

III. Le visible et l'invisible : l'infiniment petit

a) Résumé des ateliers

À partir de trois expériences scientifiques (la culture de bactéries et de champignons dans des boîtes de Pétri, les impressions solaires de motifs végétaux et les arbres à cristaux) ainsi que de l'album jeunesse *Le Chien Invisible*, nous nous sommes questionnés sur le visible et l'invisible : Est-ce que tout ce qui existe est visible ? Comment pouvons-nous le savoir ? La culture des bactéries a été aussi l'occasion de se familiariser avec un protocole d'expérience scientifique : différentes boîtes de Pétri ont été ouvertes à divers endroits de l'école ; les boîtes ont été étiquetées et les enfants ont observé régulièrement comment les cultures de bactéries et les champignons se développaient au cours du temps. Ceci a également permis aux enfants de développer leur aptitude à « observer » et à distinguer « observation » et « imagination ». Une approche de l'infiniment petit a été menée à partir de l'album *Microscopique* (c'est quoi une bactérie, un virus ?). Un atelier artistique a été également mené : la loupe magique ou comment faire disparaître des éléments d'un dessin avec une gélatine de couleur rouge.

b) Les amis invisibles



Un album jeunesse : Le chien invisible de Claude Ponti, Éd. École des loisirs (2015)

Oum-Popotte vit seul avec ses parents en carton, qui parfois sourient, parfois sont de mauvaise humeur. Un jour, en rentrant de l'école, il reçoit quelque chose sur la tête. Ensuite il se passe des choses bizarres qui lui font découvrir qu'en fait il n'est pas seul du tout.

Atelier philosophique

Qu'est-ce qui t'étonne dans cette histoire ? Qu'est-ce qui s'y passe ?

Selon toi le chien du personnage existe-t-il vraiment ou non ? Pourquoi ?

Exister en imagination ou autrement est-ce la même chose ? Comment peut-on exister autrement qu'en imagination ? Comment appellerais-tu cela ?

Tout ce qui existe est-il visible ?

L'invisible existe-t-il ?

Exister est-ce devenir visible ?

Est-ce qu'une chose peut en même temps exister et être invisible ?

L'homme peut-il être invisible ? Une chose ?...

L'invisible devient-il visible ? À partir de quand ?

Comment peut-on dire que quelque chose existe si on ne le voit pas ?

Comment le savoir ?

As-tu déjà entendu parlé de « l'infiniment grand » et de « l'infiniment petit » ? Qu'en penses-tu ?

Dans l'histoire de Claude Ponti, nommer permet de rendre visible, qu'en penses-tu ?

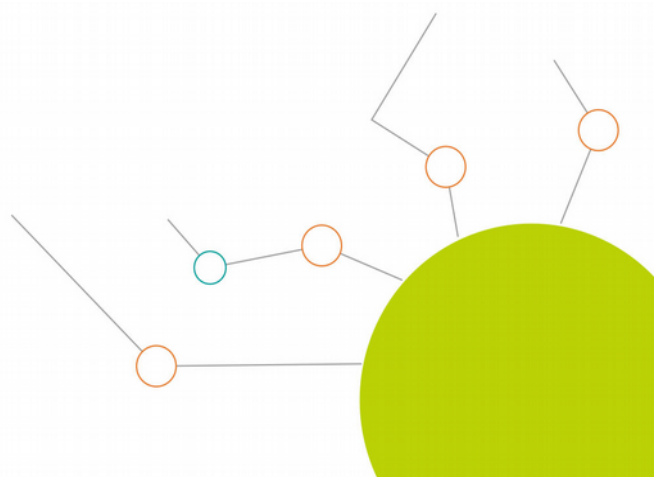
Crois-tu que cela peut marcher aussi pour autre chose ? Est-ce que nommer rend visible ?

Qu'est-ce que cela change de rendre visible quelque chose ou quelqu'un ?

Penses-tu que des choses invisibles peuvent avoir des effets sur nous ? Pourquoi ?

As-tu des exemples ?

Penses-tu que les sciences (souviens-toi qu'il y a un grand nombre de champ de savoirs) connaissent tout ou qu'il y existe encore des zones d'ombres, ou d'invisibilité actuellement ?



c) Une expérience de science à questionner philosophiquement : la mise en culture de bactéries dans des boîtes de Pétri



Un album jeunesse : Microscopique : Le mini monde des microbes de Nicola Davies (Auteur), Emily Sutton (Illustrations), Ilona Meyer (Traduction), Les Éditions des Éléphants (2015)

Bien qu'invisibles, les microbes sont partout et se multiplient à toute allure. Une goutte d'eau peut en contenir des millions, une petite cuillère des milliards ! Mais, contrairement à leur réputation, la plupart sont essentiels à la vie sur terre. Ils nous aident à rester en bonne santé et accomplissent des choses immenses... Plongez dans le monde invisible et fascinant des microbes !

Atelier philosophique

En quoi les microbes sont-ils des magiciens « *qui transforment tout ce qu'ils absorbent* » ? Que pensez-vous de cette affirmation du livre : « *Les microbes sont les magiciens invisibles de notre monde. Les plus petits êtres accomplissent les plus grandes choses* ».

Cela te fait-il peur d'être entouré de microbes invisibles ?

Quel effet le fait que les microbes soient essentiels à la vie sur terre te fait-il ?

D'où viennent les microbes ?

Apport scientifique : Microbes, virus et bactéries

Comment pouvons-nous distinguer microbes, virus, bactéries ?

Les microbes sont l'ensemble des micro-organismes, c'est-à-dire des organismes vivants qui sont observables uniquement avec un microscope. Ils ne sont pas visibles à l'œil nu, puisqu'ils mesurent quelques millièmes de millimètres, c'est-à-dire que sur une longueur d'un millimètre nous pourrions aligner 1000 microbes les uns contre les autres !).

Les bactéries sont une catégorie particulière de microbes (les champignons que nous

observons aussi grâce aux boîtes de Pétri en sont une autre). Ce sont des organismes composés d'une seule cellule qui n'a en général pas de noyau. Pour se reproduire, la bactérie se divise en deux (comme toutes les cellules).

Le virus ne peut pas se reproduire tout seul (ce n'est pas une cellule) : il a besoin d'une cellule ! Alors que les bactéries sont en général inoffensives, les virus peuvent provoquer des maladies comme la grippe. Les microbes ne sont donc pas tous dangereux !

Sources : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Micro-organisme>

La mise en culture de bactéries

Qu'est-ce qu'une boîte de Pétri ?

Une boîte de Pétri est une boîte cylindrique, transparente et peu profonde, en verre ou en plastique, munie d'un couvercle. Facilement manipulable, elle est utilisée en microbiologie pour la mise en culture de micro-organismes, de bactéries ou de cellules d'organismes supérieurs.

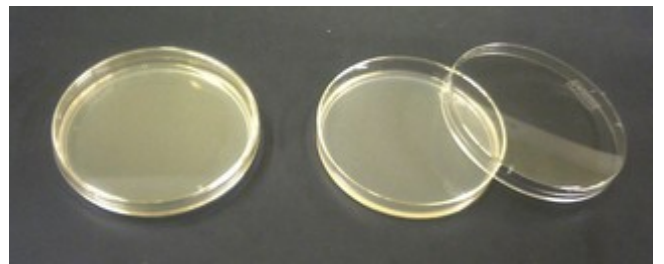


Illustration 7: Boîte de Pétri (Wikipédia)

La plupart du temps, elle est partiellement remplie d'un liquide nutritionnel (il s'agit ici d'eau mélangée avec une algue (agar agar) qui produit une réaction gélative à laquelle est ajoutée du sucre permettant le développement du micro-organisme étudié. Elle est toujours transparente. Son nom vient du bactériologiste allemand Julius Richard Pétri (1852–1921), qui inventa ce dispositif en 1887, lorsqu'il était l'assistant du docteur Robert Koch.

Expérience en cours

Une fois la solution d'agar agar refroidie et solidifiée et la boîte hermétiquement fermée, nous pouvons commencer l'expérience de contamination. Nous devons choisir des endroits stratégiques où ouvrir les boîtes pour les contaminer, soit par voie aérienne (ouvrir la boîte dans un endroit spécifique de l'école), soit en touchant le mélange. Après avoir ouvert la boîte pendant une minute, on la ferme hermétique-

ment et on la pose sans plus y toucher. L'humidité et la chaleur (la température ambiante est largement suffisante) permettent la prolifération des bactéries.

Afin d'assurer que le protocole scientifique soit respecté, il faut être minutieux dans la manipulation des boîtes. Par exemple, il ne faut surtout pas rouvrir les boîtes après la contamination.

Quel sera le milieu le plus chargé en bactéries à l'école ?

Nous avons préparé 8 boîtes par classe. Nous avons ainsi la possibilité d'ouvrir 7 boîtes dans des endroits de l'école choisis par les enfants sans oublier de garder la dernière boîte comme témoin. Si la confection des boîtes avait été consciencieusement réalisée, la boîte témoin devait rester sans bactérie ni champignon. En pratique, les conditions de stérilisation ne sont pas celles d'un labo : la condition à remplir sera donc plutôt que la prolifération est beaucoup plus faible dans la boîte témoin.

A titre d'exemple, les enfants ont choisi ces différents endroits pour ouvrir leurs boîtes :

Boîte 1 : celle que 18 enfants ont touchée dans la classe.

Boîte 2 : celle qu'on a ouvert dans le couloir, sans toucher l'intérieur.

Boîte 3 : celle qu'on n'a pas ouvert (= la boîte témoin).

Boîte 4 : celle qu'on a ouvert dans la cour.

Boîte 5 : celle qu'on a ouvert aux toilettes.

Boîte 6 : celle qu'on a ouvert à l'intérieur d'un banc.

Boîte 7 : celle qu'on ouvre au réfectoire.

Boîte 8 : celle qu'on ouvre dans la classe des 1^{er} maternelles à côté du lapin. (Un enfant a touché la gélatine).

Nous avons ensuite émis une hypothèse sur le milieu qui devrait être le plus chargé en bactéries : les toilettes de l'école. Quelques jours ou semaines après la contamina-

tion des boîtes, les enfants ont dessiné les colonies de bactéries et les champignons qui étaient visibles. Nous avons répété 2-3 fois cette opération. Finalement, nous avons pu conclure que, selon nos observations, ce n'était pas les toilettes mais le réfectoire qui était le milieu le plus contaminé en bactéries.

Cet atelier peut également servir de base pour une discussion autour de l'hygiène. Par exemple, dans la boîte qui a été touchée par tous les enfants, nous avons observé des champignons particuliers, qui ne sont pas nocifs.

Ressource explicative pour fabriquer soi-même une boîte de Pétri

<https://fr.wikihow.com/faire-cro%C3%A9tre-des-bact%C3%A9ries-dans-une-bo%C3%A9te-de-Petri>

d) Atelier artistique 1 : Les impressions solaires (ou cyanotypes ou photogrammes)

Cette technique a été mise au point en 1842 par le scientifique et astronome anglais John Frederick William Herschel.

Il s'agit d'obtenir une image photographique sans utiliser d'appareil photographique, en plaçant des objets sur une surface photosensible (ici : du papier photosensible 'sunprint') et en l'exposant ensuite directement à la lumière pendant 3 à 7 minutes. Sous l'exposition à des rayons ultraviolets, le fer contenu dans les surfaces exposées est réduit, formant sur le papier une couleur bleu de Prusse à bleu cyan.

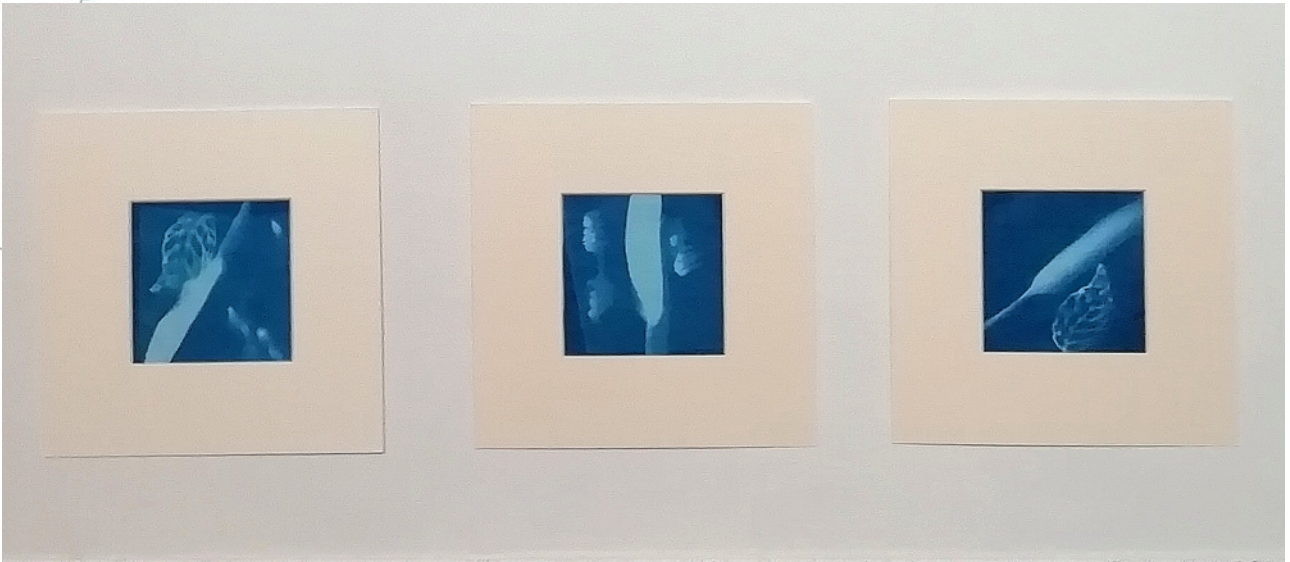


Attention : il est nécessaire d'exposer le papier à la lumière du soleil ! Nous avons fait l'expérience en classe par temps neigeux et aucune impression n'est apparue !

L'intensité du changement de couleur dépend de la quantité de rayons UV, mais on peut obtenir des résultats satisfaisants après 3 à 7 minutes d'exposition en plein soleil en été. Après l'exposition, le fer qui n'a pas réagi (jaune-vert) est éliminé par rinçage à l'eau courante pendant 2 minutes environ.

Le cyanotype obtenu est ensuite séché à l'air libre.

Nous avons choisi d'imprimer des plantes et des fleurs que les élèves avaient ramassés. Ci-dessous, quelques impressions obtenues.



e) Atelier artistique 2 : la loupe magique

Un album jeunesse : Le corps enchanté d'Aina Bestard, Éd. Seuil jeunesse (2017)

Qu'est-ce qui se cache à l'intérieur du corps ?

Grâce à des loupes magiques, nous sommes partis à la découverte des merveilles de l'anatomie : en fonction des loupes utilisées, nous observons tantôt les organes, tantôt les cellules ou encore les os, les veines et les artères.

Lors de l'atelier artistique, nous avons expérimenté par le dessin comment nous y prendre pour faire disparaître/apparaître des éléments grâce à une gélatine de couleur rouge.



Deux essais avant de se lancer

1. Nous avons d'abord essayé de recouvrir un dessin de moisissures bleues avec des gribouillis rouges. Attention, il s'agissait de brouiller la vision, en faisant des traits

irréguliers, non en coloriant la surface dessinée bleue uniformément en rouge.

Le but était qu'en se servant de la loupe magique (une gélatine rouge), les traits rouges que nous venions de faire disparaissent et que les moisissures bleues, dissimulées en dessous, apparaissent à nouveau nettement.

2. Les enfants ont dessiné des messages secrets qu'ils ont masqués de rouge. Grâce à la loupe magique, les messages apparaissaient de nouveau. Attention à ne pas appuyer trop fort sur le papier au risque que la déformation du papier demeure apparente avec la loupe.

Une œuvre d'art à réaliser

Mettre un fond d'aquarelle rouge magenta. Ensuite, dessiner au moyen de crayons bleus et jaunes (pas rouges) en superposant délicatement les motifs. Il faudra s'appliquer pour de faire des petits motifs les uns sur les autres.

Au choix, parmi 5 possibilités de motifs :

1. Dessiner de drôles de machines volantes (Voir l'inspiration de Kandinsky)
2. Dessiner une jungle. Fais-y apparaître des animaux bleus (perroquets, singes, oiseaux). (voir l'inspiration du douanier Rousseau)
3. Habiller de rouge des personnages aux contours bleus. Ne pas hésiter à imaginer des habits des plus traditionnels aux plus fous.
4. Dessiner un organe du corps humain en superposant les motifs rouges et bleus (par exemple, des poumons, un cœur)
5. Dessiner des bactéries bleues dans des cellules rouges. La loupe magique fonctionnera alors comme un microscope !

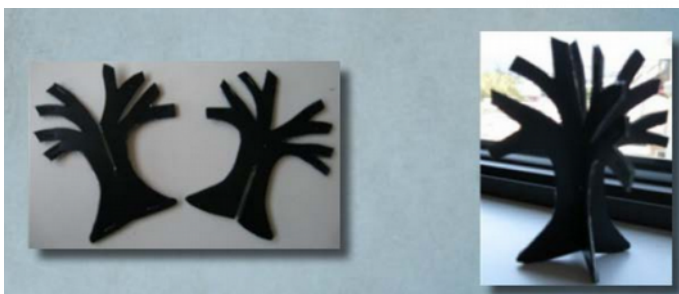
Nous avons apporté des images que les enfants pouvaient décalquer (pour reproduire un singe, etc.).

f) Quelques réalisations des enfants



g) Une expérience de science : Les arbres à cristaux

Construire un arbre en carton et déposer une solution d'un sel, le dihydrogénophosphate de potassium par arrosage au pied de l'arbre. Le papier représentant l'arbre va « boire » la solution de sorte qu'il va s'imprégner de la solution. La cristallisation de la solution sur le papier s'opère



progressivement au fil du temps. Nous observons :

- **La capillarité** : L'eau « monte dans le papier ». La capillarité se produit par exemple lorsque les buvards aspirent l'encre ; lorsque les éponges s'imbibent d'eau ; lorsqu'un morceau de sucre est trempé dans le café et qu'il devient tout noir ; ou lorsque la sève des arbres monte le long du tronc et des branches.
- **L'évaporation** : Après avoir été déposé dans la solution de dihydrogénophosphate de potassium, l'arbre est déposé sur l'armoire. Au bout d'un moment, il n'est plus imbibé de liquide et devient tout sec. Mais où donc l'eau est-elle passée ? Elle s'est évaporée comme lorsque nous mettons un linge à sécher. L'évaporation est un passage progressif de l'état liquide à l'état gazeux. Ce phénomène est donc une vaporisation progressive.
- **La cristallisation** (ou cristallogenèse) : Il s'agit d'un processus de formation de cristaux, soit en milieu naturel, soit de façon synthétique. Elle aboutit à la cristallisation, qui est le passage d'un état désordonné liquide (composé fondu, dissous dans un solvant, ici la solution de dihydrogénophosphate de potassium) à un état ordonné solide.



Une science : **La cristallographie**

La cristallographie est la science qui se consacre à l'étude des cristaux à l'échelle atomique. Les propriétés physico-chimiques d'un cristal sont étroitement liées à l'arrangement spatial des atomes dans la matière. L'état cristallin est défini par un caractère périodique et ordonné à l'échelle atomique ou moléculaire.

Pour aller plus loin sur la cristallisation :

- Vidéo *C'est pas sorcier* : « Sel de la mer à la terre » (26'06) – <https://www.youtube.com/watch?v=ChUai6Wbm78> – L'équipe de *C'est pas sorcier* part récolter du sel à Aigues-Mortes, dans les Salins du Midi. Nous

suivons Fred et Jamy à 160 mètres de profondeur, dans la dernière mine de sel encore en exploitation. Car du sel, il n'y en a pas que dans la mer : il y en a aussi sous la terre !

- Les arbres à cristaux, Fête de la Science, Université de Reims (2014) – http://web.ac-reims.fr/dsden52/ercom/documents/sciences/fete_sciences_2014/seances_classe/cristallographie/les_arbres_a_cristaux_seance.pdf

h) Atelier philo

Cet atelier est une synthèse des trois expériences menées avec les enfants : l'observation des moisissures et bactéries grâce aux boîtes de Pétri ; les impressions solaires ; et les arbres à cristaux.

Rendre visible le très petit, à quoi cela te fait-il penser ? Faire apparaître quelque chose qui ne se voyait pas à première vue ?

Qu'est-ce que cela change de rendre visible quelque chose qui ne l'était pas à l'œil nu ?

Penses-tu que des choses invisibles à l'œil nu peuvent avoir des effets sur nous ? Pourquoi ? As-tu des exemples ?

Penses-tu que les sciences (souviens-toi qu'il y a un grand nombre de champs de savoir) connaissent tout ou qu'il y existe encore des zones d'ombres, ou d'invisibilité actuellement ?

