissance
- ❖ Améliorer la communication écrite et orale par des objectifs concrets et visibles.

MATERIEL :

- ✓ Un jeu de boîtes en carton (1 boîte par groupe de 3 ou 4 élèves). Attention toutes les boîtes doivent être **identiques**.
 - ✓ Un jeu de boîtes identiques, qui resteront vides, servant de « boîte témoin ».
 - ✓ Des objets mystérieux*
 - ✓ Un cahier d'expériences où chaque enfant note le déroulé des observations et des expériences, les hypothèses, les réflexions.
 - ✓ Du matériel et des instruments dont les enfants vont découvrir qu'ils en auront besoin au cours de l'activité, et qui donc varient en raison de leurs hypothèses. On peut anticiper le besoin de balances, d'aimants, de billes, de petits tas et d'objets de forme carrée, d'objets odorants, de flacons, ...
-

CONSEILS, commentaires et suggestions :

4 séances semblent être un minimum : 1 séance introductive, 1 pour préparer les observations et les expériences, 1 pour les réaliser, 1 rencontre de synthèse, ouverture de la boîte et conclusion. Cependant, la réalisation des expériences peut donner lieu à de nouvelles questions que les enfants auront envie d'explorer.

options possibles :

- 1) L'enseignant participant connaît le contenu de la boîte ; il peut donc librement en choisir son contenu.
- 2) L'enseignant participant ne connaît pas le contenu de la boîte. Un autre enseignant de l'école ou le directeur non participant est complice et choisit les éléments du contenu de la boîte.

Remarques :

Lorsque l'enseignant connaît le contenu de la boîte, il peut, involontairement, influencer les pistes d'exploration des élèves.

Idées sur ce qu'on peut mettre dans chaque boîte

- o 1 aimant puissant
- o un peu de riz ou de lentilles, contenus dans un « oeuf » en plastique
- o 1 objet de forme carrée : une gomme, par exemple
- o 1 objet odorant : morceau de bois parfumé (l'odeur doit être suffisamment forte pour diffuser à travers les parois de la boîte) : un sachet de clous de girofle, un bâtonnet de cannelle ou de vanille...
- o 1 flacon avec du liquide, bien fermé, pas plein
- o 1 objet qui perd du poids, qui moisit, qui sèche : un champignon, par exemple

✓ Ne pas mettre trop d'objets dans la boîte car la tâche devient trop difficile et frustrante. Choisir des objets très différents permettant de faire travailler plusieurs modalités sensorielles. Tester la boîte à la maison ou avec des collègues avant de commencer l'activité en classe.

Si l'on souhaite réaliser ce projet avec des cycles 2, mieux vaut mettre un seul objet dans la boîte puis recommencer dans un second temps avec un autre objet (qui sollicitera un autre sens) avant de mettre deux ou trois objets en même temps dans la boîte. Cela permet aux enfants de se familiariser avec la démarche scientifique et de bien comprendre ce qu'on attend d'eux.

✓ À l'ouverture de la boîte, il peut être amusant d'y trouver un billet complimentant les « enfants-chercheurs » qui ont relevé le défi d'en découvrir le contenu pour leur participation à la Fête de la Science 2019. Cela peut aussi être utile pour souligner que certains objets peuvent rester « invisibles » à nos différentes explorations.

✓ L'activité peut être réalisée au sein d'une seule classe. Dans ce cas, l'enseignant pourra diviser la classe en plusieurs groupes, chacun menant son enquête en parallèle, ne partageant la démarche et les résultats qu'à la fin de chaque séance. Ceci peut aussi être fait uniquement au cours de la séance finale.

Cette façon de faire recrée la double situation, typique de la recherche en sciences, de coopération au sein d'un même groupe ou laboratoire, et de compétition avec d'autres groupes travaillant sur le même sujet. Elle permet aussi de comparer différentes manières de procéder.

Une autre façon de faire est de laisser les enfants de la classe discuter ensemble de leurs objectifs et les diviser en groupes seulement pour mener les observations et les expériences, puis de les réunir à nouveau pour partager et comparer les résultats des uns et des autres. Si des résultats sont contradictoires, émerge alors la question : pourquoi sont-ils contradictoires ? question très fréquente dans la pratique de la recherche en sciences.

✓ Il est absolument évident que l'activité ne couvre pas tous les aspects de la pensée et de la pratique scientifiques. Il n'y a pas qu'une manière de faire ou qu'une méthode en sciences qui s'appliquerait à tous les domaines, à tous les objets, à tous les contextes. Cependant, grâce à la démarche très générale qu'elle emploie et à l'accent mis sur les aspects pratiques et conceptuels de la recherche scientifique, cette activité peut servir d'introduction à d'autres activités de science qui se dérouleront au cours de l'année. Au cours de celles-ci, on pourra remobiliser le souvenir des enquêtes que l'on a faites, les méthodes et les concepts propres à la science que l'on avait abordés.

RÉSUMÉ DU PLAN DE SÉQUENCE

Séance 1 : Introduction, représentations	<ul style="list-style-type: none">- Présenter le défi aux élèves en amenant la boîte mystère.- Encourager les élèves à s'exprimer sur la boîte et sur ce qui pourrait s'y trouver, ou pas.- Proposer (s'ils n'y pensent pas) d'établir des listes (ce qui peut s'y trouver, ce qui ne peut pas s'y trouver) en demandant aux élèves de justifier leurs affirmations (noter au tableau, garder des traces dans le cahier de sciences).- Permettre aux élèves de s'approprier la boîte mystère au sein de groupes (plusieurs boîtes par classe ainsi qu'une boîte témoin, vide).- Réfléchir au champ des possibles pour essayer d'identifier les contenus (par rapport à nos 5 sens, certains sont invalidés par la nature du défi ; il reste le toucher, l'ouïe, l'odorat) – quelles actions peut-on envisager (sous peser, déplacer, écouter, sentir...) ? Quel matériel faudra-t-il prévoir pour comparer par exemple la masse de la boîte mystère et la boîte témoin, ...
Séance 2 : Mener les expériences en fonction de ce qui est cherché - Expérimenter	<ul style="list-style-type: none">- Chaque groupe peut se lancer dans une résolution de problème.- Que cherche-t-on à savoir ? (Trouver la masse du contenu, savoir s'il y a du métal, savoir si tel objet placé dans la boîte témoin émet un bruit similaire à celui de la boîte mystère, déterminer s'il y a de l'eau, ...)- Une fois l'hypothèse clairement définie (avec l'étayage de l'enseignant), les élèves proposent un dispositif expérimental, le mettent en oeuvre, analysent le résultat tout en gardant des traces (écrits, remarques d'élèves, dessins, photos prises durant la séance, ...)
Séance 3 : Analyser les résultats par groupe, comparer	<ul style="list-style-type: none">- Chaque groupe présente sa démarche, ses résultats ; l'analyse de ces derniers peut se faire collectivement.- La mise en commun des différentes expérimentations peut permettre d'aller plus loin.- Possibilité de mettre en ligne ces résultats et de récupérer d'autres expérimentations d'autres classes. Aspect collaboratif.

Séance 4 et 5 : apporter de nouveaux indices	<ul style="list-style-type: none"> - Une « pseudo-radiographie » permet de voir les contours des objets contenus dans la boîte. - Plusieurs fichiers sonores (autant de fichiers qu'il y a d'objets) qui isolent le son de chaque élément. - Permet de relancer les investigations, de valider ou d'invalides des résultats précédents...
Séance 6 : Ouvrir les boites	- Découverte des contenus des boîtes, comparaison entre ce que les élèves ont pensé et la réalité.

TÉMOIGNAGES :

Séance 1

Tout commence par la présentation des boîtes aux enfants et la mise au défi : comment découvrir ce qu'il y a dans la boîte que vous avez devant vous, sans l'ouvrir ? Les enfants des 3 classes ont montré un certain désarroi : c'est impossible !

Les enseignants les ont encouragés à exprimer ce qu'ils pouvaient dire à propos du contenu des boîtes, d'abord par la seule observation visuelle, sans les toucher. Au bout de quelques instants de silence, les premiers se sont lancés. Certains ont démarré une liste de ce qui pourrait se trouver dans la boîte : est-ce qu'il y a des billes, une gomme, un stylo, un crayon, une paire de ciseaux, des feuilles de papier, des craies, des bonbons, un téléphone, des lunettes, des frites ? ... Les idées s'enchaînaient. D'autres ont dressé une liste de ce qui ne peut pas se trouver dans la boîte : pas d'éléphant, pas de très grand objet, pas de liquide, pas d'animal...

Les enseignants les ont encouragés à justifier leurs affirmations (la boîte est en carton, elle ne bouge pas), et à aller vers des considérations plus générales. Par exemple : en plus de la liste des objets qui peuvent ou ne peuvent pas être contenus dans la boîte, que peut-on dire de la dimension de son contenu en s'appuyant sur la dimension et la forme de la boîte ? Tout ce qui est dit est noté au tableau, la discussion se déroulant en grand groupe.

Le moment est venu de s'approcher des boîtes et de les toucher. L'enseignant a à sa disposition un jeu de boîtes et il peut constituer des groupes. Qu'est-ce qu'on peut dire en s'approchant de la boîte, en la touchant, sans l'abîmer, la casser ou l'ouvrir, sans utiliser d'instruments particuliers ? Quelles modalités sensorielles sont mobilisées ? L'odorat permet de dire si le contenu a une odeur particulière. Toucher la boîte peut donner des renseignements sur sa température. Soulever la boîte, ou la déplacer sur un plan, permet d'en évaluer le poids approximatif : ceci est dû aux capteurs proprioceptifs qui se trouvent dans nos muscles et nos articulations. En déplaçant la boîte, on peut entendre des bruits : l'ouïe fournit de nouvelles informations sur le nombre d'objets, la matière dont ils sont faits. A cette étape de l'exploration, les enfants ont déduit que la boîte contient plusieurs objets, différents, dont certains plus grands, d'autres plus petits, certains plutôt sphériques, d'autres pas. Il se trouve que dans l'une des classes la boîte s'est attachée au bracelet en métal d'une élève. Les enfants en ont déduit la présence d'un aimant. Tout est noté dans le cahier d'expériences, les observations sont datées. Avec toutes ces observations réunies et ce qui en a été déduit, les enfants se rendent vite compte qu'ils vont pouvoir relever le défi, et qu'ils ont déjà bien avancé ! De quoi ont-ils besoin pour continuer ? De la boîte témoin vide pour y mettre des objets (billes et objets carrés, objets plus grands et plus petits) et comparer les bruits, d'une balance pour mesurer le poids, de métal, d'aimants pour les comparer à celui dans la boîte ... La liste du matériel nécessaire aux expériences est noté au tableau et éventuellement dans le cahier d'expériences. Rendez-vous est pris pour une prochaine séance, qui sera dédiée à identifier et à décrire les expériences à conduire.

A noter que cette séance mobilise un travail sur les modalités sensorielles et qu'elle peut donc amener à des approfondissements sur les sens. Le cas du toucher par exemple permet de mettre en évidence que cette modalité sensorielle est complexe : il y a des capteurs sensoriels différents pour la température, pour la texture, pour la douleur, pour la masse, pour la forme, ... Il n'y a pas que 5 sens ! La séance permet aussi d'aborder la différence entre l'estimation (on peut avoir une idée du poids en soupesant la boîte) et la mesure avec une balance.

Séance 2

En reprenant la liste des résultats des observations menées au cours de la première séance, et du matériel demandé par les élèves pour aller plus loin, les enseignants ont amené les enfants à expliciter quelles expériences ils voudraient réaliser et à les noter. Des enfants ont proposé de peser la boîte et de comparer le poids avec celui de la boîte vide témoin pour connaître le poids global du contenu. D'autres ont voulu comparer le bruit produit par la boîte lorsqu'on la secoue un peu, avec le bruit de la boîte témoin remplie avec des objets. D'autres encore ont voulu comparer la force de l'objet aimanté avec celle de plusieurs aimants.

A cette étape, on peut choisir de constituer des groupes qui soit feront chacun une expérience soit tous la même expérience à tour de rôle pour comparer les résultats. Les élèves auront à réfléchir sur les atouts de l'une ou l'autre de ces deux possibilités : soit plus d'expériences et donc de résultats différents, soit des résultats à comparer. Ceci fait l'objet de verbalisation.

Séance 3

Dans les 3 classes, les élèves ont fait des pesées avec des balances électroniques et traditionnelles, et même avec un dynamomètre que certains enfants avaient utilisé auparavant dans une activité de sciences. Des élèves ont comparé la puissance de l'objet aimanté de la boîte avec celle de plusieurs aimants ; certains se sont efforcés de délimiter la zone d'attraction de l'aimant en utilisant des trombones en métal qu'ils ont approché de la boîte à plusieurs endroits. D'autres, ont bloqué l'objet aimanté de la boîte en posant un autre aimant sur la boîte et ensuite ont secoué pour vérifier si la bille roulait toujours ou pas. Ceci dans le but de découvrir si l'objet aimanté était aussi une bille.

Plusieurs enfants ont testé les bruits produits par des objets divers et ont reconnu qu'il est difficile de reconnaître un objet par le bruit qu'il fait en interagissant avec d'autres. L'intensité du bruit varie selon que l'on secoue la boîte plus ou moins fort. Mais ils ont pu exclure un grelot, ils ont pu dire qu'il devait y avoir quelque chose de petit, du riz probablement, mais alors dans une boîte plus petite, ... le nombre et le type d'objets à l'intérieur de la boîte a continué à faire l'objet de discussion.

En secouant la boîte, des enfants ont émis l'hypothèse que certains objets ne bougeaient pas librement : pourrait-il y avoir un sachet contenant certains des objets ? Ils ont proposé d'amener plusieurs sacs, la suivante, de matériaux différents, pour vérifier et chercher à comprendre lequel se rapprocherait le plus. Les expériences continuent donc...

Dans une classe, un enseignant évoque la possibilité de « voir » à l'intérieur de la boîte : comment ? Les enfants pensent aux radiographies. Ils font des recherches sur Internet, en classe, pour comprendre ce que les radiographies pourraient leur montrer.

Séance 4

Au cours de la séance suivante, dans l'une des classes, l'enseignant apporte la pseudo radiographie qui accompagne les boîtes. Dans une autre, un enfant a proposé d'emporter la boîte à l'hôpital où travaille sa mère, pour avoir une radiographie et un scanner. Les enfants cherchent donc à interpréter les images de l'intérieur de la boîte. La pseudo radiographie renseigne bien sur le nombre d'objets : elle est très nette. La vraie radiographie ne permet pas de résoudre complètement le mystère. Seuls certains des objets contenus dans la boîte sont bien visibles. Les enfants se renseignent à la maison. Plus un objet est clair à la radiographie, plus il doit être dense. Oui, mais quelle est la densité d'une gomme, d'un morceau de bois, d'un métal ?

Un exemple de raisonnement d'enfants au cours de l'activité.

La radiographie suggère à certains enfants que la forme circulaire qu'on observe à la radiographie pourrait être une pièce de monnaie. Ils ont d'ailleurs remarqué, en posant la boîte sur la radiographie, que celle-ci respecte les dimensions de l'objet. Ils ont d'ailleurs remarqué, en posant la boîte sur la radiographie, que la boîte est superposable à son image et en ont déduit qu'il en irait de même pour les objets à l'intérieur. Il est donc légitime de comparer la taille de l'objet circulaire avec des pièces de monnaie. Un élève objecte que les pièces de monnaie sont en métal : dans la boîte, elles devraient donc être collées à l'aimant. Cette idée est vite testée : les pièces de monnaie ne se font pas toutes attirer par le métal. Il peut donc bien s'agir d'une pièce de monnaie ! Cependant, l'enthousiasme est vite fléchi : aucune pièce d'euro ne correspond à la taille de la figure circulaire. Tout n'est pas perdu pour les partisans de la présence d'une pièce de monnaie : la boîte a été conçue en suisse, au CERN ; ne pourrait-elle pas contenir des pièces de francs suisses ? Un parent est mobilisé pour procurer des Francs suisses, et les élèves constatent que l'une des pièces, qui d'ailleurs n'est pas attirée par l'aimant, correspond à la taille de la figure qu'on perçoit à la radiographie !

Séance 5

La dernière séance en classe est dédiée à faire une dernière synthèse des résultats, mais aussi à se préparer à les présenter. Dans chaque classe le choix est tombé sur des présentations orales, et dans deux sur la production de posters. Dans un cas les posters seront déroulés comme dans les présentations de diaporamas. Les enfants préparent leurs posters avec l'aide de l'enseignant. Ils choisissent tous de présenter un historique de leurs investigations, hypothèses et découvertes. Ils relatent leurs doutes, les pistes entreprises, les hypothèses fausses, celles qui ont l'air d'être en accord avec les faits, leurs conclusions. Chaque classe sait qu'elle va rencontrer les deux autres et tous les enfants sont curieux de savoir si les autres sont plus avancés qu'eux.

La préparation des présentations est un moment important. Les élèves s'aperçoivent que sans l'aide du cahier d'expérience et de notes prises au fur et à mesure (éventuellement notées par l'enseignant sur des affiches) des investigations, des résultats auraient pu être oubliés.

Une phase de synthèse semble être indispensable à la fin du projet, pour que les enfants se remémorent, réfléchissent encore une fois aux différents aspects des actions entreprises, à la valeur des investigations (observations, expériences) pour déduire (ce qui n'est pas la même chose que deviner) ce que peut être le contenu de la boîte.

Séance finale

Les élèves des 3 classes se sont retrouvés dans un amphithéâtre d'Université (ESPCI, Ecole de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris) en présence de deux scientifiques, chercheurs en physique des particules (CEA, Saclay). Chaque classe a présenté ses résultats.

Les scientifiques ont posé des questions à la fin de chaque présentation, ont souligné les similitudes avec leur propre travail de recherche : le rôle du hasard, des pistes qui se révèlent fausses, de l'erreur, de leurs résultats par d'autres chercheurs en France ou dans le monde. Ils ont proposé aux élèves de noter sur 3 colonnes les résultats de chacune des 3 classes, de manière à opérer une vraie synthèse. Certaines conclusions étaient communes aux trois, d'autres pas. Ils ont pu discuter du fait que lorsque plusieurs laboratoires obtiennent le même résultat on se sent plus assurés quant à son exactitude.

L'ouverture des boîtes, moment très attendu, a enfin eu lieu.

Ensuite les scientifiques ont été mis au défi de trouver le contenu d'une boîte que les enfants avaient constitué pour eux, en choisissant un objet par classe. Les chercheurs ont raisonné à voix haute. Ils ont fait la distinction de ce qu'ils pouvaient dire sur la base de modalités sensorielles et de ce qu'ils auraient pu dire s'ils avaient eu des instruments dans leur laboratoire. Ils ont parlé de l'invisible et de la façon dont les scientifiques s'y prennent, du moins en physique des particules.