

Parcours 6

COMMENT SE FABRIQUE LE VIVANT ?



Durée : parcours sur plusieurs séances

Objectifs du parcours :

- découvrir d'où on vient (les mécanismes de la reproduction et les cellules spécifiques impliquées) ;
- découvrir à quoi ressemble l'information qui permet à la cellule-œuf de se développer en bébé ;
- découvrir le rôle de l'information génétique.

Contexte :

Des extra-terrestres débarquent sur Terre et explorent notre planète. Ils ont visité de nombreux lieux, découvert nos pratiques, nos innovations, nos objets. Une chose les surprend : les humains possèdent des usines en tout genre qui leur permettent de fabriquer de nombreuses choses, des objets du quotidien jusqu'à l'électricité. Cependant, ils ne comprennent pas l'absence d'usines à fabriquer des organismes vivants !

N'arrivant pas à trouver d'explications à cette lacune, ils missionnent un groupe d'humains – vous – pour mener l'enquête ! Pour satisfaire leur curiosité, votre seul but aujourd'hui : découvrir comment se fabrique le vivant !

Contenu :

Après avoir échangé sur les critères utilisés pour définir le vivant, ce parcours s'intéresse à la capacité qu'a le vivant à se reproduire. S'interroger sur la stabilité des espèces (les chats peuvent-ils faire des chiens?) et sur l'origine des bébés nous amène à comprendre que le processus de fabrication du vivant est autonome : une cellule-œuf se développe toute seule pour donner un bébé. On s'intéresse alors à l'information à l'origine du nouvel individu : où se trouve-t-elle ? À quoi ressemble-t-elle ? Est-elle la même chez toutes les espèces ?

Act 1

LA VIE, C'EST TOUTE UNE ORGANISATION !

À travers un poster, une série d'objets, de puzzles, de silhouettes et d'observations au microscope, les enfants sont amenés :

- à déterminer ce qui, selon eux, est vivant ou ne l'est pas, et à justifier leurs choix. Mais gare aux contre-exemples, là pour comprendre la difficulté de définir le vivant ;
- à reconstituer différents êtres vivants afin de se rendre compte qu'ils ont une organisation structurelle, sur les plans morphologiques et anatomiques ;
- à rechercher les organes impliqués dans chaque fonction du corps afin de découvrir que sa réalisation implique la coordination de plusieurs parties et organes du corps, et ce pour l'ensemble des organismes vivants composés d'organes. On parle d'organisation fonctionnelle ;
- à découvrir que lorsqu'on observe les organismes vivants dans le détail, ils sont tous composés de cellules.

Transition vers l'activité 2. On observe une multitude d'organismes vivants sur Terre, qui présentent tous des similitudes globales : ils sont constitués d'une ou plusieurs cellules, réalisent différentes fonctions d'échange avec leur milieu et se reproduisent. Mais d'où viennent les bébés ?

Act 2

LES CHATS FONT-ILS DES CHIENS ?

Cette activité propose de s'interroger sur l'origine des bébés et la notion d'espèce, en reconstituant des familles (maman, papa, petit) parmi une collection de photos d'animaux. Elle permet ainsi de définir une espèce par la capacité qu'ont les individus qui se ressemblent à se reproduire entre eux et à donner une descendance féconde. Dans un second temps, elle amène à découvrir les espèces hybrides et leurs particularités.

Transition vers l'activité 3. Un couple de chat ne donnera jamais naissance à un chien. Les chats font des chatons et les chiens, des chiots. Mais pourquoi ? Ces petits, comment sont-ils fabriqués ? Pourquoi ne trouve-t-on pas d'usines à fabriquer les organismes vivants ?



Act
3

QUE FAUT-IL POUR FABRIQUER UN ORGANISME VIVANT ?

Cette activité transforme les participants en "ouvriers du vivant". Il s'agit dans un premier temps de reproduire l'origami d'une grenouille, sans les instructions, puis avec. On découvre ainsi qu'il est possible de fabriquer des objets complexes si on possède le matériel et les plans de fabrication nécessaires.

Puis les ouvriers ont un nouveau défi : établir la liste des informations nécessaires pour fabriquer le même organisme, mais vivant ! Devant la diversité des réponses et l'étendue de la tâche, on s'aperçoit que c'est impossible ! Une dernière étape montre qu'au-delà des ressemblances entre individus d'une même espèce (on a tous 2 bras!), de nombreuses variables (couleur des yeux, des cheveux...) viennent faire de chacun un individu unique, ce qui complique encore la tâche de fabrication du vivant !

Transition vers l'activité 4. On a vu que collecter l'ensemble des informations nécessaires à la fabrication d'un organisme vivant est mission impossible. Mais si la fabrication d'un organisme est si complexe, les organismes vivants sont bien présents et capables de se reproduire ! Comment font-ils ?

Act
4

HISTOIRE D'ŒUFS

Cette activité propose dans un premier temps de découvrir le développement d'œufs de différentes espèces en bébés et de se demander où se trouve l'information qui dit à l'œuf ce qu'il doit faire. Ainsi, quelles que soient les espèces, l'œuf se développe de façon autonome et l'information est contenue dans l'œuf lui-même.

Une seconde étape permet de s'interroger sur l'origine de cette information et de découvrir l'existence des cellules sexuelles du père et de la mère et leur rôle. Enfin, des vidéos nous montrent l'importance de la fécondation lors de la rencontre des cellules sexuelles pour la fabrication d'un nouvel individu.

Transition vers l'activité 5. L'information qui dit à la cellule-œuf ce qu'elle doit faire est contenue dans la cellule-œuf elle-même. Mais où est-elle stockée, et sous quelle forme ?

Act
5

À LA RECHERCHE DE L'INFORMATION

Cette activité invite à partir à la recherche de cette information qui "code" le vivant. Dans un premier temps, elle propose de s'immerger dans le monde microscopique pour découvrir que cette information est stockée au sein du noyau de la cellule. Un jeu permet ensuite de faire l'éclairage sur cette information : à quoi elle ressemble, comment elle est stockée, organisée... Enfin une expérience met en évidence le support de cette information, l'ADN, extrait des cellules de banane.

CONCLUSION

Le monde vivant est très varié, du simple au complexe. Fabriquer des organismes vivants n'est pas chose facile, vue la diversité des espèces et le caractère singulier des individus. Cependant, on l'a vu, les organismes vivants savent se reproduire. Pour cela, tout un processus de codage de l'information génétique au cœur de l'ADN s'est mis en place, qui permet deux types de reproduction :

- **la reproduction sexuée**, faisant intervenir la rencontre et la fusion de cellules sexuelles issues d'un mâle et d'une femelle de la même espèce en une cellule-œuf ;
- **la reproduction asexuée**, où des organismes vivants ont la capacité de se reproduire sans partenaire et de donner naissance à un nouvel individu issu de la division d'une partie ou de la totalité de l'ancien individu.

Avec le développement des connaissances, l'humain sait intervenir sur les processus naturels de reproduction et développer la reproduction in-vitro, le clonage et la création d'espèces génétiquement modifiées (OGM). Ces nouvelles techniques peuvent soulever parfois des questions d'éthique qui dépassent largement le cadre de la biologie pure.



LA VIE, C'EST TOUTE UNE ORGANISATION !

Lieu : Intérieur / Extérieur



Objectifs de l'activité :

- sonder les connaissances, faire émerger les représentations ;
- découvrir ce qui caractérise un organisme vivant (de l'organisation à la cellule, en passant par les échanges avec le milieu et la reproduction) ;
- apporter des précisions utiles pour la suite : découvrir que les organismes vivants sont issus de la reproduction.

Introduction :

Quels liens existe-t-il entre un arbre, un humain et un ver de terre ? Ce sont tous des organismes vivants parmi les millions d'espèces qui habitent notre planète. **Connait-on certains de leurs points communs ? Comment reconnaître un organisme vivant d'un objet dépourvu de vie ?**

Matériel :

- poster A1 "Qu'est-ce que la vie ?"
- 12 cartes "Actions"
- 2 tablettes numériques contenant des photos à agrandir d'étamine de lys, de racine d'oignon et de rein de souris
- série d'objets : stylo, tablette, graines, levure du boulanger, balle de ping-pong, punaise, fruits secs (noisettes, noix...), cristaux de quartz.
- 2 loupes
- 3 microscopes (un classique, 2 USB + tablettes)
- lames du commerce d'épiderme d'oignon, de paramécie et de peau d'humain
- 1 pipette
- l'échantillon d'eau de mare (ou d'eau d'un vase avec tiges macérées) - hors malle
- 1 oignon rouge - hors malle et 1 cutter
- 3 enveloppes : "vivant/ayant vécu" ; "non vivant" ; "?"
- annexe 1. Étiquettes "critères" à découper
- annexe 2. Fiche réponse : lien entre les actions réalisées et les différents organes/parties du corps sollicités
- puzzles de silhouettes (humain, abeille, plante) - *parcours1-act2-annexe2*
- planches anatomiques (humain, abeille, plante) et étiquettes "organes" à découper - *parcours1-act2-annexe3*

ÉTAPE 1 : VIVANT VERSUS NON-VIVANT

Protocole :

Distribuer les critères aux participants puis leur demander, en s'aidant des objets et des éléments du poster, de les trier selon s'ils caractérisent des éléments "vivants/ayant vécu" ou "non-vivants". Pour ceux dont ils ignorent la réponse, les placer dans l'enveloppe "?".

Regarder ensuite tous ensemble les critères en détail. Pour chacun (ex "le vivant se déplace et pas le non vivant" ; "les organismes vivants ont des yeux"...), rechercher au sein des photos/objets fournis s'il existe des contre-exemples possibles.

Explications :

On associe spontanément le vivant à des critères morphologiques (a des yeux...) ou des fonctions (se déplace, grandit, fait des petits...). Mais certains de ces critères sont parfois trompeurs, car ils n'englobent pas tous les organismes vivants et/ou peuvent se retrouver aussi chez des objets non vivants !

Par exemple, l'eau, la voiture, la balle, le nuage et le robot se déplacent alors qu'ils ne sont pas vivants, et les plantes vivent mais ne se déplacent pas. Les plantes et les vers de terre n'ont pas d'œil. Les nuages se déplacent et peuvent grandir ; la bougie consomme de l'oxygène ; le robot et la voiture ont besoin d'énergie... Définir le vivant est donc complexe.

ÉTAPE 2 : UNE ORGANISATION À TOUS LES ÉTAGES !

Protocole :

1. Répartir les participants en 3 groupes : humain, abeille et plante. Chaque groupe doit récupérer dans un tas de pièces de puzzle mises en commun les parties de l'organisme vivant qu'il représente et le reconstituer. L'équipe la plus rapide a gagné ! Chaque groupe décrit ensuite de quoi son organisme est fait.

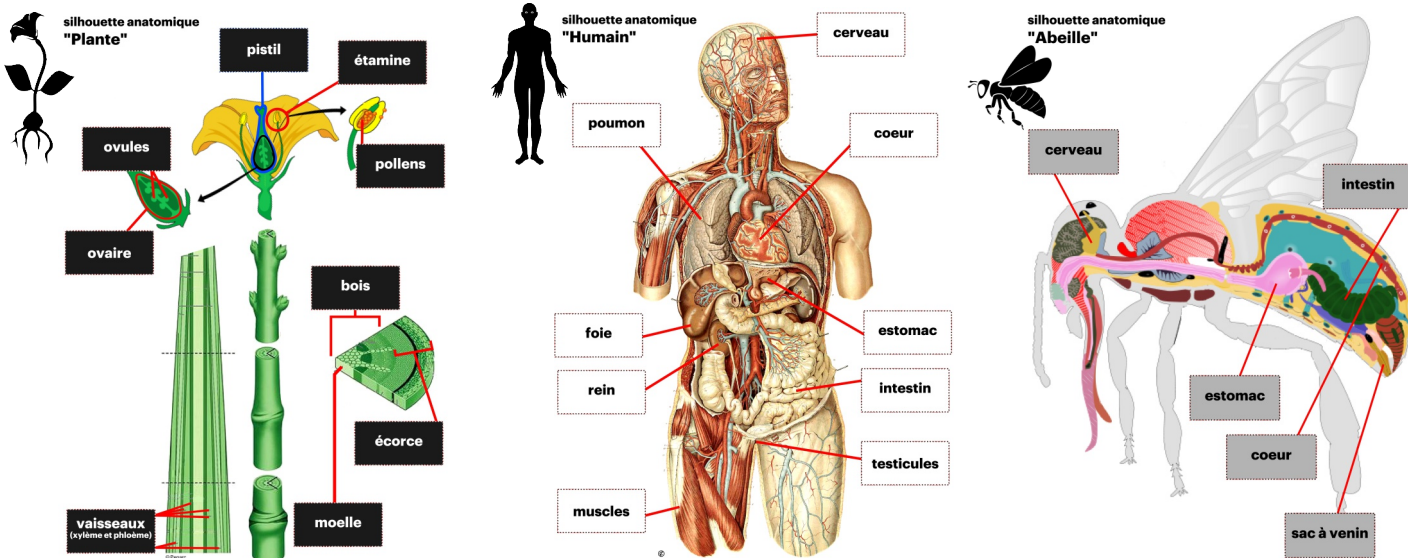
2. À l'aide de la planche anatomique de son espèce, chaque groupe positionne les étiquettes "organes" au bon endroit au sein de son organisme. **À quoi servent ces organes ?**

3. Activité collective sur l'humain. Deux participants piochent une même carte "Actions" et réalisent l'action demandée devant le groupe qui doit identifier quel(s) organe(s) et partie(s) du corps ont été sollicités pour la réaliser. Recommencer avec une autre action.



Explications :

On observe que ces organismes vivants sont organisés au niveau morphologique (feuille, fleur, bras, thorax, ...) et aussi au niveau anatomique (cœur, poumon, intestin, pollen, bois...).



De plus, ils sont organisés fonctionnellement : la coordination de leurs organes entre eux leur permet d'accomplir des actions (respirer, parler, se déplacer...) (cf. annexe 2).

ÉTAPE 3 : LES BÂTISSEURS DU VIVANT

Protocole :

Organiser les 5 pôles d'observation suivants :

- **pôle 1** : loupe, microscope, cutter, oignon rouge, lame de cellules d'oignon ;
- **pôle 2** : loupe, microscope, humain, lame de peau d'humain ;
- **pôle 3** : loupe, microscope, eau de mare, lame de paramécie ;
- **pôle 4** : tablette avec photo à agrandir de souris.
- **pôle 5** : tablette avec photos à agrandir de lys et d'oignon ;

Répartir les participants en 5 groupes et les faire tourner sur les pôles d'observation en leur donnant la consigne d'essayer de voir "au plus près" de quoi sont constitués les organismes observés. Les observations sont à faire à l'œil nu, puis à la loupe puis au microscope (on retrouve ces mêmes niveaux d'observation dans les tablettes).

Explications :

En observant le vivant avec le microscope, on découvre de tous petits éléments collés les uns à côté des autres, quel que soit l'organisme observé : ce sont des cellules !

En savoir plus :

Il existe quelques critères essentiels pour définir le vivant, que l'on retrouve chez l'ensemble des organismes vivants observés et sur lesquels les scientifiques se sont mis d'accord. On vient de les découvrir en détail à travers nos différentes activités :

- **échanger avec le milieu** : puiser dans l'environnement l'énergie et les éléments nécessaires à l'organisme pour fonctionner et rejeter des déchets ;
- **être issu de la reproduction** : naître, se développer selon une organisation (croissance, morphologie), se reproduire et mourir, en interagissant avec son environnement. C'est le cycle de la vie, absent chez le non vivant.
- **être constitué d'une ou de plusieurs cellules** ;
- pour les organismes pluricellulaires, **être organisé à différents niveaux** : au niveau structurel (organismes, organes, tissus, cellules) et fonctionnel (liens organes et fonctions) ;

Malgré la grande diversité d'organismes vivants, on retrouve chez chacun une organisation au niveau macroscopique mais aussi microscopique. Une grande partie des organismes vivants est complexe. **Mais comment le vivant se fabrique-t-il ? Existe-t-il des usines à fabriquer des organismes vivants ?**

Sources

INSERM/AFP. Livrets pédagogiques I et II "Les architectes du vivant : des cellules à tout faire"
 INSERM/AFP. Exposition interactive "Les architectes du vivant : des cellules à tout faire"
 MNHN/AFP. Mallette "Biodiversité : comprendre pour mieux agir". Activité "Vivant ou non vivant"



**Act
1**

ANNEXES

ANNEXE 1 : ÉTIQUETTES "CRITÈRES" À DÉCOUPER



a des yeux	a un cœur	fait des petits
consomme de l'oxygène	se déplace	échange avec son environnement (puise et rejette des éléments)
se nourrit	grandit	a besoin d'énergie
naît	meurt	ne bouge pas
se mange ou se boit	agit	dort
a des dents	produit de la chaleur	fait du bruit
ne se reproduit pas	ne parle pas	ne grandit pas

ANNEXE 2 : FICHE RÉPONSE : LIENS ENTRE LES ACTIONS RÉALISÉES ET LES DIFFÉRENTS ORGANES/PARTIES DU CORPS SOLLICITÉS

Parler sans bouger les lèvres et sans qu'elles ne se touchent : besoin de la bouche, des muscles des lèvres, de la langue, de la mâchoire (os et muscles), de la cage thoracique, des cordes vocales, des poumons, du système nerveux (coordination : cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Prononcer des mots en mettant la main droite devant la bouche et la main gauche sur le cou (ou la cage thoracique) : besoin de la bouche, des lèvres, de la langue, de la mâchoire (os et muscles), des cordes vocales, des poumons, de la cage thoracique et de ses muscles (souffle), du système nerveux (coordination : cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Vider ses poumons puis essayer de parler (le son est un vibration de l'air, sans air, pas de son) : pour parler, besoin de la bouche, des lèvres, de la langue, de la mâchoire (os et muscles), des cordes vocales, des poumons, de la cage thoracique et de ses muscles (souffle), de la trachée, du système nerveux (coordination : cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Serrer le poing gauche très fort et plier le bras gauche en posant la main droite sur l'avant-bras gauche : sentir les muscles : besoin des os et des articulations de la main et du bras, des muscles de la main et du bras, du système nerveux (coordination : cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Avaler sa salive en posant sa main sur son cou : besoin des glandes salivaires, de la langue, de l'œsophage, des os et des muscles de la mâchoire, du système nerveux (coordination : cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Manger ou boire quelque chose : besoin de la bouche, de la langue, des glandes salivaires, des dents, de la mâchoire (os et muscles), de l'œsophage, de l'appareil digestif, des organes des sens, du nez, du système nerveux (coordination : cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Prendre un flacon et sentir l'odeur qui s'en dégage : besoin du nez et de ses cellules sensorielles, de la bouche, des poumons, de la cage thoracique, de la trachée, du système nerveux (organes des sens, nerfs, cerveau, moelle épinière)...

Inspirer et expirer rapidement en posant ses mains sur sa cage thoracique : besoin des poumons, du nez, de la bouche, de la trachée, des muscles de la cage thoracique, des côtes, du cœur, du sang, des vaisseaux sanguins, du système nerveux (cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Se déplacer d'un endroit à un autre en marchant normalement : besoin des muscles des jambes et du corps (statique debout), des os et des articulations, des jambes, des genoux, des pieds, des yeux, des oreilles (équilibre), du système nerveux pour coordonner l'ensemble (organes des sens, nerfs, cerveau, moelle épinière)...

Prendre son pouls, faire dix petits sauts rapides mettre sa main devant sa bouche ouverte et reprendre son pouls : quand on fait un effort physique, on constate que les battements du cœur et la respiration s'accroissent : le sang apporte aux muscles l'oxygène et les nutriments dont ils ont besoin pour fonctionner plus vite. Besoin des muscles du corps, du squelette, du cœur, des vaisseaux sanguins, du sang, des poumons, de la cage thoracique, du nez et de la bouche, du système nerveux (cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Attraper un objet qui tombe : besoin des yeux, des mains (et cellules du toucher, de la pression...), des bras, des muscles, des os et articulations, du système nerveux (organes des sens, cerveau, moelle épinière, nerfs)...

Se déplacer avec les yeux bandés : besoin des mains, des bras, des oreilles (pour se situer dans l'espace via les sons, et donc remplacer les yeux!), des jambes, des muscles du corps, du squelette, des articulations, du système nerveux (organes des sens, nerfs, cerveau, moelle épinière)...

Act
2

LES CHATS FONT-ILS DES CHIENS ?

Lieu : Intérieur / Extérieur

**Objectifs de l'activité :**

- créer une entrée en matière en découvrant la notion d'espèce ;
- découvrir que l'espèce se définit par sa capacité à produire une descendance féconde.

Introduction :

Parmi la multitude d'organismes vivants et la complexité de leur fonctionnement, il nous est pourtant aisé de déterminer d'un coup d'œil qui sont les parents d'un petit. Même un extra-terrestre venu d'ailleurs en serait capable ! **Pourquoi ?**

Matériel :

- 24 cartes "Parents et petits" 
- tablettes numériques contenant les photos d'espèces hybrides

Note : les chimères des cartes "Parents et petits" identifiées par * sont des photos-montage. Le nom de leur espèce a été inventé pour l'activité.

Protocole :

1. À l'aide des cartes "Parents et petits" reconstituer les familles d'une même espèce (mâle, femelle, petit). **Que remarque-t-on ? Sur quoi se base-t-on pour trouver les parents de chaque bébé ? Comment peut-on définir une espèce ?**

2. Quels sont les parents (mâle et femelle) de la mule, du bardot, du ligron, du tigrion, du zébrâne, du zébrule et du cochonglier ? **Quelles sont leurs particularités ?**

Explications :

On observe que :

- les chats font des chats, et les chiens font des chiens. La descendance (enfant) ressemble fortement aux parents (même nombre de pattes, poils ou plumes, forme de tête...) avec de légères différences possibles (couleur des poils, des yeux...);
- à priori, deux individus ne peuvent se reproduire et avoir une descendance que s'ils sont ressemblants entre eux. On n'obtiendra rien du croisement d'une chèvre avec un cheval : le cabritalon (et la poulca) n'existent pas !

La notion d'espèce peut se fonder sur des ressemblances : un humain est visiblement différent du chimpanzé, du lion ou du scarabée. Ils ne sont donc pas de la même espèce. Cependant, il peut exister entre mâle et femelle d'une même espèce des différences d'apparence parfois très prononcées, souvent pour des raisons de reproduction. On parle de dimorphisme sexuel, comme par exemple entre la canne et le canard colvert.



cc. Ville Miettinen

En savoir plus :

Une espèce se définit précisément par la capacité qu'ont les individus à se reproduire entre eux (on parle d'interfécondité) et à donner naissance à une descendance qui pourra également se reproduire. Ceci s'applique surtout aux mammifères et aux oiseaux, moins chez d'autres espèces comme les animaux non-vertébrés, les plantes et les champignons.

Les espèces dites hybrides (mulet, cochonglier, ligron, tigrion, zébrâne, zébrule...) proviennent de parents d'espèces proches mais différentes et cependant interfécondes (âne/cheval, cochon/sanglier, lion/tigresse, lionne/tigre, âne/zèbre, zèbre/jument...). Mais, les espèces hybrides sont rares dans la nature (plutôt créées par les humains), peu viables et ne peuvent généralement pas avoir de descendance.

Source

MNHN/AFP. Mallette "Biodiversité : comprendre pour mieux agir". Activité "Une espèce, c'est quoi au juste ?"



QUE FAUT-IL POUR FABRIQUER UN ORGANISME VIVANT ?

Lieu : Intérieur / Extérieur



Objectifs de l'activité :

- découvrir que pour fabriquer un organisme vivant, il faut un nombre infini d'informations, donc qu'ils ne peuvent pas être « fabriqués » dans une usine comme les objets ;
- découvrir qu'au sein d'une même espèce, les individus sont différents, donc que les informations nécessaires pour les fabriquer sont encore plus diversifiées.

Introduction :

Bienvenue dans notre usine ! Jeunes ouvriers, vous allez essayer de nous aider à relever notre nouveau défi : fabriquer un organisme vivant ! Saurez-vous y contribuer ?

Matériel :

- origami de grenouille qui saute (à réaliser à partir de l'annexe 1)
- feuilles de papier A4
- crayons
- règles
- annexe 1. Photos et protocole de réalisation de l'origami
- annexe 2. Questionnaire "Qu'est-ce qui nous rend unique ?"

ÉTAPE 1 : FABRICATION D'UN ORIGAMI D'ORGANISME VIVANT

Protocole :

Présenter l'origami de grenouille aux participants, distribuer à chacun une feuille et leur demander d'essayer de reproduire cet origami. Après un temps d'expérimentation, questionner le groupe sur leur résultat. Du fait de la complexité du pliage, proposer dans un second temps le plan de fabrication de l'origami (annexe 1). Une fois l'origami réalisé, questionner le groupe sur l'aide que lui ont apporté ces instructions.

Explications :

L'origami étant complexe, le groupe ne parvient pas à le reproduire sans instructions. Cependant, à l'aide du plan de fabrication, sa réalisation devient plus simple. En effet, on est capable de fabriquer des objets très complexes dans la mesure où l'on possède l'ensemble du matériel nécessaire à leur réalisation (matériel, plans de fabrication...).

Si on est aujourd'hui capable de fabriquer des voitures qui conduisent toutes seules, donc des objets très complexes, on ne sait pas fabriquer d'organismes vivants comme des vraies grenouilles ou des humains par exemple. **Quelles informations nous seraient nécessaires ?**

ÉTAPE 2 : QUE FAUT-IL POUR FABRIQUER UN VRAI ORGANISME VIVANT ?

Protocole :

Faire des groupes de 3 ou 4 participants. Distribuer à chacun des feuilles et des crayons.

Leur demander de lister l'ensemble des informations (plans de fabrication) dont ils auraient besoin pour fabriquer une vraie grenouille (parties du corps, organes, leur quantité, où ça se met, à quoi ça sert, comment ça fonctionne, les interactions des organes entre eux et avec l'extérieur...).

Explications :

Chaque liste proposée sera différente et forcément inaboutie. Les informations nécessaires à la fabrication d'un organisme vivant sont tellement nombreuses et complexes qu'on ne peut pas toutes les lister. Pour construire un organisme vivant qui fonctionne, il faudrait rassembler cette énorme quantité d'information (plans de fabrication) et la ranger dans une véritable encyclopédie !

L'activité se base ici sur la fabrication d'une grenouille. **Mais au-delà de la ressemblance qu'un individu partage avec ceux de son espèce, n'est-il pas unique ? Par exemple, si on se place au sein de l'espèce humaine, sommes-nous tous identiques ?**

ÉTAPE 3 : TOUS SEMBLABLES MAIS TOUS DIFFÉRENTS !**Protocole :**

1. Remplir individuellement le questionnaire "Qu'est-ce qui vous rend unique ?" (annexe 2). Discuter des ressemblances et des différences entre les membres du groupe, en ce qui concerne les caractères physiques : **Qu'ont-ils en commun ? Mais sont-ils tous identiques ? Qu'est-ce qui rend chaque individu unique ?**

2. Choisir un volontaire parmi les participants. Les autres forment un cercle en se tenant debout autour de lui :

- prédire le nombre de caractères nécessaires pour décrire le volontaire de manière à le distinguer des autres membres du groupe ;
- énumérer dans l'ordre les caractères figurant sur le questionnaire. Au fur et à mesure, les participants ne possédant pas le même caractère que le volontaire doivent s'asseoir ;
- à la fin, le volontaire doit se retrouver seul debout. Si la liste de caractères ne suffit pas à le distinguer des participants encore debout, imaginer des caractères supplémentaires pour le différencier (forme des sourcils, des lèvres, etc.).

Explications :

Bien que présentant une morphologie commune (une tête, deux jambes, deux bras, deux oreilles, un nez...), les participants peuvent se différencier sur une multitude de caractères physiques comme la couleur des cheveux, des yeux, la présence de fossettes, la forme du nez... Et même au sein d'un caractère commun, "cheveux blonds" par exemple, on constate que les individus aux cheveux blonds diffèrent fortement les uns des autres par une grande diversité d'autres caractères (taille, couleur des yeux...).

Exceptés les vrais jumeaux, il n'y a pas d'individus identiques. Chacun possède une combinaison de caractères qui le rend unique, différent des autres individus de la même espèce.

À cette diversité des apparences entre les êtres humains, que l'on retrouve chez toutes les espèces (on parle de diversité intra-spécifique), s'ajoute la diversité des comportements, issue de l'éducation et de la personnalité de chacun, mais aussi la diversité de l'environnement (milieux de vie, langues, us et coutumes...). Tout cela va influencer l'apparence de chacun et contribuer à le rendre unique.

En savoir plus :

Pour fabriquer un organisme vivant, on constate donc qu'en plus des plans de fabrication nécessaires pour ressembler aux autres individus de son espèce et des plans de fonctionnement pour pouvoir vivre (respirer, manger, se déplacer...), il faut ajouter toutes les informations permettant de rendre chaque individu unique.

Ainsi, collecter l'ensemble des informations nécessaires à la fabrication d'un organisme vivant est mission impossible. Pourtant, même si la fabrication d'un être vivant est extrêmement complexe, ils sont bien présents sur Terre, et capables de se reproduire ! **Alors, comment font-ils ?**

Sources

INSERM/AFP. Livret pédagogique I "Les architectes du vivant : des cellules à tout faire"

MNHN/AFP. Mallette "Biodiversité : comprendre pour mieux agir". Activité "Tous semblables mais tous différents"



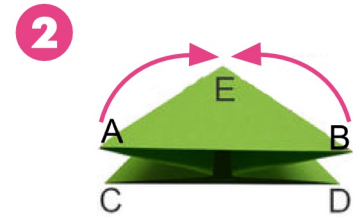
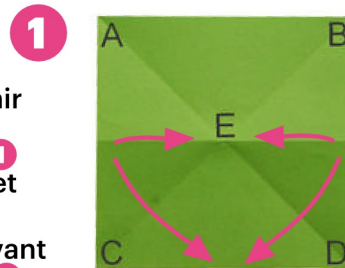
Act 3

ANNEXES

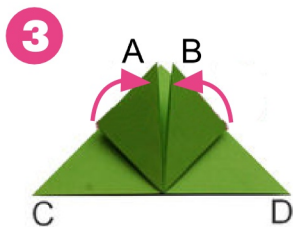
ANNEXE 1 : PLANS DE FABRICATION D'UN ORIGAMI DE GRENOUILLE

Découper la feuille A4 pour obtenir un carré de 21cm de côté, puis le plier comme sur la figure 1 (les deux diagonales dans 1 sens et une médiane dans l'autre sens).

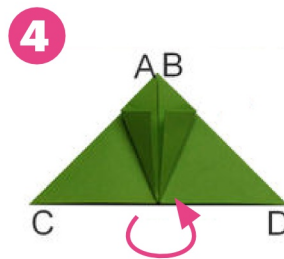
Ramener ensuite les côtés en suivant les flèches pour obtenir la figure 2



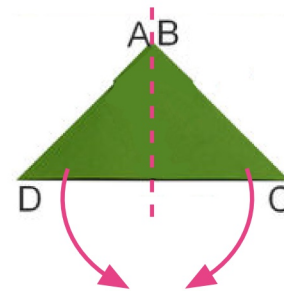
Plier les rebords du haut en suivant les flèches pour obtenir la figure 3



Plier les rebords du haut en suivant les flèches pour obtenir la figure 4



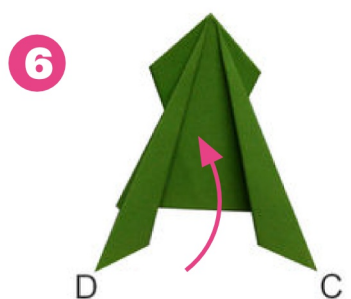
Retourner le pliage...



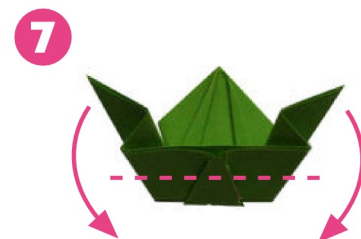
...et plier selon les flèches pour obtenir la figure 5



Plier les rebords du bas en suivant les flèches pour obtenir la figure 6



Plier et remonter vers soi la partie basse pour obtenir la figure 7



Replier de moitié dans l'autre sens pour obtenir la figure 8



Retourner la figure 8 et appuyer sur son dos !

La grenouille saute !



ANNEXE 2

QUESTIONNAIRE

Qu'est-ce qui vous rend unique?

1. Couleur des cheveux

noir - brun - châtain - blond - roux - autre

2. Couleur des yeux

noir - marron - bleu - vert - autre

3. Forme des cheveux

naturellement frisés - naturellement raides - souples

4. Implantations des cheveux : présence d'une pointe

oui



non

©Gisèle Rovillé

5. Lobes des oreilles détachés

oui

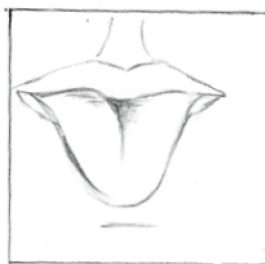
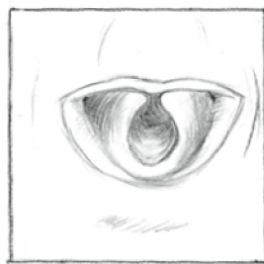


non

©Gisèle Rovillé

6. Rouleau avec la langue

oui



non

©Gisèle Rovillé

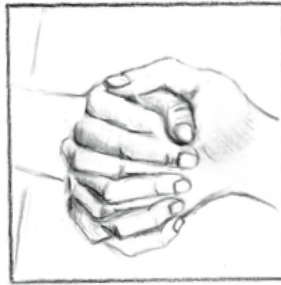
7. Présence naturelle de nombreuses tâches de rousseur sur le nez et les joues (c'est-à-dire non consécutives à une exposition au soleil)

oui

non

8. Croisement des mains, pouce gauche spontanément posé sur le pouce droit

oui



non

© Gisèle Rovillé

9. Présence de fossettes aux creux des joues

oui

non

10. Présence d'une fossette au creu du menton

oui

non

11. Distance entre le bout du pouce et le bout du petit doigt

..... cm

12. Allergie aux poils de chat

oui

non

13. Pouce tendu

droit sans courbure - courbure au niveau de la dernière phalange

14. Taille de la tête aux pieds : m

15. Possibilité de distinguer le rouge et le vert

oui

non

16. Sensation de goût amer des choux, choux de Bruxelles et brocolis

oui

non

Act
4

HISTOIRE D'ŒUFS

Lieu : Intérieur / Extérieur



Objectifs de l'activité :

- découvrir que chaque individu est issu d'un œuf (ou cellule-œuf) ;
- découvrir que le processus de fabrication du vivant est autonome : l'œuf se développe tout seul sans aide extérieure ;
- identifier l'existence de cellules sexuelles chez les parents et découvrir leur rôle ;
- découvrir la notion de fécondation.

Introduction :

On ne sait pas fabriquer les organismes vivants dans nos usines. Pourtant, le monde vivant existe, et de nombreux individus de toutes les espèces naissent chaque jour. **D'où viennent-ils ? De quel processus sont-ils issus ? En route pour l'exploration !**

Matériel :

- un pico-projecteur
- 3 tablettes numériques contenant :
 - les jeux "Histoire d'œufs" et "Rencontre des cellules sexuelles"
 - extraits des émissions C'est pas sorcier : "Œufs" et "La fécondation in-vitro"
 - * fécondation d'œufs de poisson
 - * fécondation d'un œuf de poule et d'un ovule humain
 - * la reproduction humaine
- annexe 1. Plateau de jeu "Mare" et vignettes "Œufs de grenouille" à photocopier et découper

ÉTAPE 1 : NOUS SORTONS TOUS D'UN ŒUF, MÊME LA POULE !

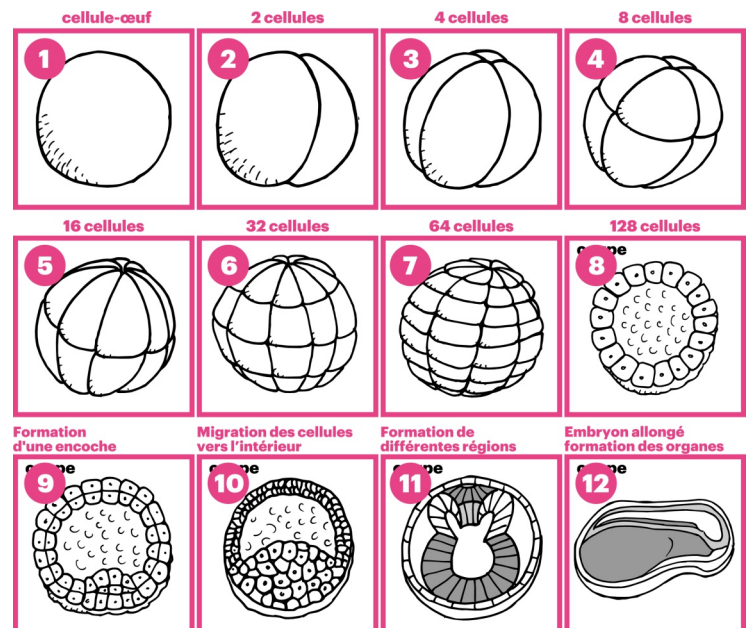
Protocole :

1. Visionner collectivement le film "Fécondation d'œufs de poisson" grâce au pico-projecteur ou par petits groupes sur les tablettes. **Qu'observe-t-on ?**
2. Faire 3 groupes. Chaque groupe doit retrouver les étapes de développement de l'œuf en bébé grenouille en plaçant au bon endroit sur le plateau de jeu de la mare (annexe 1) les vignettes d'œufs de grenouille associées. Distribuer ensuite à chaque groupe une tablette tactile avec l'activité interactive "Histoire d'œufs". Reconstituer les étapes de développement des œufs en embryons, puis en bébés carpe, tortue et humain. **Où se trouve l'information qui dit à chaque œuf ce qu'il doit faire ?**

Explications :

L'œuf de truite et l'œuf de grenouille se développent tout seul, dans l'eau, sans intervention extérieure pour les guider. Les informations nécessaires à leur développement sont donc contenues dans les cellules-œufs elles-mêmes. Il en est de même pour l'œuf de carpe dans l'eau, l'œuf de tortue dans le sable, et l'œuf humain dans l'utérus.

Même si toutes les cellules-œufs animales se ressemblent au départ, l'information qu'elles contiennent diffère d'un œuf à l'autre, ce qui amène au développement d'espèces différentes. **D'où vient cette information qui dicte à chaque œuf comment se développer ?**



ÉTAPE 2 : LA RENCONTRE DES CELLULES SEXUELLES

Protocole :

Comme on l'a vu dans le film, les organismes vivants possèdent dans leur corps des cellules spécifiques qui assurent la fonction de reproduction : ce sont les cellules sexuelles.

Programmer les tablettes sur le jeu "Rencontre des cellules sexuelles". Chaque groupe doit réunir les bonnes cellules sexuelles entre elles, c'est-à-dire celles du père (spermatozoïde) et de la mère (ovule) de la même espèce.

Explications :

L'information qui guide le développement de l'œuf en bébé provient de moitié de la cellule sexuelle de la mère et de moitié de celle du père. **Comment les informations venant des deux parents arrivent-elles à "fusionner" pour former une cellule-œuf unique ?**

ÉTAPE 3 : LA FÉCONDATION

Protocole :

En complément du film visionné au début de l'activité, découvrir sur les tablettes ou à l'aide d'un pico-projecteur l'extrait de l'émission C'est pas sorcier "Fécondation d'un œuf de poule et d'un ovule humain". Puis mettre en place une discussion collective : **qu'est-ce que la fécondation ? En quoi est-elle indispensable à la reproduction ?**

Pour conclure, visionner sur les tablettes l'extrait de l'émission C'est pas sorcier "La reproduction humaine".

Explications :

La fécondation est la fusion des cellules sexuelles - celles de la mère et du père - pour donner une cellule-œuf, qui sera à l'origine d'un nouvel individu. À ce stade, l'individu est une cellule-œuf dont le développement et l'évolution seront guidés par l'information qu'elle contient. Cette cellule-œuf va se multiplier pour peu à peu devenir un embryon puis un bébé, via un mécanisme de fabrication qui lui donnera sa forme, son squelette, ses organes...

En l'absence de fécondation, il ne se passe rien. Ainsi une poule qui n'a pas "rencontré de coq" lors de la fabrication de son œuf pondra un œuf qui ne donnera pas de poussin. C'est la rencontre de la cellule sexuelle de la poule (l'ovule) et de celle du coq (le spermatozoïde) qui donnera un œuf fécondé, c'est-à-dire porteur d'un poussin.

On observe le même phénomène chez les humains, ainsi que chez tous les organismes vivants issus de la reproduction sexuée. Chez nous, contrairement à la poule, l'œuf fécondé reste à l'intérieur du corps de la femme (dans l'utérus). Ainsi le phénomène est moins visible.

En savoir plus :

Tous les organismes vivants issus de la reproduction sexuée sont issus d'un œuf (ou cellule-œuf) qui, selon les espèces, évolue dans différents milieux (eau, sable, utérus...) et possède des spécificités (dur, mou, petit, gros...).

Suite à la fécondation, l'œuf évolue de manière autonome, devenant un embryon, puis un bébé. Certains œufs ne seront plus jamais en lien avec leurs parents, comme les carpes, les grenouilles, les tortues... Ainsi, l'information qui dit à la cellule-œuf ce qu'elle doit faire (c'est-à-dire toutes les instructions qui lui permettent de se développer en un nouvel individu) est contenue dans la cellule-œuf elle-même, et provient pour moitié de la cellule sexuelle de la mère et pour moitié de celle du père. **Mais où est stockée cette information dans la cellule-œuf, et sous quelle forme ?**

Sources

INSERM/AFP. Livret pédagogique II "Les architectes du vivant : des cellules à tout faire"

INSERM/AFP. Exposition interactive "Les architectes du vivant : des cellules à tout faire"

Émission C'est pas sorcier. Œufs (extraits de 3min43 à 5min50 et de 20min36 à 22min04).

<http://www.youtube.com/watch?v=8eQ>

Émission C'est pas sorcier. La fécondation in-vitro (extraits de 1min40 à 2min54 puis 3min26 à 4min15).

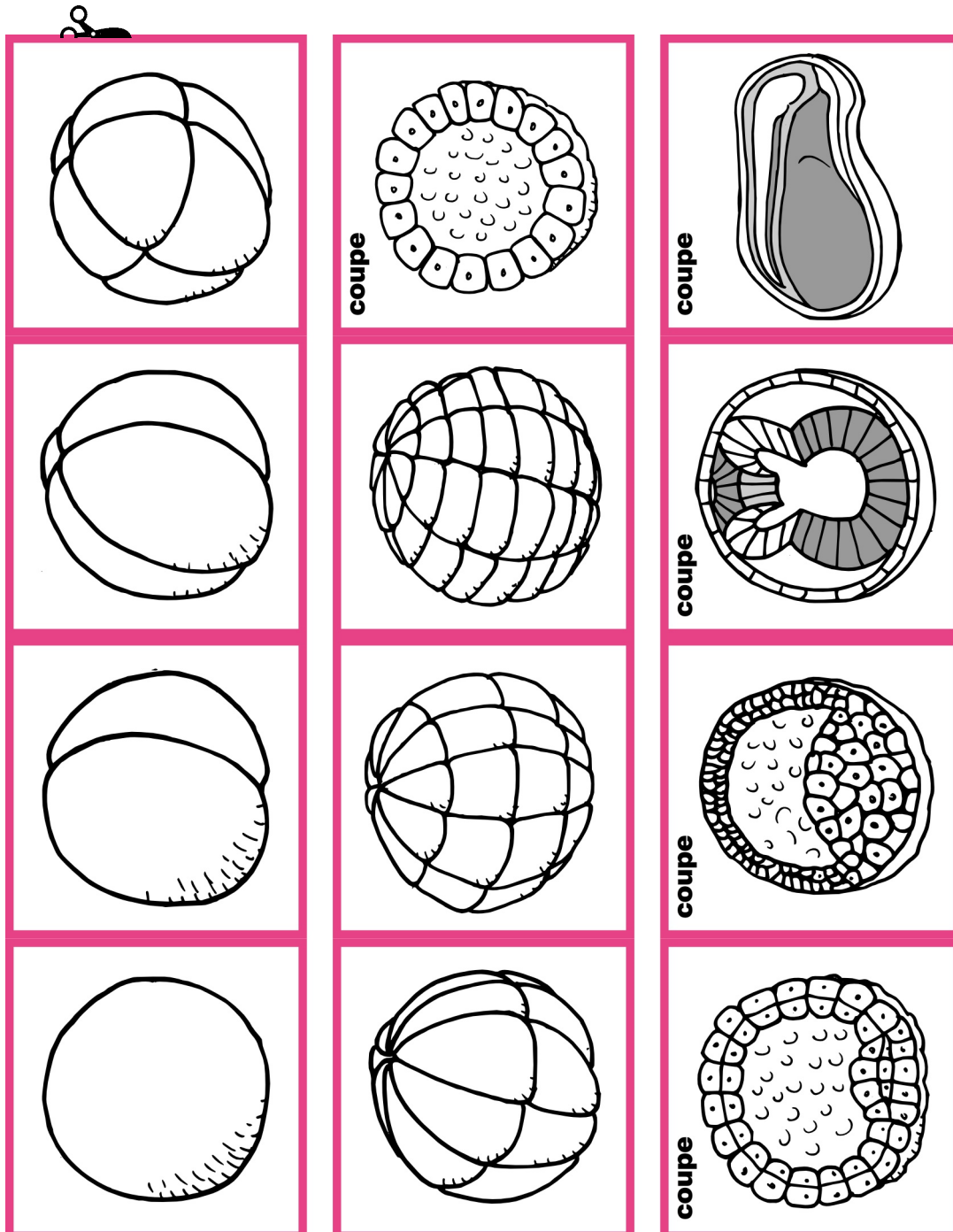
<http://www.youtube.com/watch?v=IM3eU1KUoOs>

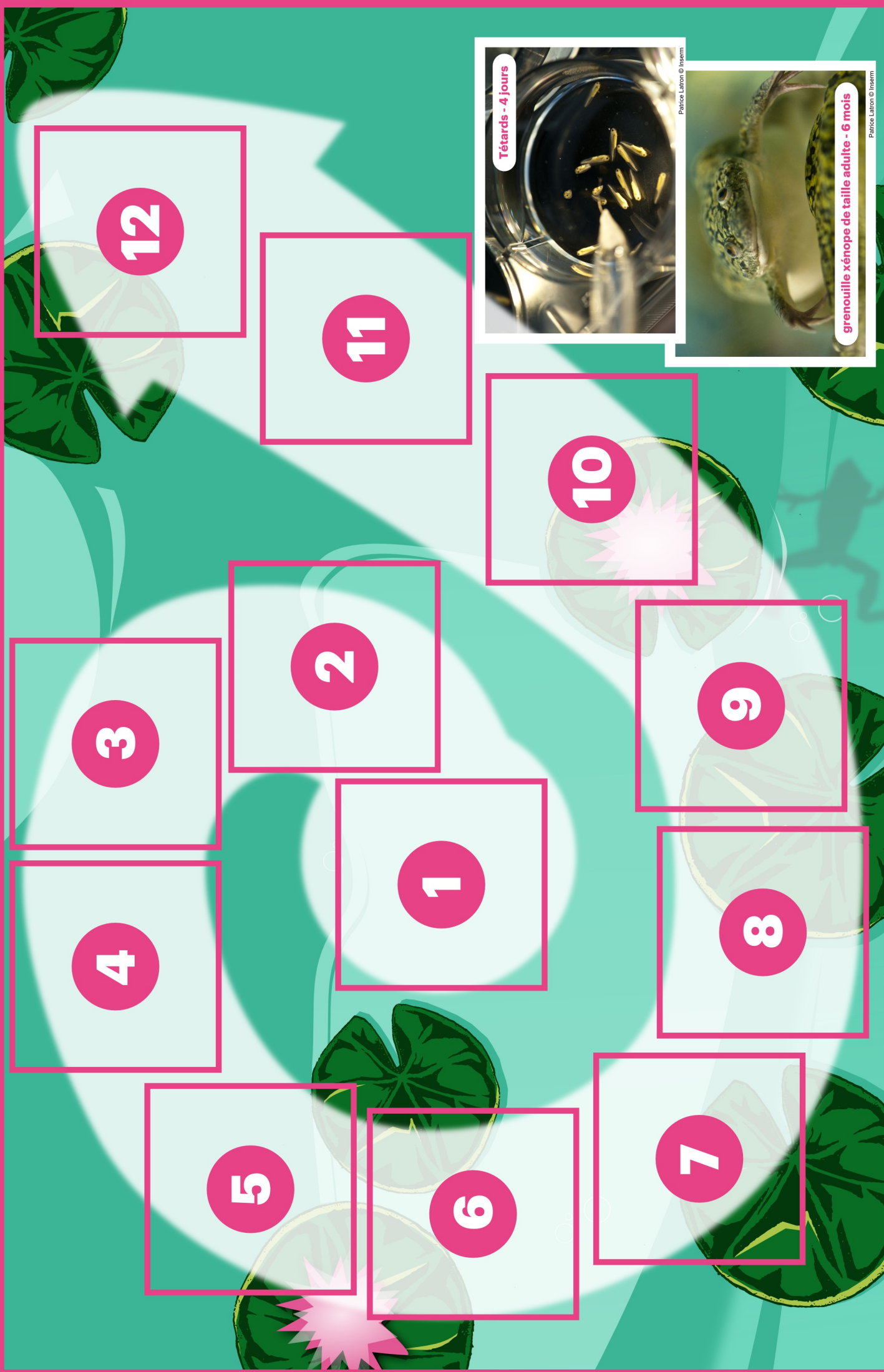


Act
4

ANNEXE

ANNEXE 1 : VIGNETTES "ŒUFS DE GRENOUILLE" ET PLATEAU ET DE JEU "MARE" À PHOTOCOPIER ET DÉCOUPER





Patrice Latron © Inserm

Patrice Latron © Inserm

Act 5

À LA RECHERCHE DE L'INFORMATION



Lieu : Intérieur / Extérieur

Objectifs de l'activité :

- localiser l'information génétique dans la cellule par l'observation ;
- découvrir à quoi ressemble l'information génétique et comment elle est organisée ;
- extraire l'ADN d'un organisme vivant (banane).

Introduction :

L'énorme quantité d'informations nécessaires pour que la cellule-œuf se développe en bébé est contenue dans la cellule elle-même. **Mais où est-elle stockée et sous quelle forme ? Comment une cellule peut-elle contenir une telle quantité d'information ? Et à quoi ressemble-t-elle ?**

Matériel :

- 3 tablettes numériques contenant :
 - des photos de cellules de différents organismes vivants
 - des photos de cellules d'une racine d'oignon
- 3 microscopes (un classique, 2 USB + tablettes)
- lames du commerce de cellules d'une racine de lys
- banane (sans la peau) - hors malle
- sel fin
- savon liquide transparent
- alcool à 90°
- eau
- verre en plastique
- tube à essai
- filtre à café
- entonnoir
- cuillères à café et à soupe
- fourchette
- lames et lamelles en verre
- pince fine
- bleu de méthylène
- fiche technique "Monter une lame à observer au microscope" dans le livret pédagogique
- annexe 1. Poster "Bibliothèque de la cellule" et vignettes associées à photocopier et à découper
- annexe 2. Extraction de l'ADN des cellules de la bouche

ÉTAPE 1 : OÙ SE TROUVE L'INFORMATION DANS LA CELLULE ?

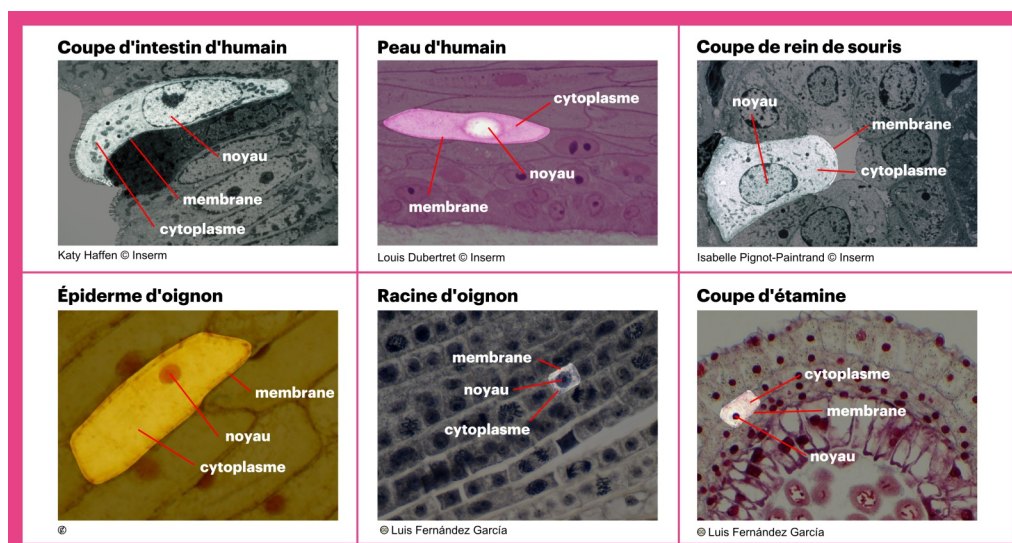
Protocole :

Faire 3 groupes de participants, avec une tablette pour chaque groupe. Sur les tablettes, observer les photos de cellules de différents organismes vivants. **Où se trouvent la membrane, le cytoplasme et le noyau ?**

Sur tablette et au microscope, observer ensuite les cellules de racines d'oignon et de lys, et plus particulièrement leur noyau. **Que contiennent les noyaux et que font-ils ?**

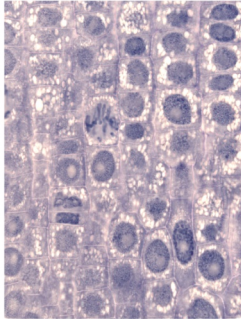
Explications :

Les cellules sont toutes composées de différents éléments, dont la membrane, le cytoplasme et le noyau.



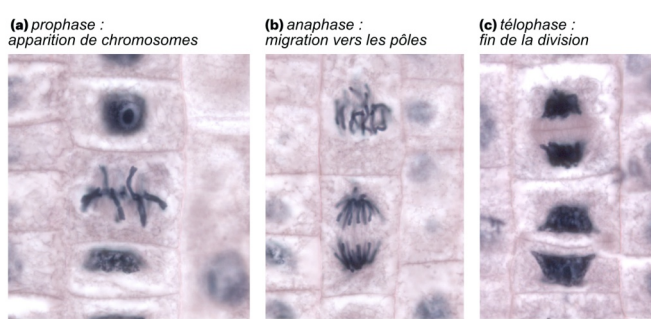
Certaines cellules de racines observées sur la tablette et au microscope sont en train de se diviser : on voit des cellules "mères" qui se divisent en deux cellules "filles". Elles sont à différents stades de division cellulaire. À l'emplacement du noyau de la cellule mère, des petits bâtons apparaissent (a), puis se séparent de chaque côté de la cellule (b) et disparaissent, laissant place à deux noyaux dans deux cellules filles. On peut donc suggérer que l'information qui dit à la cellule ce qu'elle doit faire est contenue dans le noyau.

Cellules d'une racine d'oignon



© Dr. phil.nat Thomas Geier

Cellules d'une racine d'oignon en division cellulaire



© Dr. phil.nat Thomas Geier

© Dr. phil.nat Thomas Geier

© Dr. phil.nat Thomas Geier

Mais à quoi ressemble cette information ? Sous quelle forme est-elle stockée ?

ÉTAPE 2 : UNE BIBLIOTHÈQUE DANS TA CELLULE

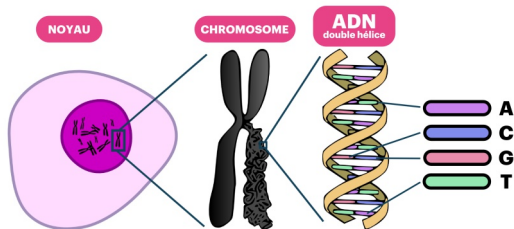
Protocole :

Distribuer à chaque groupe le poster de l'annexe 1 « Une bibliothèque dans ta cellule » et les vignettes associées, à placer au bon endroit. Discuter collectivement des résultats.

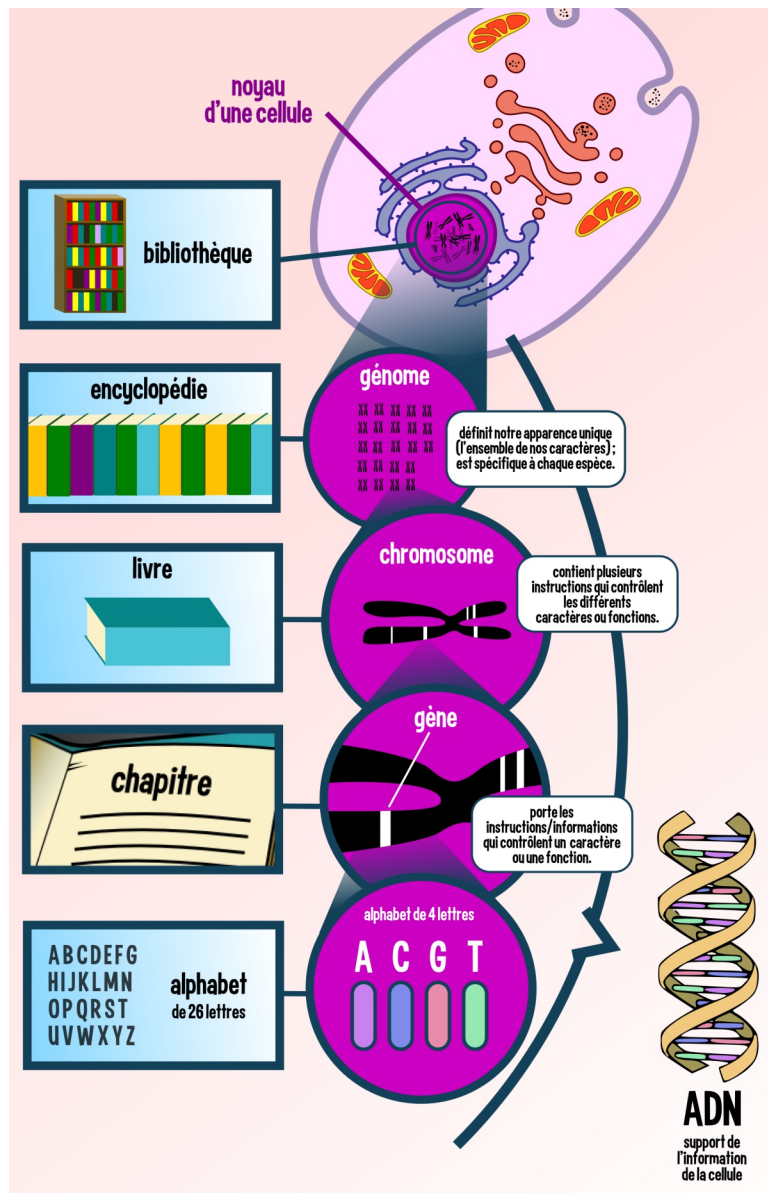
Explications :

Le noyau de chaque cellule est une bibliothèque qui renferme notre **génome**, sorte d'encyclopédie contenant les plans de fabrication qui définissent notre apparence (couleur des yeux...) et notre fonctionnement. Chaque **chromosome** correspond à un livre de cette encyclopédie. Il est composé de plusieurs chapitres, les **gènes**, qui contiennent des **instructions codées avec un alphabet de 4 lettres (A, C, G, T)**. La lecture de ces instructions codées permet aux cellules de fabriquer les substances utiles pour fonctionner et pour définir nos caractères.

C'est l'**ADN**, double hélice composée de deux filaments constitués de la répétition dans le désordre d'un code de 4 lettres (A, C, G, T), qui est le support de l'information (dite génétique) de la cellule. L'ADN est condensé sous forme de chromosomes.



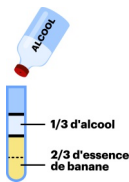
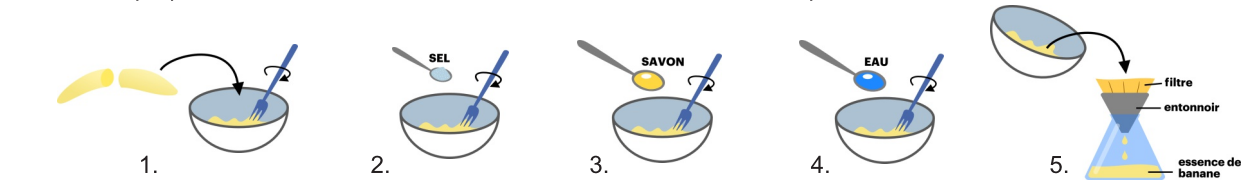
Mais cette information génétique, peut-on la voir à l'œil nu ? Essayons de l'extraire des cellules d'une banane... ou de la bouche !



ÉTAPE 3 : EXTRAIRE L'ADN, TOUTE UNE MANIP !

Protocole : (ou extraction de l'ADN des cellules de la bouche : annexe 2)

1. Dans un récipient, écraser une demi-banane jusqu'à obtenir une bouillie homogène.
2. Ajouter 1 cuillère à café de sel et bien mélanger.
3. Ajouter 1 cuillère à soupe de savon, mélanger.
4. Verser 5 cuillères à soupe d'eau, et mélanger pour homogénéiser l'ensemble.
5. Verser la préparation dans un bocal avec un entonnoir à travers un filtre, pour obtenir l'essence de banane.



6. Mettre 2/3 d'essence de banane dans le tube à essai, et ajouter délicatement 1/3 d'alcool à 90° par dessus.

7. Patienter jusqu'à l'apparition de l'ADN.



Pour vérifier qu'il s'agit bien de l'ADN, extraire une partie de ce précipité à l'aide d'une pince fine et le déposer sur une lame. Y ajouter une goutte de bleu de méthylène, colorant qui se fixe sur l'ADN, puis recouvrir délicatement d'une lamelle. Observer au microscope.

Explications :

En préparant la bouillie de banane et en ajoutant le sel et le savon, on a "cassé" les tissus qui composent la banane. Cette action a aussi attaqué les membranes des cellules constituant ces tissus. Le contenu des cellules ainsi libéré est filtré pour recueillir l'essence de banane contenant l'information génétique : l'ADN.

L'alcool réagit avec l'ADN et le rend visible. Ce long filament contient donc l'ensemble des informations permettant de fabriquer cette banane. En utilisant des techniques similaires, il est possible de mettre en évidence l'ADN d'autres organismes vivants comme... le nôtre (annexe 2) ! Une manière de vérifier qu'il s'agit bien de l'ADN, c'est de l'observer au microscope en utilisant des colorants qui se fixent sur l'ADN comme le vert de méthyl acétique, le carmin acétique ou le bleu de méthylène par exemple. D'autres colorants, fluorescents, sont utilisés en laboratoire et détectés lorsqu'il se fixe sur l'ADN à l'aide d'un microscope à fluorescence.

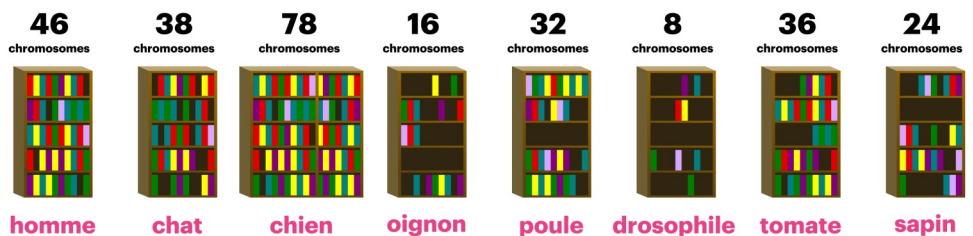
En savoir plus :

L'information génétique de la cellule est portée par la double hélice d'ADN dont le code contient les instructions nécessaires au fonctionnement des cellules et permet de définir l'apparence de chaque individu. L'ADN est protégé dans le noyau, condensé sous forme de chromosomes. Il n'en sort jamais, mais envoie des copies de ses instructions dans le cytoplasme pour fabriquer différentes substances (les protéines de la cellule).

L'ADN est le même dans chacune des cellules de notre corps. Cependant, selon les cellules, ce ne sont pas les mêmes instructions qui sont lues, donc pas les mêmes fonctions qui sont traduites, ce qui donne les différents types de cellules du corps, donc nos différents organes. L'environnement (alimentation, état psychologique...) peut influencer la lecture ou non de certains chapitres des livres de la bibliothèque de nos cellules, ce qui peut modifier la fabrication de certaines substances.

À noter que l'information contenue dans le noyau des cellules de tous les organismes vivants se présente sous la même forme (une double hélice d'ADN), mais que la composition des génomes n'est pas la même d'une espèce à l'autre : le nombre de chromosomes varie ainsi que les instructions codées par l'alphabet de 4 lettres (A, C, G, T).

Tous les êtres vivants n'ont pas le même nombre de chromosomes

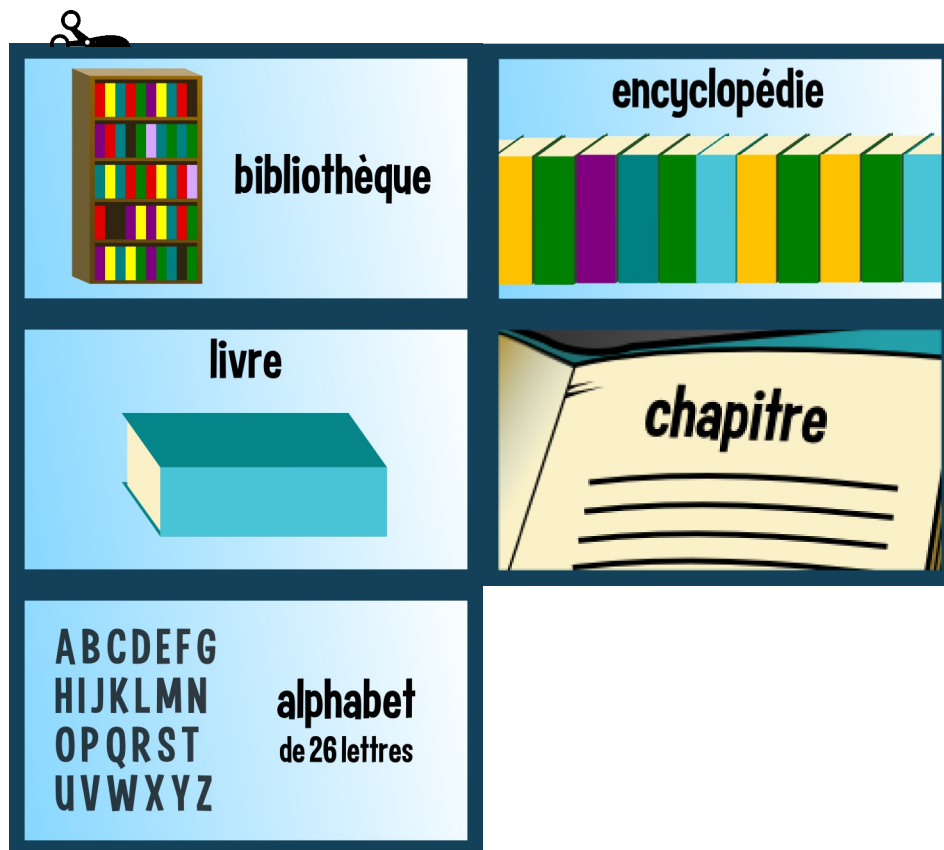


Sources

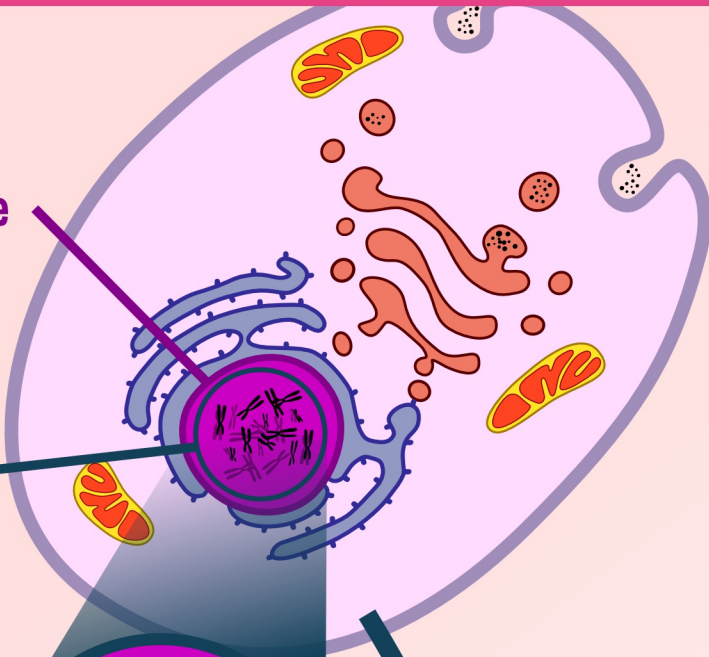
INSERM/AFP. Livrets pédagogiques I et II "Les architectes du vivant : des cellules à tout faire"
 INSERM/AFP. Exposition interactive "Les architectes du vivant : des cellules à tout faire"
 Académie de Nantes. Extraction et coloration de l'ADN.
http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/1169107087593/0/fiche__ressourcepedagogique#microscope
 Georges DOLISI. Colorants, réactifs et milieux de culture. <http://georges.dolisi.free.fr/Microbio/Colorants.htm>



ANNEXE 1 : VIGNETTES ET POSTER "BIBLIOTHÈQUE DE LA CELLULE"
À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER



noyau
d'une cellule



génome



définit notre apparence unique
(l'ensemble de nos caractères);
est spécifique à chaque espèce.

chromosome



contient plusieurs
instructions qui contrôlent
les différents
caractères ou fonctions.

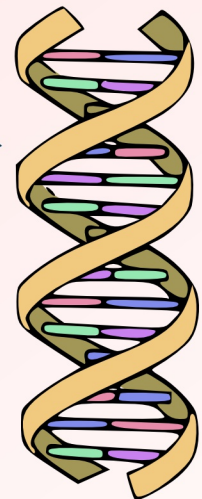
gène



porte les
instructions/informations
qui contrôlent un caractère
ou une fonction.

alphabet de 4 lettres

A C G T



ADN

support de
l'information
de la cellule

ANNEXE 2 : EXTRACTION DE L'ADN DES CELLULES DE LA BOUCHE

On peut extraire l'ADN des cellules de notre bouche :

1. Se rincer délicatement la bouche avec un peu d'eau pendant 20 secondes (en la faisant tourner doucement dans la bouche, sans faire de bulles).
2. Déposer la solution obtenue dans un tube à essai puis y ajouter du sel fin.
3. Tremper ensuite un pic à brochette dans du liquide vaisselle transparent et touiller délicatement.
5. Ajouter enfin de l'alcool à 90°C au dessus de la solution et patienter jusqu'à l'apparition de l'ADN.