



Projet Astromobile 2018

Brochure d'activités

sur quelques notions basiques d'astronomie
à l'intention des enseignants et des parents

astromobile.ch

Table des matières

1. Des étoiles aux constellations	3
1.1 Qu'est ce qu'une étoile?	4
1.2 Pourquoi ne voit-on pas les étoiles de jour?	5
1.3 Nos ancêtres et les constellations	7
1.4 Création d'une constellation en 3D	9
1.5 Se repérer grâce aux constellations: création d'un cherche-étoiles	11
2. Notre Terre dans une orange	14
2.1 Comment a-t-on su que la Terre n'était pas plate?	15
2.2 Notions de latitude-longitude	17
2.3 Existe-t-il une représentation plane fidèle de la Terre?	18
3. Phases de la Lune et éclipses	20
3.1 Les phases de la Lune	21
3.2 A la découverte de la face cachée de la Lune	23
3.3 Les éclipses de Lune et de Soleil	25
4. A la découverte de notre système solaire	28
4.1 Classons les planètes!	29
4.2 Pluton: une planète?	31
4.3 Les anneaux de Saturne	32
5. Espace temps déformable et trous noirs	34
5.1 Les 4 dimensions et notions d'espace temps	35
5.2 L'espace temps pour expliquer les orbites des planètes	37
5.3 Voyage dans le temps possible grâce aux trous noirs?	39
6. Les mystères de la lumière	42
6.1 Création d'un spectroscopie pour observer la lumière du Soleil	43
6.2 Et si on additionnait les couleurs?	46
7. Remerciements	48
8. Annexes	49

1. Des étoiles aux constellations



Objectifs d'apprentissage

- Etre capable de décrire la nature d'une étoile
- Etre capable d'expliquer brièvement l'histoire des constellations
- Etre capable de reconnaître quelques constellations simples
- Etre capable de se repérer à l'aide de constellations

Résumé de l'activité

Dans cette activité, les élèves vont se familiariser avec les étoiles qui ornent notre ciel. A l'aide d'un carton et d'une lampe de poche, ils commenceront par découvrir pourquoi on ne voit les étoiles que la nuit et pourquoi elles nous apparaissent comme des points. En reliant ces points, ils créeront leurs propres constellations et les compareront à celles faites par les grecs afin de comprendre que les "constellations" sont le fruit de notre imagination et non une découverte scientifique. Ils se familiariseront aussi avec certaines constellations afin de pouvoir par la suite se repérer grâce à un cherche-étoiles qu'ils auront fabriqué eux mêmes.

1.1 Qu'est ce qu'une étoile?

En introduction de cette activité, nous allons présenter aux enfants une petite explication théorique sur la nature des étoiles. Il est intéressant de commencer par faire le lien entre le soleil et les autres étoiles. En effet, les enfants pensent souvent que les étoiles sont soit complètement différentes du Soleil, soit qu'elles sont des petits soleils. Or, le Soleil est une étoile de taille moyenne qui se trouve très proche de nous (à l'échelle cosmique). Une expérience toute simple permet d'expliquer ce phénomène :

- Placer une trousse proche de la tête des l'élèves. La trousse leur semble ainsi très grande.
- Placer la trousse à l'autre bout de la salle, elle semble déjà plus petite.
- Laisser les élèves imaginer la taille que la trousse aurait si elle était encore plus loin. Cette petite expérience explique que plus un objet est loin, plus il nous semble petit.

A présent, les élèves ont compris que le soleil est une étoile. Cependant cela ne répond pas à la question: "Qu'est-ce qu'une étoile?". La comparaison d'une étoile à une boule de feu est une explication facilement compréhensible pour les jeunes élèves. Il peuvent comprendre que l'étoile émet sa propre lumière.

Il est également intéressant de parler de l'étoile du Berger. Cette "étoile" n'est autre que Vénus. Cette planète, tout comme les autres planètes, astéroïdes, etc, fonctionne comme un réflecteur. Elle n'émet pas sa propre lumière mais réfléchit celle du Soleil.

1.2 Pourquoi ne voit-on pas les étoiles de jour?

Pour répondre à cette question que beaucoup d'enfants se posent, nous allons mettre en place un simple montage afin de représenter cette situation. Pour cela nous aurons besoin de:

Matériel

- 1 morceau de carton
- 1 outil pointu (crayon, tournevis, épingles, etc...)
- 1 lampe de poche puissante
- 1 autre source de lumière (comme la lampe murale d'une pièce ou la lumière du Soleil par exemple)

Description de l'activité

- **Etape n°1:** Faites des petits trous dans le morceau de carton à l'aide d'un objet pointu¹.
- **Etape n°2:** Veiller à être dans une pièce la plus sombre possible et en face d'un mur blanc. Positionnez ensuite le morceau de carton à environ 2 mètres du mur et placez votre lampe de poche juste derrière le carton, de manière à projeter les "étoiles" sur le mur. (Voir schéma ci-dessous.)
- **Etape n°3:** Allumer la lumière (ou relever les stores) pour ainsi faire constater aux enfants que l'on ne peut pas voir les étoiles lorsqu'une source puissante de lumière est présente.
- **Conclusion:** Nous pouvons donc à présent permettre aux enfants de déduire qu'il est impossible de voir les étoiles de jour à cause de la présence de la lumière du Soleil. En effet, bien que les étoiles soient toujours présentes, nous ne percevons pas leur lumière de jour.

¹ Notez qu'il peut être intéressant de varier la taille des trous ou encore de reproduire une constellation.

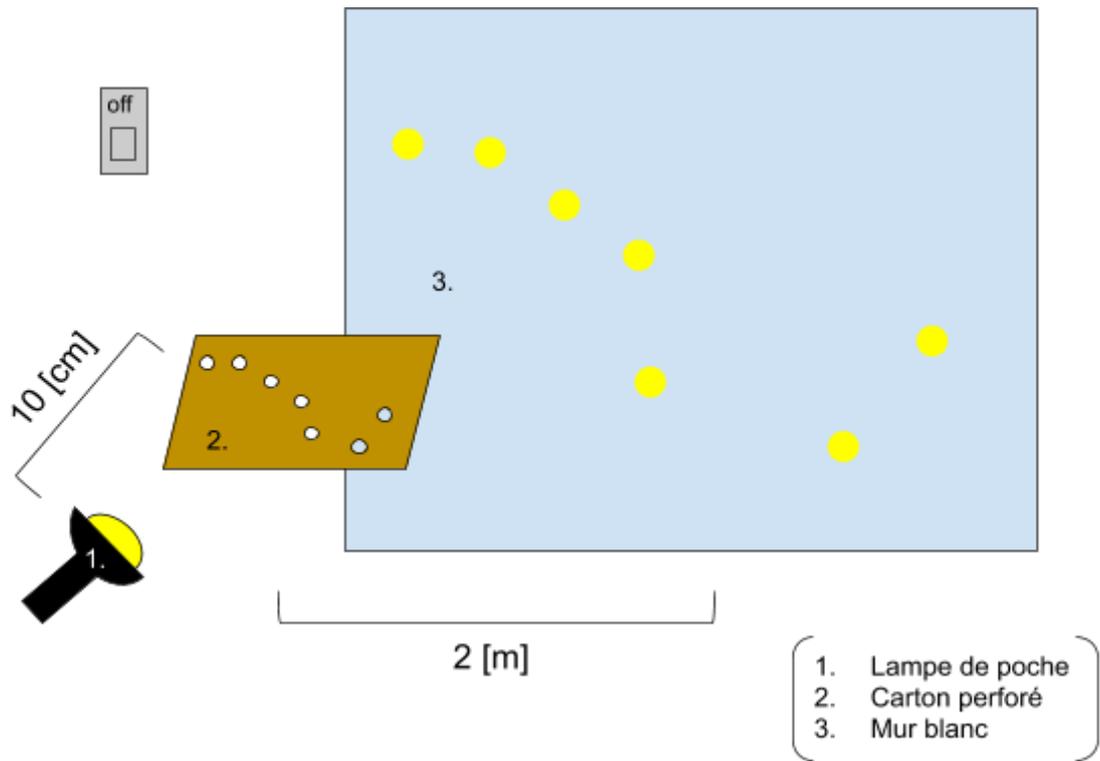


Figure 1.2.1: schéma de montage de l'expérience n°1.2



Figure 1.2.2: Démonstration de l'expérience n°1.2

1.3 Nos ancêtres et les constellations

Pour aborder le sujet des constellations, nous allons faire replonger les enfants dans le passé, afin qu'ils puissent se mettre dans la peau de savants grecs d'il y a plus de 3'000 ans...

Matériel

- Des feuilles de constellations plastifiées²
- Des stylos effaçables

Description de l'activité

- **Etape n°1:** Donner à chaque enfant une carte plastifiée ainsi qu'un stylo effaçable
- **Etape n°2:** Demander aux enfants de relier les points afin d'obtenir un "dessin" puis de le nommer. Cela peut être un animal, un objet,...
- **Etape n°3:** Les enfants présentent, chacun leur tour, leur constellation. Puis, leur montrer, grâce à une image [Annexe A], quels sont les formes et noms communément admis, de nos jours, pour ces mêmes constellations³. Veiller à ne pas dire aux enfants qu'ils ont fait faux; les grecs qui ont cartographié le ciel avaient seulement une imagination différente de la leur.
- **Conclusion:** Les enfants peuvent donc comprendre par ce biais que les constellations sont, avant tout, subjectives et qu'elles ne sont pas réellement des données scientifiques. En effet, les étoiles appartenant à une même constellation ne sont pas liées entre elles dans le Cosmos. La distance de la Terre à une étoile donnée varie énormément au sein d'une même galaxie. Nous explorerons ce dernier point dans l'activité suivante (1.4).

² Vous pouvez en fabriquer vous même en dessinant simplement des points sur une feuille puis en la plastifiant.

³ Il peut être intéressant de comparer, sur Stellarium, les constellations imaginées par différentes civilisations. Cette application pour ordinateur permet d'avoir une bonne vision du ciel et est téléchargeable à partir du lien suivant : <http://stellarium.org/fr/>

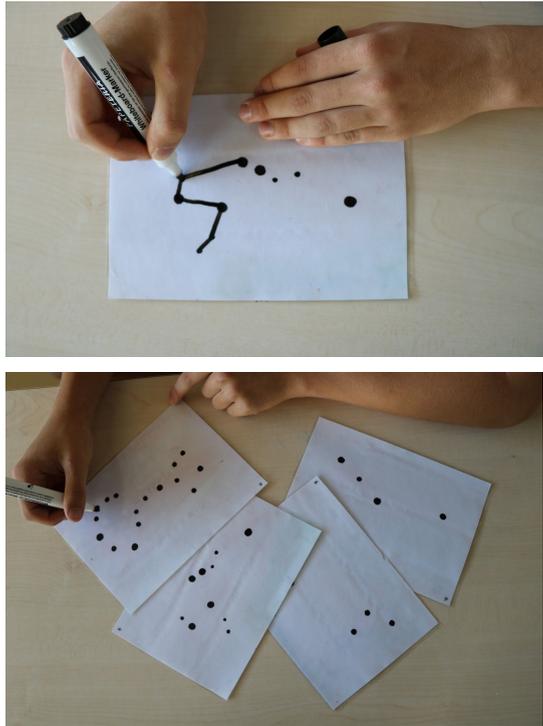


Figure 1.3.1: Démonstration de l'expérience n°1.3

1.4 Création d'une constellation en 3D

Souvent, les enfants, tout comme les Grecs de l'Antiquité, s'imaginent les étoiles comme placées sur une grande sphère autour de notre Terre. Or, grâce à cette démonstration, nous allons pouvoir découvrir que les étoiles ne sont en fait pas aussi bien organisées que ce que l'on pense.

Matériel

- 1 morceau de carton
- de la ficelle
- de l'aluminium
- 1 paire de ciseaux

Description de l'activité

- **Etape n°1:** Commencer par faire de petits trous à l'aide des ciseaux dans le morceau de carton. Enfiler des bouts de ficelle de différentes longueurs au travers des trous, puis faire un noeud afin de sécuriser le tout. Placer ensuite à l'extrémité de chacune des ficelles une "étoile". Pour cela, il suffit d'écraser un morceau d'aluminium sur l'extrémité de la ficelle⁴. (Voir figure 1.4.1)
- **Conclusion:** Nous pouvons à présent questionner les enfants sur la notion de perspective qui nous fait croire, de premier abord, que les étoiles sont réparties, de manière uniforme, sur un plan, à équidistance de la terre. Ainsi, lorsqu'un enfant se couche par terre et qu'un adulte tient le carton le plus haut possible au dessus de sa tête, l'enfant aura l'impression que toutes les étoiles sont à la même hauteur. Mais, lorsque le carton est au niveau de son visage, il devient évident que les distances sont différentes..

⁴Il peut être intéressant de faire des boulettes d'aluminium de différentes tailles pour accentuer la notion de perspective pour les enfants.

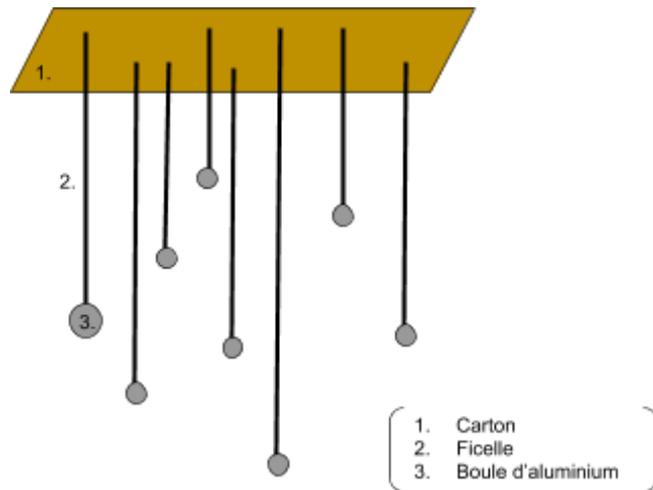


Figure 1.4.1: schéma de montage de l'expérience n°1.4



Figure 1.4.2: Démonstration de l'expérience n°1.4 vues de profil et du dessous

1.5 Se repérer grâce aux constellations: création d'un cherche-étoiles

Avec cette activité, nous allons aider les enfants à situer différentes constellations dans le ciel, et leur apprendre à se repérer grâce à l'étoile polaire.

Matériel (par élève)

- 1 patron de cherche-étoiles [Annexe B]⁵
- 1 paire de ciseaux
- 1 attache parisienne
- 1 perforatrice ou 1 poinçon⁶
- si possible, un accès à stellarium⁷

Description de l'activité

Création du cherche-étoiles

- **Etape n°1:** Commencer par découper les 2 parties du patron. Attention à ne pas oublier la zone grise. Plier ensuite votre patron sur les traitillés de façon à ce que le texte soit lisible de l'extérieur.
- **Etape n°2:** Percer, à l'aide de la perforatrice ou du poinçon, le tout petit cercle qui se trouve au centre de la carte du ciel ainsi que celui sur le bout de la partie que vous venez de plier.
- **Etape n°3:** Placer la carte du ciel dans son support de façon à ce qu'elle soit visible à travers la fenêtre prévue à cet effet.
- **Etape n°4:** Les deux trous que vous avez percés à l'étape 2 sont à présent superposés. Faire tenir le tout avec une attache parisienne.

⁵ Disponible en Annexe ou sur <https://in-the-sky.org/planisphere/>

⁶ En avoir un/une seul(e) que le professeur/animateur manie peut être plus judicieux

⁷ Application pour ordinateur téléchargeable à partir du lien suivant : <http://stellarium.org/fr/>



Figure 1.5.1: Montage de l'expérience n°1.5

Utilisation du cherche-étoiles

- **Etape n°1:** Aligner la date avec l'heure. La partie de la carte du ciel que vous voyez à travers la fenêtre correspond aux constellations que vous pouvez observer en ce moment.
- **Etape n°2:** Tenir la carte dans le bon sens! Tournez-vous vers le nord et gardez votre cherche-étoiles bien droit devant vous. Si vous souhaitez vous tourner vers l'est, veillez à tenir votre cherche-étoiles de façon à ce que le mot "est" se situe en dessous de la carte du ciel. Il en va de même pour les deux derniers points cardinaux.

Prolongement de l'activité

Voici quelques points à faire découvrir aux élèves sous forme d'une série de questions:

- Il n'y a pas d'année inscrite sur le cherche-étoiles. Le ciel est donc le même chaque année. Cela nous apprend que la Terre met 1 an à faire le tour du Soleil⁸.
- Si vous vous trouvez dans l'hémisphère Nord : l'étoile polaire est au centre du disque du cherche-étoiles, ainsi, elle reste toujours au même endroit⁹. Cela nous apprend qu'elle est alignée avec l'axe de rotation de la Terre¹⁰.

⁸ Si l'on souhaite être rigoureux, la Terre met 365 jours, 5 heures et 46 minutes pour faire ce trajet, cependant, ce détail ne semble pas pertinent dans notre contexte

⁹ Il est également possible d'utiliser Stellarium. Il suffit d'accélérer l'allure à laquelle le temps défile. On remarque alors que toutes les étoiles tournent autour d'une étoile fixe.

¹⁰ Voir figure explicative 1.5.2

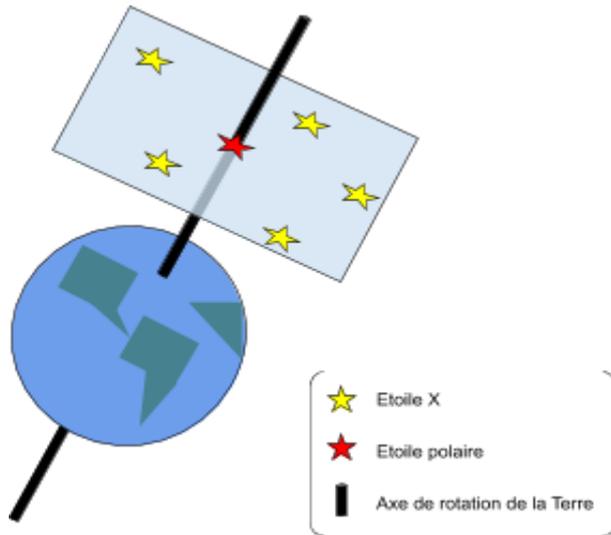


Figure 1.5.2: schéma explicatif sur l'étoile polaire pour le prolongement de l'activité n°1.5

2. Notre Terre dans une orange



Objectifs d'apprentissage

- Etre capable de montrer que la terre n'est pas plane (cf Eratosthènes)
- Etre capable de se repérer dans l'espace-temps grâce aux termes latitude, longitude ainsi que les fuseaux horaires
- Etre capable d'expliquer et s'initier aux différentes représentations planes de notre terre

Résumé de l'activité

Avec une simple orange, les enfants pourront comprendre pourquoi la Terre ne peut pas être plate en comparant l'ombre de cure-dents, ou encore comment il est possible de se repérer sur Terre grâce à un système de coordonnées de latitude et longitude. Ils expérimenteront aussi qu'il n'est pas possible d'obtenir une représentation plane parfaite de la Terre.

2.1 Comment a-t-on su que la Terre n'était pas plate?

Il faut savoir que dans l'antiquité, du moins avant Eratosthène, les gens pensaient que la terre était plate et que si on s'aventurait trop loin en bateau, on risquait de tomber dans le vide. Or, nous savons aujourd'hui que la terre n'est pas plate et nous allons le prouver.

Matériel

- 1 feuille de papier
- de la Patafix
- 2-3 cure-dents
- 1 lampe de poche

Description de l'activité

- **Etape n°1:** Chauffer la Patafix dans vos mains puis fixer les cure-dents sur la feuille avec celle-ci. (voir schéma ci-dessous)
- **Etape n°2:** Placer votre feuille sur une surface plane, dans un endroit pas trop éclairé.
- **Etape n°3:** Utiliser une lampe de poche (ou autre faisceau lumineux) pour simuler le Soleil et éclairer les cure-dents. Attention de placer la lampe suffisamment loin de la feuille, sinon les ombres seront différentes. On remarque que les ombres formées par les cure-dents sont identiques.
- **Etape n°4:** Garder la lumière allumée et courber la feuille. Les ombres se modifient, on remarque que les ombres n'ont plus la même taille.
- **Conclusion:** Cette expérience nous permet de faire l'analogie avec notre Terre. Si la Terre était plate on projetterait tous la même ombre en même temps, ce qui n'est pas le cas. Le fait que l'ombre n'est pas la même partout nous démontre que la Terre ne peut pas être plate.
- **Pour approfondir:** Ne pas hésiter à faire plus de recherche sur l'expérience d'Eratosthène pour mieux comprendre l'expérience et son histoire.

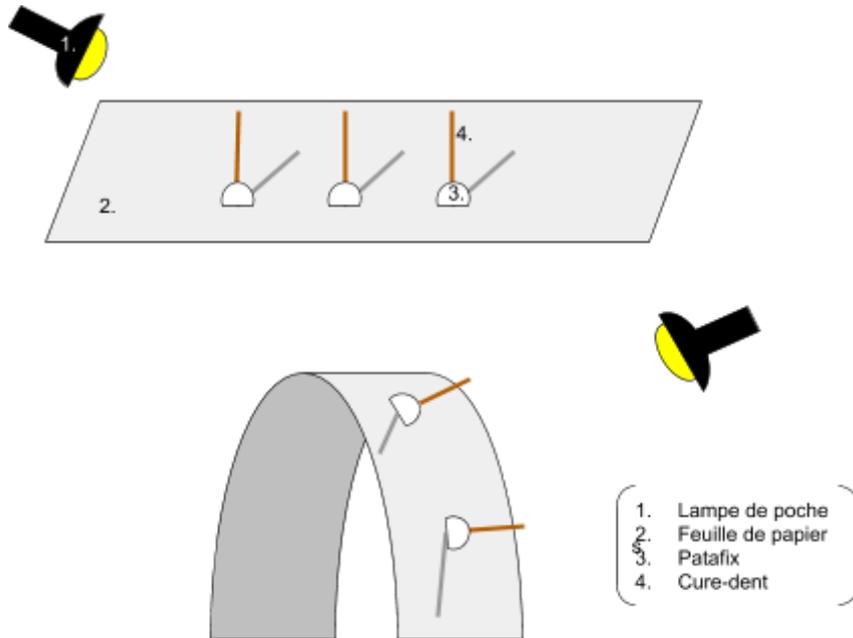


Figure 2.1.1: schéma de montage de l'expérience n°2.1

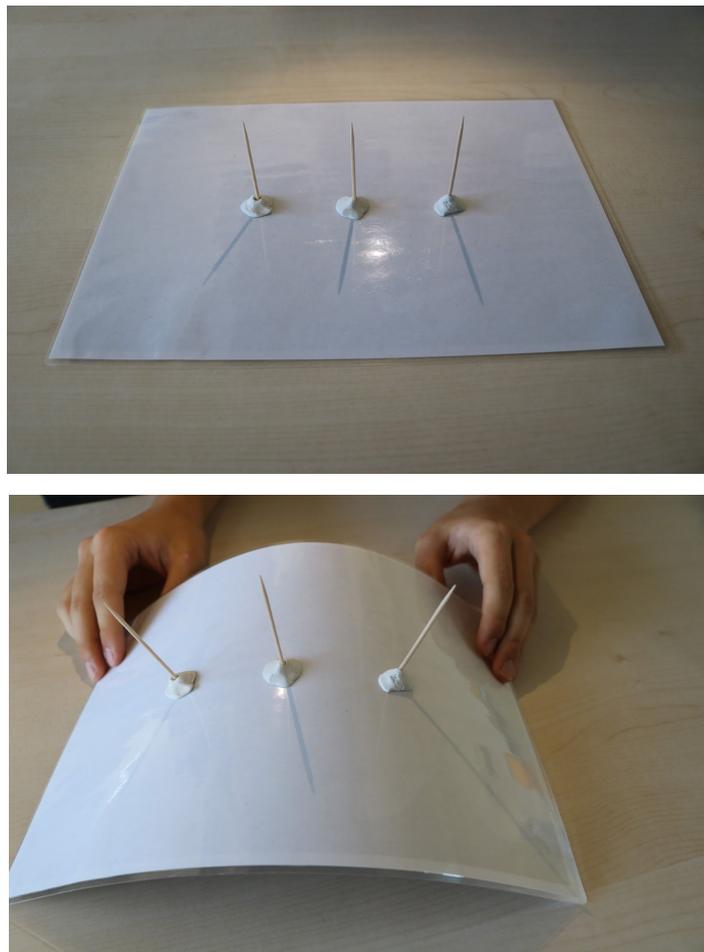


Figure 2.1.2: démonstration de l'expérience n°2.1

2.2 Notions de latitude-longitude

La latitude et la longitude sont deux termes souvent utilisés en astronomie pour pouvoir se repérer dans l'espace. Grâce à cette expérience, les élèves pourront mieux comprendre ces termes et s'y familiariser.

Matériel

- 1 EarthBall (ou Mappemonde)
- 2 oranges pour 4 enfants

Description de l'activité

- **Etape n°1:** Former des groupes de 4 et donner 2 oranges par groupe. Dans chaque groupe, les élèves se mettent dos à dos et deux par deux
- **Etape n°2:** Les enfants, par deux, doivent se mettre d'accord pour placer un point sur l'orange avec le stylo indélébile. L'autre équipe de deux, dans leur dos, doit essayer de retrouver où se situe le point.
- **Etape n°3:** Les enfants doivent inventer un système de localisation (par ex. Le point se situe dans la moitié supérieure, inférieure, au milieu, nord, sud...)
- **Etape n°4:** Leur faire constater que sur une orange (comme sur la terre) le nord et le sud (bas et le haut de l'orange) sont faciles à déterminer, mais au contraire, il est difficile de définir une droite et une gauche.
- **Etape n°5:** Leur expliquer, en quelques mots, le système de localisation qu'on utilise pour se repérer sur terre (latitude, longitude et altitude) et faire l'analogie avec l'activité qui vient d'être proposée.
- **Etape n°6:** Expliquer ensuite l'idée de fuseaux horaires et le lien avec la longitude. Leur demander s'ils ont déjà des connaissances sur ce sujet. Leur expliquer comment ça fonctionne, comment on se repère dans l'espace et dans le temps. Donner quelques exemples concrets, par exemple lorsqu'on prend l'avion, on change de fuseau horaire.
- **Conclusion:** Les élèves devraient maintenant avoir plus ample connaissance avec la notion d'espace et de localisation sur terre. Pour tester si les élèves ont compris ces différentes notions, on peut répéter le jeu, mais cette fois-ci en dessinant les fuseaux.

2.3 Existe-t-il une représentation plane fidèle de la Terre?

Tous les élèves ont sûrement déjà vu une carte de la terre, mais ils ne savent pas que cette représentation plane est déformée et qu'il est impossible d'en avoir une sans déformation. Dans cette expérience, ils pourront comprendre pourquoi cela est impossible et essayer de créer leur propre représentation de la terre (avec une orange)

Matériel

- Différentes cartes de projection de la Terre [Annexe C]
- 1 orange pour 2

Description de l'activité

- **Etape n°1:** Par groupe de 2, les élèves doivent essayer d'éplucher l'orange en 1 seul morceau (le jeu sous forme de défi est beaucoup plus stimulant)
- **Etape n°2:** Une fois épluchée, aplatir l'orange sans la déformer. Les élèves se rendront compte qu'il est impossible de le faire.
- **Etape n°3:** Présenter aux élèves différentes projections (carte) de notre Terre. Ils en connaîtront sûrement une ou deux, mais pas toutes. Ensuite expliquer qu'il est difficile, voire impossible, d'avoir une représentation correcte de la terre (déformation des angles, des distances).
- **Conclusion:** Pour conclure, les enfants auront prouvé par les expériences faites que la terre est ronde. Les élèves verront qu'il est impossible de mettre à plat une orange sans la déformer. Ce qui montre qu'il est impossible de représenter la terre sur une surface plane sans la déformer.

Pour tester si les élèves ont compris le sujet :

- Existe-t-il une manière de représenter la terre de manière plane?
- Comment fonctionne le système de repère dans l'espace?
- Et comment fonctionne le système de fuseaux horaires ?



Figure 2.3.1: démonstration de l'expérience n°2.3

3. Phases de la Lune et éclipses

Objectifs d'apprentissage

- Etre capable d'expliquer les phases de la Lune
- Etre capable d'expliquer pourquoi on ne voit qu'une seule face de la Lune
- Etre capable d'expliquer les systèmes d'éclipses

Résumé de l'activité

Dans cette activité, les élèves vont questionner l'origine des phases de Lune et construire leur propre expérience à l'aide de sphères recouvertes de peinture et d'une simple lampe. Ils pourront utiliser leur modèle afin de comprendre le fonctionnement des phases de la Lune, ainsi que par la suite, celui des éclipses de Soleil.

3.1 Les phases de la Lune

Bien que beaucoup d'enfants connaissent les phases de la Lune, peu en connaissent la nature et pensent, par exemple, que la Lune est une sorte de croissant qui grandit et rétrécit au fil du temps...

Nous allons voir, à travers cette expérience, comment fonctionnent réellement les phases de la lune en mettant les élèves à la place de la planète Terre.

Matériel

- 1 lampe de poche puissante
- 1 sphère de polystyrène¹¹
- (de la peinture grise)
- 1 pique à brochette

Description de l'activité

- **Préparation** : Commencer par peindre votre sphère de polystyrène avec de la peinture grise. C'est avec cette couleur que nous voyons le mieux la démarcation entre l'ombre et la partie éclairée.)
- **Introduction**: Commencer par demander aux enfants ce qu'ils connaissent sur les phases de la Lune, les noms des différentes phases ou comment elles se forment. Puis leur montrer différentes images des phases de la Lune [Annexe D].
- **Etape n°2**: Disposer la lampe de poche sur une chaise ou sur une table, puis demander aux enfants de s'asseoir en en groupe compact par terre¹².
- **Etape n°3**: Se munir du modèle de Lune et la tenir grâce à la pique à brochette; ainsi les enfants pourront mieux voir la démarcation de la portion d'ombre sur la Lune.
- **Etape n°4**: Demander aux élèves de décrire ce qu'ils voient, sachant qu'ils jouent le rôle de la Terre. Vous pouvez aussi leur faire appréhender les phases de la Lune en leur demandant par exemple où devrait être la Lune pour que l'on voie depuis la terre une pleine Lune.
- **Conclusion**: Par cette expérience, nous pouvons familiariser les enfants aux phases de la Lune d'une manière pratique.

¹¹ Cette activité peut très bien se faire avec un simple ballon, mais lors de nos essais nous avons pu constater que le fait de peindre une sphère de polystyrène était la méthode qui donnait le meilleur résultat.

¹² Il est plus pratique d'avoir un groupe de maximum 10-15 personnes pour faire les démonstrations

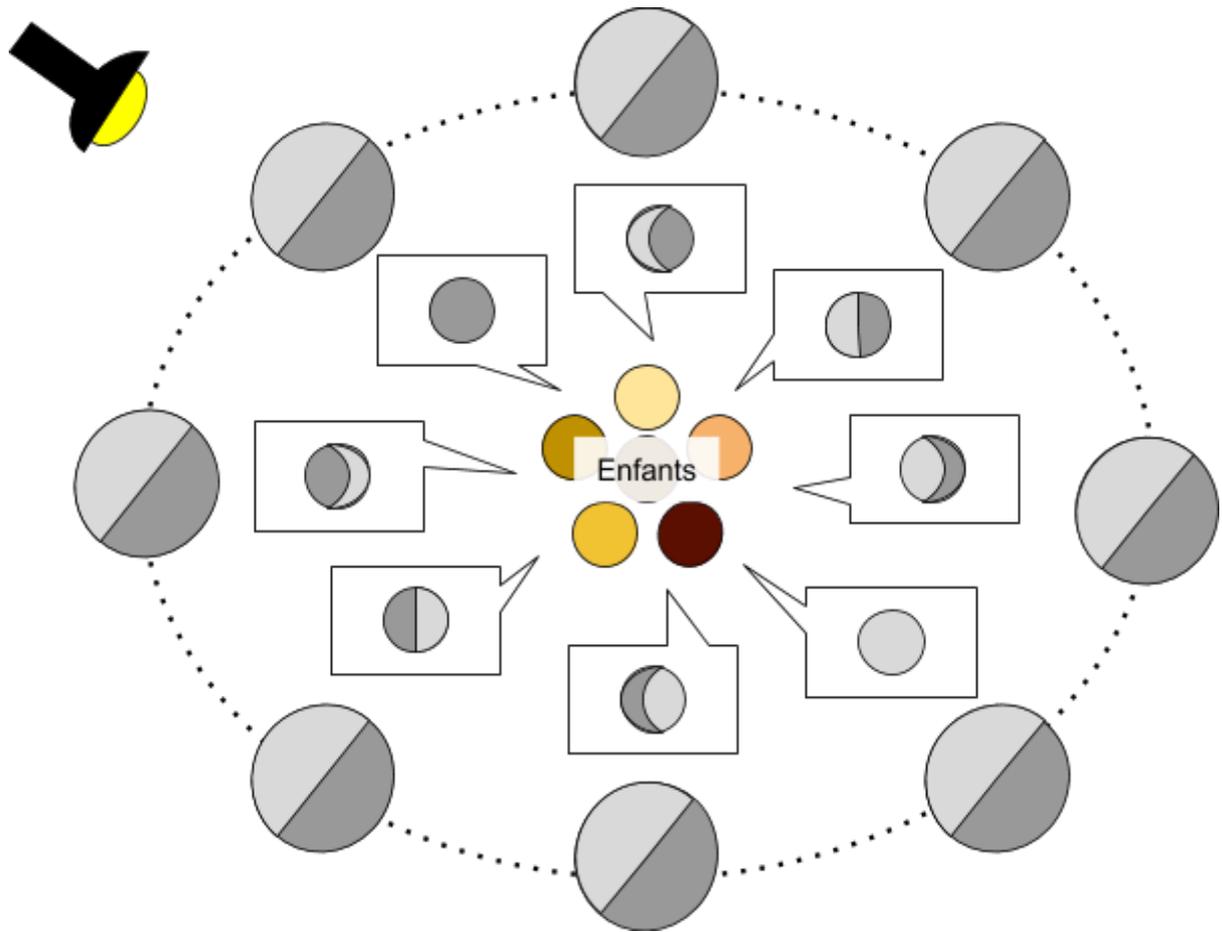


Figure 3.1.1: schéma de montage de l'expérience n°3.1

3.2 A la découverte de la face cachée de la Lune

Grâce à cette activité, les enfants pourront s'intéresser à la face cachée de la Lune en comprenant par exemple pourquoi nous ne la voyons jamais, mais aussi comment elle a pu intriguer les hommes depuis si longtemps.

Matériel

- Le modèle de la Lune utilisée dans l'expérience précédente (voir activité n°4.1) ou une balle
- 2 pailles de couleurs distinctes (ici bleu et rouge)
- 1 lampe de poche

Description de l'activité

- **Introduction:** Pour présenter cette activité aux enfants, leur demander s'ils savent que depuis la Terre nous pouvons voir qu'une seule face de la Lune. Leur dire ensuite que vous allez leur raconter l'histoire de la face cachée de la Lune (les enfants sont souvent très attentifs et apprécient ce moment). En effet la première photo prise de cette hémisphère de la Lune date de 1959. Avant cela, beaucoup d'hypothèse s'étaient créés autour de la face cachée de la Lune comme la présence de vie extraterrestre.
- **Etape n°1 :** Placer les deux pailles à angles droits afin de servir de repères lorsque l'on fera tourner la lune. Vous pouvez les fixer en les enfonçant dans le polystyrène, à l'aide de ruban adhésif ou encore de Patafix.
- **Etape n°2:** Montrer qu'à chaque fois que la Lune fait un quart de tour autour du soleil, elle fait aussi un quart de tour sur elle-même.

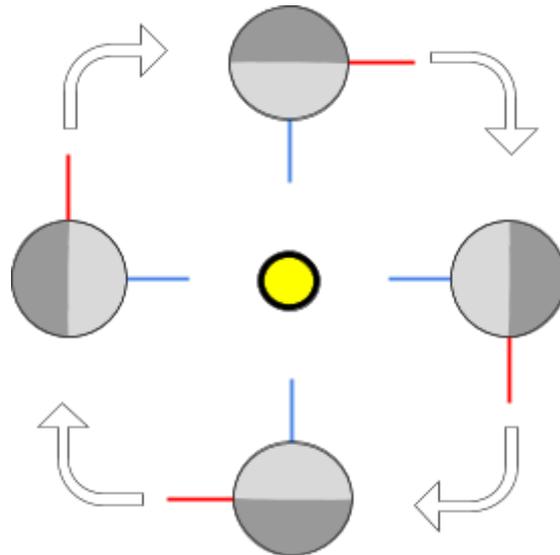


Figure 3.2.1: schéma de montage de l'expérience n°3.2



Figure 3.2.2: démonstration de l'expérience n°3.2

3.3 Les éclipses de Lune et de Soleil

Matériel

- 1 lampe de poche
- 1 modèle de Lune (voir activité n°4.1) ou une balle
- 1 earth ball¹³ ou une balle de plus grande taille que celle utilisée pour le modèle de la Lune.

Description de l'activité

- **Introduction:** Demander aux enfants s'ils ont déjà vu une éclipse et s'ils peuvent la décrire. Les questionner s'ils savent et connaissent différents types d'éclipses. Montrer différentes photos [Annexe E] afin d'attirer leur curiosité.
- **Etape n°1:** S'installer dans une pièce sombre. Pour faire participer les enfants, demander à un élève de tenir la lampe représentant le Soleil et à un autre de tenir le modèle de la Terre. Ainsi les enfants joueront le rôle de leur modèle respectif.
- **Etape n°2:** Faire passer le modèle de la Lune entre la lampe de poche et la Terre, et faire ensuite deviner aux enfants à quel endroit des petits bonshommes devraient se placer sur la Terre pour pouvoir observer une éclipse solaire.
- **Etape n°3:** Maintenant que les enfants ont assimilé le concept d'éclipse solaire, les questionner et leur faire faire des hypothèses sur une éclipse lunaire: Comment devrions-nous disposer le Soleil, la Terre et la Lune pour obtenir une éclipse Lunaire? Qu'est ce que nous verrions depuis la Terre? Montrer des images¹⁴ d'éclipses solaires et lunaires.
- **Etape n°4:** Une fois que les enfants ont compris le phénomène d'éclipse, leur demander pourquoi ces phénomènes sont si rares, et ainsi leur faire faire des hypothèses par groupe. Pour cela, vous pourriez leur amener à penser que le plan de l'orbite de la Lune est incliné en leur posant certaines questions; Combien de temps la Lune tourne autour de la Terre? Pourquoi n'y a t-il pas une éclipse de Soleil et de Lune tous les mois? (Figure 3.3.3)

¹³ Noter que deux simples objets sphériques peuvent parfaitement faire l'affaire.

¹⁴ Voir celles que nous avons utilisées en annexe.

- **Conclusion:** Maintenant que les élèves se sont familiarisés avec le concept d'éclipse, vous pouvez leur donner les prochaines dates d'éclipses et les informer sur les précautions à prendre pour regarder une éclipse solaire.

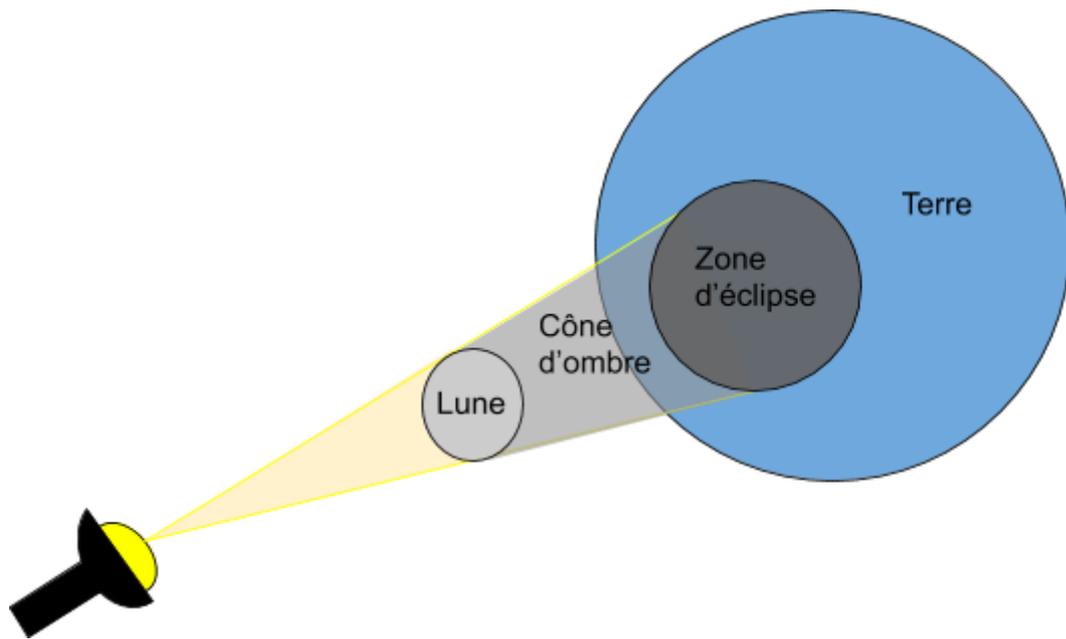


Figure 3.3.1: Schéma d'une éclipse de Soleil dans l'expérience n°3.3

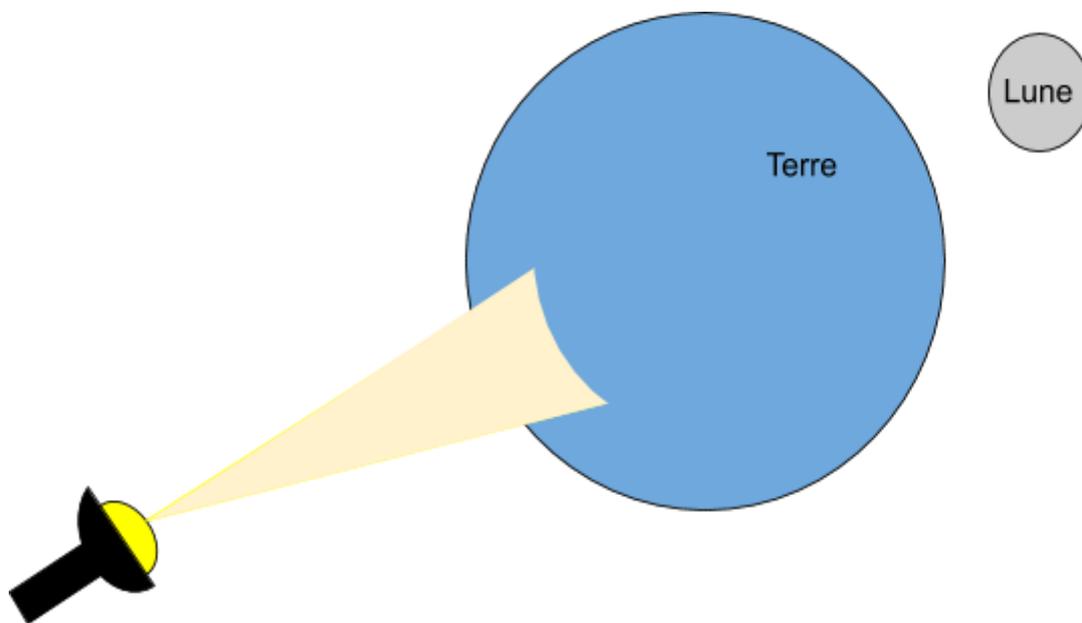


Figure 3.3.2: Schéma d'une éclipse de Lune dans l'expérience n°3.3

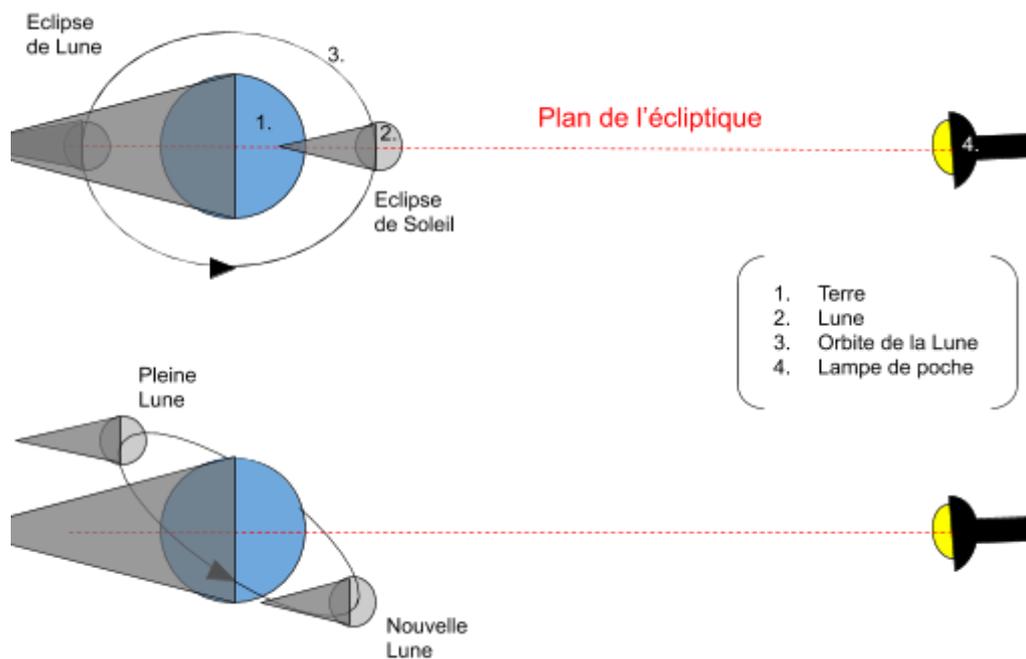


Figure 3.3.3: Schéma explicatif à propos du plan incliné de l'orbite de la Lune vu de côté dans l'expérience n°3.3. A savoir que le plan de l'écliptique est le plan sur lequel toutes les planètes de notre système solaire se déplacent. Et oui...les systèmes planétaires sont "plats"

4. A la découverte de notre système solaire

Objectifs d'apprentissage

- Etre capable de citer les planètes du système solaire et de connaître les ordres de grandeur (taille des planète, distance entre planète)
- Etre capable de décrire et d'expliquer leurs différentes caractéristiques
- Etre capable de repérer les planètes et les placer dans le système solaire
- Etre capable d'expliquer des notions globales des mouvements des planètes de notre système

Résumé de l'activité

Lors de cette activité, les élèves vont se familiariser avec notre système solaire grâce à des représentations réduites et tactiles des différentes planètes. Ils devront alors tenter de les classer, dans l'ordre, à partir de certaines informations comme leur température, leur texture ainsi que leur taille.

4.1 Classons les planètes!

Pour introduire le sujet de notre système solaire, lançons un petit concours: grâce à celui-ci, les enfants vont pouvoir se familiariser avec la structure de notre système solaire.

Matériel

- 1 set de cartes plastifiées [Annexe F]



Figure 4.1.1: Set de cartes plastifiées de l'expérience n°4.1

Description de l'activité

- **Introduction:** Avant de commencer le petit concours, il est fondamental d'expliquer quelques bases aux élèves afin qu'ils réussissent à classer les planètes. Commencer par leur demander les noms des planètes qu'ils connaissent, afin de les familiariser au thème. Si quelqu'un mentionne Pluton, leur dire que c'est très intéressant et que c'est d'ailleurs le sujet de la prochaine activité (voir 5.2). Ensuite, vous allez leur parler de plusieurs caractéristiques utiles pour classer les planètes:

La Température de surface: Elle peut s'avérer utile sachant qu'intuitivement, les planètes les plus proches du soleil sont celles possédant la température de surface la plus élevée et vice-versa. Cependant, il faut noter qu'une planète fait exception à cette règle: Vénus. En effet, c'est la planète du système solaire qui possède

l'atmosphère le plus dense et par conséquent, celle qui subit un effet de serre très intense. Pour expliquer aux enfants ce phénomène, s'ils ne l'ont pas encore vu en classe, vous pouvez utiliser la métaphore des doudounes en hiver. En effet les couches de gaz sur Vénus sont comme des manteaux que l'on met en hiver et qui gardent notre chaleur corporelle. La température de surface peut donc être fiable pour classer les planètes si l'on exclut Vénus.

La période de révolution: Cette information est, par contre, totalement fiable pour classer nos planètes dans l'ordre. Il faut expliquer aux enfants que la période de révolution est le temps que met une planète à faire le tour complet du soleil. Donc, intuitivement, les planètes les plus proches du soleil ont une période de révolution plus courte que les planètes lointaines et vice-versa.¹⁵ Vous pouvez aussi leur demander par exemple quelle est la période de révolution de la Terre pour voir s'ils ont bien compris le sujet.

- **Etape n°1:** Faire des groupes de deux et distribuer un paquet de carte à chaque groupe. Donner le départ du concours qui a pour but de leur demander de classer les planètes dans l'ordre.
- **Conclusion:** Une fois que le concours est terminé, donner aux élèves un moyen mnémotechnique simple pour se rappeler de l'ordre des planètes comme par exemple: Me Voilà Tout Mouillé Je Suis Un Nuage (Me = Mercure, V = Vénus, T = Terre, M = Mars, etc...). Ainsi les enfants auront eu l'occasion d'assimiler de deux manières différentes l'ordre des planètes dans le système solaire.

¹⁵ Ceci s'explique par 2 facteurs: la longueur de l'orbite augmente et la vitesse orbitale décroît. (Ce principe découle de Newton)

4.2 Pluton: une planète?

Cette activité consiste à expliquer aux enfants pourquoi Pluton n'est plus considérée comme une planète. Cette activité est un peu plus théorique que les autres et beaucoup moins pratique. Néanmoins, elle permet d'expliquer aux enfants les critères que doit avoir un "candidat" pour obtenir le statut de planète et ainsi, mieux comprendre la définition du mot planète.

Description de l'activité

Introduction: Pour expliquer pourquoi Pluton n'est plus une planète aux enfants, vous pouvez utiliser la métaphore de l'entretien d'embauche; c'est à dire comme si "un bout de roche" voulait postuler comme planète. Attention cependant il est important que le candidat ne soit pas une étoile, car elle a déjà un statut. Pour que le candidat obtienne le statut de planète, il faut qu'il réponde à 3 critères:

- **Orbiter directement autour d'une étoile:** Le candidat doit tourner autour d'une étoile, sans tourner autour d'un autre corps. Pour prendre l'exemple de Pluton, il remplit ce critère car il tourne autour du soleil sans être un satellite.
- **Être sphérique:** Le candidat doit être assez "lourd" pour avoir une apparence sphérique. Pour expliquer aux enfants le principe que plus un corps est massif plus il est sphérique, vous pouvez donner l'exemple d'un astéroïde qui ressemblerait plus à un cornflakes qu'à une planète bien sphérique. Dans le cas de Pluton, elle remplit ce critère car elle est bien assez massive pour être sphérique.
- **Avoir nettoyé son orbite¹⁶:** Le candidat doit être assez massif pour attirer les petits corps dans le voisinage autour de son orbite. Pour expliquer cela aux enfants, vous pouvez relier cette activité à l'activité n°7.2. C'est à cause de ce critère que Pluton ne peut pas être une planète, car elle n'est pas assez massive pour cela.

Pour aller plus loin: Vous pouvez proposer aux enfants différents autres candidats fictifs afin qu'ils puissent décider si oui ou non ils sont aptes à passer "l'entretien d'embauche" pour obtenir le statut d'une planète.

¹⁶ Voir la définition de ce terme
https://fr.wikipedia.org/wiki/Nettoyage_du_voisinage_d%27une_orbite

4.3 Les anneaux de Saturne¹⁷

Quand nous parlons du système solaire aux enfants, ils retiennent en particulier une planète: Saturne. En effet cette planète leur plaît bien car ses anneaux caractéristiques la rendent unique à représenter. Dans cette activité, nous allons observer de plus près ces intrigants anneaux de Saturne...

Matériel

- 3 crayons ou stylos
- une paire de ciseaux
- un morceau de carton
- du ruban adhésif ou un élastique
- du sel ou du sable
- 1 surface rigide comme un plateau ou un sous-mains

Description de l'activité

- **Introduction:** Demander aux enfants ce qu'ils connaissent sur Saturne et s'ils savent qu'elle possède des "anneaux". Leur montrer ensuite une photo de Saturne afin que les enfants puissent voir de plus près les "anneaux" et puissent faire des hypothèses sur leur nature: de quoi sont-ils faits? Pourquoi y a-t-il plusieurs anneaux?
- **Etape n°1:** Commencer par tracer un cercle de 10 cm de diamètre sur un morceau de carton et le découper.
- **Etape n°2:** Attacher ensuite les deux stylos/crayons ensemble à l'aide du ruban adhésif; les crayons joueront le rôle des petites lunes de Saturne. Utiliser le troisième stylo/crayon comme axe de rotation en le plantant au milieu du disque de carton lui même posé sur une surface rigide.
- **Etape n°3:** Saupoudrer votre carton avec un peu de sel ou de sable; ceci symbolise la poussière et la glace présente autour de Saturne.
- **Etape n°4:** Alors qu'un élève tâche de maintenir les deux crayons attachés ensemble sans bouger comme sur le schéma, l'autre élève se charge de tourner le disque de carton tout en maintenant le crayon au centre du disque.
- **Conclusion:** Vous pouvez observer que les deux crayons ont créé des "sillons" dans le sel/sable; ceci représente les lunes de Jupiter "repoussant" les particules de poussière et de glace dans les environs de l'orbite de

¹⁷ Notez que cette activité a été inspirée de l'activité Galileomobile "*The rings of Saturn*" <https://drive.google.com/file/d/0B6k0cDTz-CUTZC10RHZuYzlaaWM/view>

Saturne. Ce phénomène crée une démarcation nette entre les différentes couches de poussière et de glace, ceci donnant une impression d'anneaux autour de Saturne.

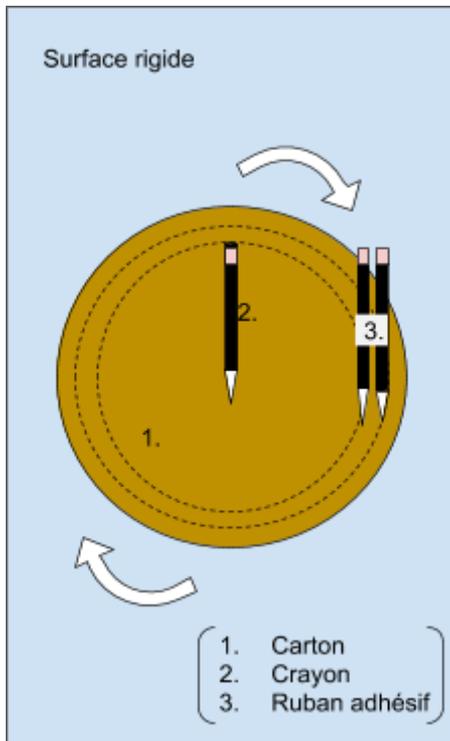


Figure 4.3.1: Schéma de l'expérience n°4.3

5. Espace temps déformable et trous noirs

Objectifs d'apprentissage:

- Être capable de citer les différentes dimensions et d'en donner des exemples
- Être capable d'assimiler le phénomène d'orbitation des planètes avec l'expérience pratique 5.2

Résumé de l'activité

Avec cette expérience, les enfants vont pouvoir expérimenter la notion d'espace-temps, puis utiliser cette notion pour expliquer les orbites des planètes dans notre système solaire. Pour cela, nous utiliserons un drap élastique pour représenter l'espace temps, ainsi que des balles de différentes masses qui représenteront les planètes.

5.1 Les 4 dimensions et notions d'espace temps

Cette activité plus théorique est utile pour tenter d'expliquer aux enfants la notion d'espace temps. Bien que ce terme puisse paraître savant et compliqué à assimiler pour eux, nous avons testé dans quelques écoles qu'il est possible d'expliquer le phénomène d'espace temps de manière simple et adaptée. Comme l'activité n°5.2, cette activité ne nécessitera aucun matériel mis à part (si vous avez à disposition) un tableau noir.

Description de l'activité

- **Introduction:** Commencer par expliquer aux enfants le concept de dimensions:
 - Demander aux enfants s'ils savent combien de dimensions existent. Comme souvent les enfants n'en ont aucune idée, dessiner un petit schéma au tableau noir pour leur faire comprendre le concept de dimensions.

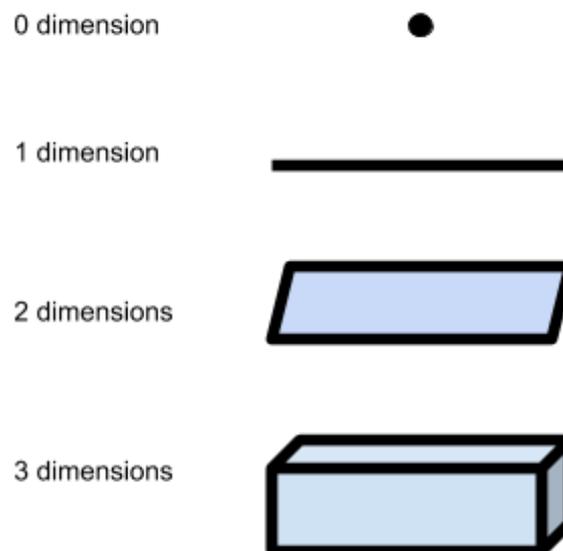


Figure 5.1.1: Schéma explicatif de l'expérience n°5.1

- Une fois que les enfants ont découvert les 3 dimensions dans l'espace, vous pouvez leur faire découvrir la 4ème sous forme d'énigme: *“Si vous deviez vous donner rendez-vous avec un amis quelque part, et que vous l'avez au téléphone, quelles informations lui donneriez-vous pour vous retrouver?”* Les enfants vont alors souvent vous dire en premier lieu l'endroit de la rencontre, ce qui peut se traduire par les 3 premières dimensions. (Vous pouvez approfondir ce concept en leur disant par exemple que pour se repérer sur une carte nous avons besoin de 2 dimensions, mais que si vous avez besoin de vous donner rendez-vous dans un immeuble par exemple vous aurez alors besoin de la 3ème dimension.) Les enfants vont citer en deuxième lieu

le temps comme indication pour se donner rendez-vous: c'est la quatrième dimension.

- Pour leur faire assimiler ce concept abstrait qu'est le temps comme 4^{ème} dimension, vous pouvez dire aux enfants qu'en effet, bien que le temps ne soit pas une mesure directement visible, nous en subissons les effets à chaque instant. En effet à chaque fois que nous nous déplaçons, nous utilisons du temps. Vous pouvez utiliser, pour illustrer ce concept, les scènes de certain film, comme Matrix ou Inception, ou le temps semble figé. C'est pourquoi les 4 dimensions sont indissociables.
C'est le moment d'introduire le concept d'année-lumière comme preuve que le temps et l'espace sont indissociables, dans la mesure où même la lumière prend du temps pour voyager¹⁸. Pour montrer cela vous pouvez prendre une lampe de poche et envoyer un faisceau lumineux en disant que ce faisceau lui aussi prend du temps pour voyager.
- Maintenant que vous avez parlé des 4 dimensions, vous allez pouvoir aborder la notion d'espace temps. Il est difficile d'imaginer 4 dimensions pour le cerveau humain. Einstein a eu une idée simple mais révolutionnaire: représenter les 4 dimensions en 2 dimensions. C'est à dire un plan: nous allons ainsi pouvoir observer la déformation de l'espace temps à 4 dimensions à l'aide d'un plan à deux dimension (ici un drap élastique).(Cette idée fait partie de la relativité générale si les enfants le demandent.)
- Pour que les enfants se représentent mieux l'espace temps, le leur décrire comme un drap élastique qui peut se déformer à l'infini sans jamais se trouer. Pour se convaincre de cela, vous pouvez leur poser certaines questions comme: *"D'après vous l'espace-temps est comme une scène de théâtre rigide ou est-il élastique comme un trampoline?"* ou encore *"Comment bougent les planètes autour du Soleil?"*. Vous pouvez leur faire tester cela sur le sol de la classe, puis sur le tissu souple. C'est ainsi que les élèves pourront arriver à la l'hypothèse d'Einstein: l'espace temps est-il souple ou rigide?
- Grâce à l'espace temps, vous allez pouvoir expliquer certains phénomènes aux enfants dans l'activité suivante tels que l'orbite des planètes ou encore les trous noirs...

¹⁸ Vitesse de la lumière dans le vide: ~300'000 [Km/s]

5.2 L'espace temps pour expliquer les orbites des planètes

Maintenant que nous avons expliqué aux enfants le concept d'espace temps, nous allons pouvoir utiliser ce nouveau concept pour expliquer l'orbite des planètes.

Matériel

- 1 bande de tissu assez grande (environ 2x2 m) idéalement élastique (un drap housse, ...) mais du tissu basique peut aussi convenir (nappe, etc...)
- des billes de tailles différentes
- un objet lourd sphérique¹⁹

Description de l'activité

- **Étape n°1:** L'introduction étant déjà faite dans l'activité 7.1, nous allons pouvoir passer directement à l'expérience! Faire tenir le tissu aux enfants (groupe de 10) et mettre à leur disposition les billes. Veiller à ce que le tissu soit assez tendu pour qu'il soit plat mais assez relâché pour lui laisser son élasticité. Le tissu représente l'espace temps, les billes symbolisent les planètes et l'objet lourd sphérique le Soleil.
- **Étape n°2:** Placer au centre du tissu un objet lourd sphérique, comme une grosse bille, une balle ou une boule de pétanque par exemple. Laisser ensuite les enfants tester les différentes trajectoires que suivent les billes selon la masse des billes ou de l'objet central, la vitesse de lancement des billes ou encore la présence ou non d'un objet central.
- **Conclusion:** Après cette expérience, les enfants ont normalement pu observer 3 cas de figure lors de leurs lancers (voir schéma ci-dessous):
 - 1. Il n'y a pas d'objet central: la trajectoire de la bille est linéaire
 - 2. Il y a un objet central: la trajectoire de la bille est légèrement déviée
 - 3. Il y a un objet central: La bille a été lancée plus fort et tend à être en révolution autour de l'objet central

Ces 3 cas de figure représentent les différents comportements possibles d'un corps dans l'espace temps. Dans l'activité suivante (7.3), vous pourrez voir un quatrième cas de déformation de l'espace temps: les trous noirs

¹⁹ Exemple: une boule de pétanque, une pomme, une orange, etc...

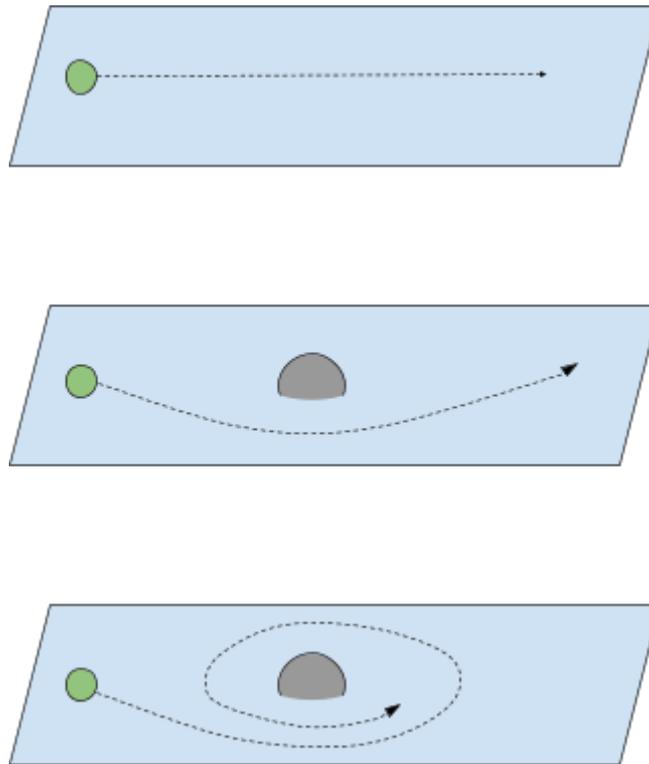


Figure 5.2.1: Schémas explicatif à propos de l'orbite des planètes dans l'expérience n°5.3

5.3 Voyage dans le temps possible grâce aux trous noirs?

Quand nous parlons d'espace aux enfants, deux sujets reviennent souvent et les passionnent: ce sont les trous noirs et le voyage dans le temps. Maintenant que vous avez vu le modèle pratique du drap et des billes pour expliquer le fonctionnement de l'espace temps, vous allez pouvoir parler aux enfants du concept de trous noirs grâce à la prochaine activité.

Matériel

- 1 feuille
- 1 crayon

Description de l'activité

- **Introduction:** Cette activité, comme les activités n°5.2 et 7.1, sera encore une fois plus théorique que pratique. Vous allez commencer par parler aux enfants des trous noirs:
 - Leur demander ce qu'ils connaissent à ce sujet et comment ils se le représentent.
 - Demander ensuite: "*Si vous deviez reprendre l'expérience de l'activité avec le drap et les billes (Cf 7.2), comment feriez-vous pour représenter un trou noir?*". Bien que certains auront l'idée intuitive de vouloir percer le drap, cela ne pourrait pas être possible car comme nous l'avons dit plus tôt, une des caractéristiques de l'espace temps est qu'il peut se déformer à l'infini sans jamais se trouer.
 - Dire que si l'on avait voulu représenter un trou noir avec le drap il aurait fallu avoir, par exemple, le poids de 2 éléphants dans une tête d'épingle, permettra aux enfants de se représenter plus facilement la notion abstraite d'un corps infiniment petit et infiniment massif. Si nous possédions une tête d'épingle de la masse de 2 éléphants sur notre drap, il est assez intuitif de comprendre que le draps se déformerait énormément (si l'on envisage bien sûr que le drap est déformable à l'infini).
 - Grâce à cet exemple, les enfants pourront comprendre facilement que tout ce qui approche du trou noir se fera alors instantanément aspirer et détruire sans qu'il n'y ait de chance que la matière en ressorte. Enfin, la matière se ferait plus précisément étirer: pour s'en convaincre, vous pouvez illustrer ce phénomène avec le tissu, car plus

on se rapproche du trou noir, plus le tissu est étiré²⁰ (ce qui représente l'espace temps).

- Mais qu'y a-t-il au fond des trous noirs? Bien que nous ne le sachions pas et le saurons sûrement jamais, vu que tout ce qui s'approche du trou noir se fait instantanément broyer, il existe plusieurs hypothèses. C'est à ce moment que vous pouvez essayer de faire deviner aux enfants deux hypothèses possibles:
 - **Hypothèse n°1²¹:** Un trou noir a un fond. Même placé infiniment loin, toute la matière se faisant absorber s'entasse au fond du trou noir, comme un bocal de bonbons. Notez que toute la matière se faisant absorber ne prendrait qu'une place réduite, et cela dû au fait que la matière se fait concentrer intensément.
 - **Hypothèse n°2:** Un trou noir est en fait connecté avec un autre trou noir, ce qui ne formerait qu'une sorte de tunnel infiniment long: nous appellerions cela un trou de ver. Ce cas là serait extrêmement intéressant, car il pourrait nous offrir la possibilité théorique de voyager dans le temps. Nous utilisons ici bien le terme théorique car comme dit plus tôt, chaque corps s'approchant d'un trou noir se fait détruire.
- Pour faire une démonstration visuelle²² d'un trou de ver, il vous suffit simplement de vous munir d'une feuille de papier et d'un crayon. Commencez par annoter la feuille comme sur le schéma, en expliquant que la feuille représente le drap, c'est à dire l'espace temps.

²⁰ A noter qu'ainsi, tout ce qui se rapproche d'un trou noir sera également étiré.

²¹Source de l'hypothèse n°1 et 2: https://fr.wikipedia.org/wiki/Trou_noir

²² Selon le temps que vous avez à disposition, vous pouvez donner une feuille et un crayon à chaque élève et lui faire deviner par lui-même comment nous pourrions voyager dans le temps.

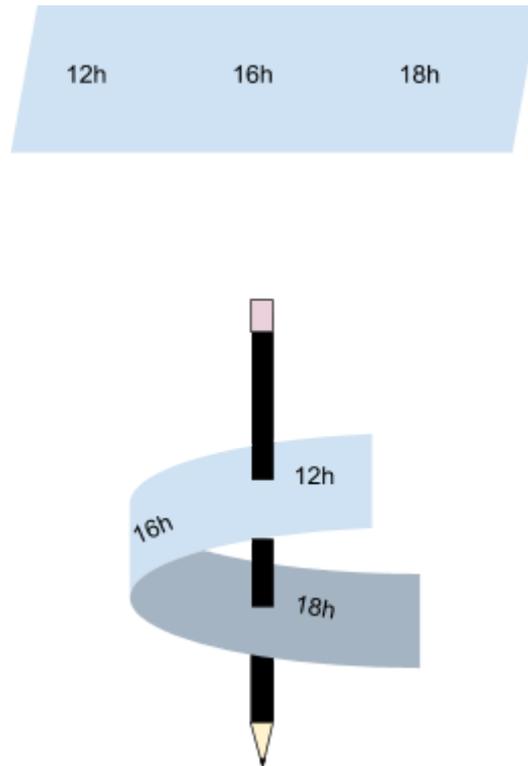


Figure 5.3.1: Schéma explicatif à propos de la déformation de l'espace-temps dans l'expérience n°5.3

6. Les mystères de la lumière

Objectifs d'apprentissage

- Etre capable d'expliquer le fonctionnement d'un prisme.
- Etre capable d'expliquer le phénomène dans les deux sens (la lumière blanche est composée du spectre mais le spectre concentré donne de la lumière blanche.)

Résumé de l'activité

A travers cette activité, les enfants pourront se familiariser avec la lumière blanche et son spectre. Ils pourront faire leurs observations grâce à un spectroscopie qu'ils fabriqueront eux-mêmes à l'aide de matériaux basiques et qu'ils pourront ensuite ramener à la maison.

6.1 Création d'un spectroscope pour observer la lumière du Soleil

En faisant nos activités dans différentes écoles suisses, nous nous sommes aperçus que les élèves portaient un intérêt tout particulier à la lumière. C'est ainsi que nous avons eu l'idée de proposer cette expérience afin de pouvoir répondre aux questions récurrentes des élèves telles que "Pourquoi dit-on que la lumière du Soleil est blanche alors que l'on représente toujours le Soleil jaune?" Ou encore "D'où proviennent les arcs-en-ciel?" Ou finalement "Pourquoi le ciel est-il bleu?".

Matériel

- 1 rouleau de papier toilette vide
- 1 CD
- du ruban adhésif transparent ou du dissolvant
- du ruban adhésif opaque (noir)
- 1 cutter
- 1 morceau de carton ou de papier cartonné

Description de l'activité

- **Etape n°1²³**: Pour cette activité, commencer par vous munir d'un CD. Afin que votre spectroscope fonctionne, retirer la couche opaque qui se situe au dessus du CD. Pour ce faire, vous allez coller des bandes de ruban adhésif transparent sur la surface du CD, puis les décoller afin de prendre dans leur passage la surface opaque du CD. Nous avons pu néanmoins constater que lors de nos essais et selon la marque du CD ou du type de ruban adhésif employé, cette technique ne peut pas marcher. Si c'est le cas, vous pouvez utiliser du dissolvant sur un coton afin d'enlever le résidu.
- **Etape n°2**: Une fois que votre CD est totalement transparent, découper un petit rectangle d'une taille d'environ 3x2 cm à l'aide du cutter.
- **Etape n°3**: Découper maintenant dans du carton deux ronds du diamètre de votre rouleau afin de pouvoir les utiliser comme "couvercles" de notre spectroscope. Dans le premier (côté A), découper un rectangle très fin afin de pouvoir par la suite laisser passer une légère bande de lumière. Dans le second rond de carton (coté B), découper un rectangle à peine plus petit que votre morceau de CD.

²³ Il est recommandé que l'enseignant prépare cette étape en amont car elle peut être longue et peu intéressante pour l'expérience en elle-même.

- **Etape n°4:** Accrocher le côté A avec du ruban adhésif opaque.²⁴ Pour le côté B, commencer par fixer le morceau de CD sur le rond de carton, puis le tout sur le rouleau. Vous voilà maintenant prêt à observer la diffraction de la lumière blanche avec les élèves!
- **Conclusion:** Vous pouvez maintenant utiliser ce spectroscopie pour expliquer aux enfants comment il fonctionne (voir figure 6.1.2), de quoi est composée la lumière blanche, comment les arcs-en-ciel se forment, etc...

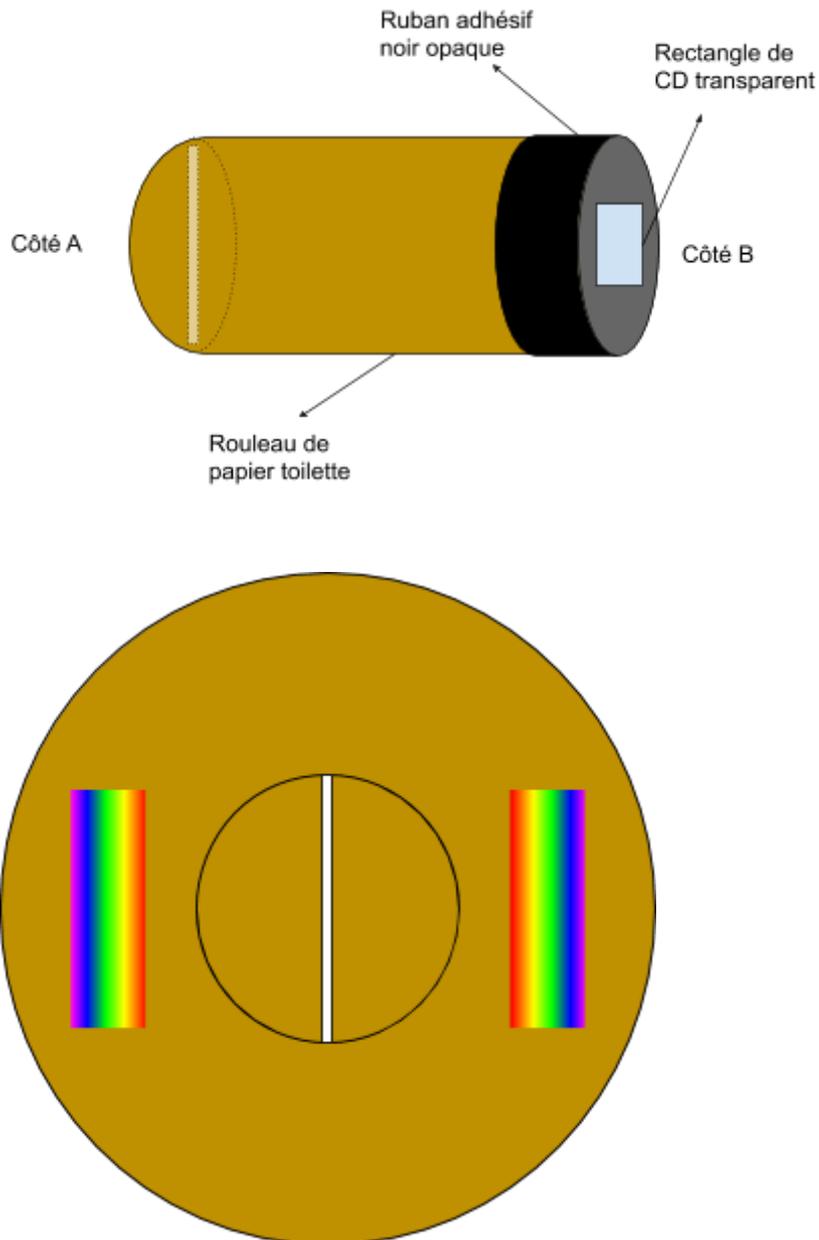


Figure 6.1.1: Schéma de montage de l'expérience n°6.1 vues de l'extérieur et de l'intérieur

²⁴ Noter que nous n'avons pas représenté le ruban adhésif du côté A sur notre schéma pour une question de lisibilité. Néanmoins, elle doit être fixée de manière à ce que la lumière ne passe que par la fente du côté A et non sur les côtés du disque de carton.

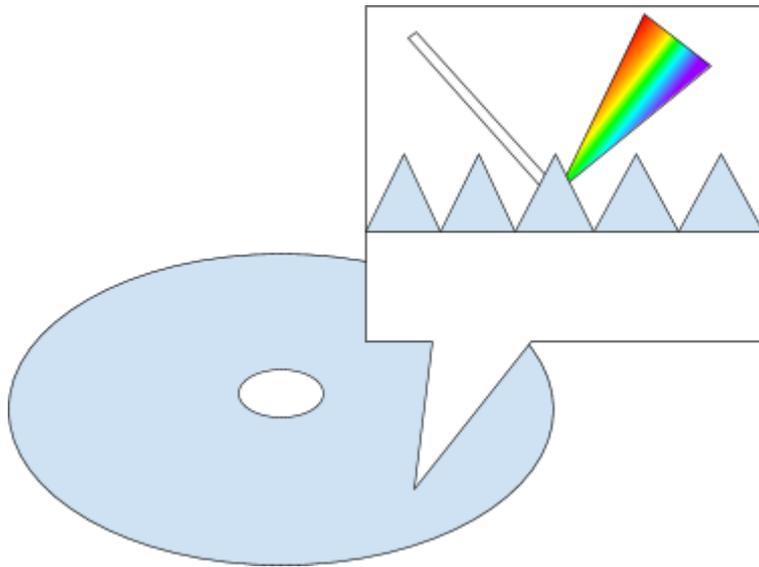


Figure 6.1.2: Schéma explicatif de l'expérience n°6.1

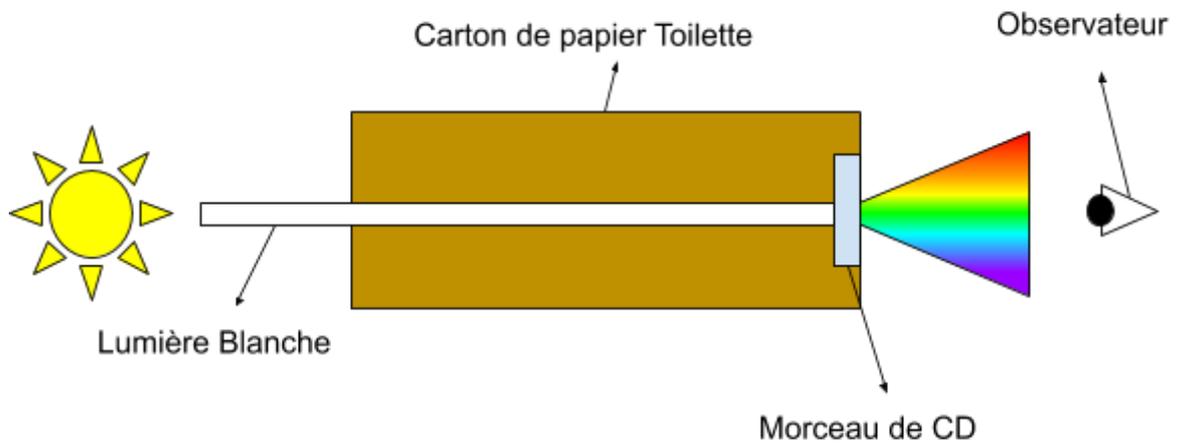


Figure 6.1.3: Schéma explicatif de l'expérience n°6.1

6.2 Et si on additionnait les couleurs?

Maintenant que les élèves ont pu constater que la lumière blanche peut se décomposer en une multitude de couleurs, il est légitime pour les enfants de se poser la question suivante: D'où provient ce spectre de couleurs? Est-il venu de nul part ou fait-il partie intégrante de la lumière blanche? Pour se convaincre de cette deuxième hypothèse, il est judicieux de regarder si le phénomène inverse est possible, c'est à dire si toutes les couleurs du spectre mélangées ensemble font de la lumière blanche...

Matériel

- du carton blanc
- une règle
- un crayon gris
- une paire de ciseaux
- des feutres (rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo et violet)
- 1 compas ou un objet de 8 cm de diamètre (tasse, bol, pot etc...)
- 1 petit crayon

Description de l'activité

- **Etape n°1:** Dessiner puis découper un rond d'un diamètre de 8 cm à l'aide d'un compas ou de votre objet. Marquer le milieu à l'aide d'un point (dans le cas où vous n'avez pas fait votre rond au compas vous devez estimer le milieu).
- **Etape n°2:** Pour diviser votre cercle en 7 parties égales, vous aurez besoin de dessiner un heptagone. Pour se faire, il vous suffit d'en dessiner un dont les arêtes mesurent 3.5 cm. Une fois votre heptagone dessiné, relier tous les sommets au centre.
- **Etape n°3:** Vous pouvez maintenant colorer chaque partie aux feutres dans l'ordre du schéma ci-dessous.
- **Etape n°4:** Faites passer votre petit crayon point à travers le cercle en son milieu. Vous avez maintenant une toupie prête à l'emploi!
- **Etape n°5:** Vous pouvez maintenant montrer aux enfants qu'en tournant la toupie suffisamment rapidement, ils peuvent voir que la somme de toutes les couleurs donnent du blanc. Ils pourront ensuite mettre en lien les deux expériences (8.1 et 8.2) et en déduire que la lumière blanche est bien composée de tout le spectre de couleurs et que tout le spectre de couleurs concentré donne bel et bien de la lumière blanche!

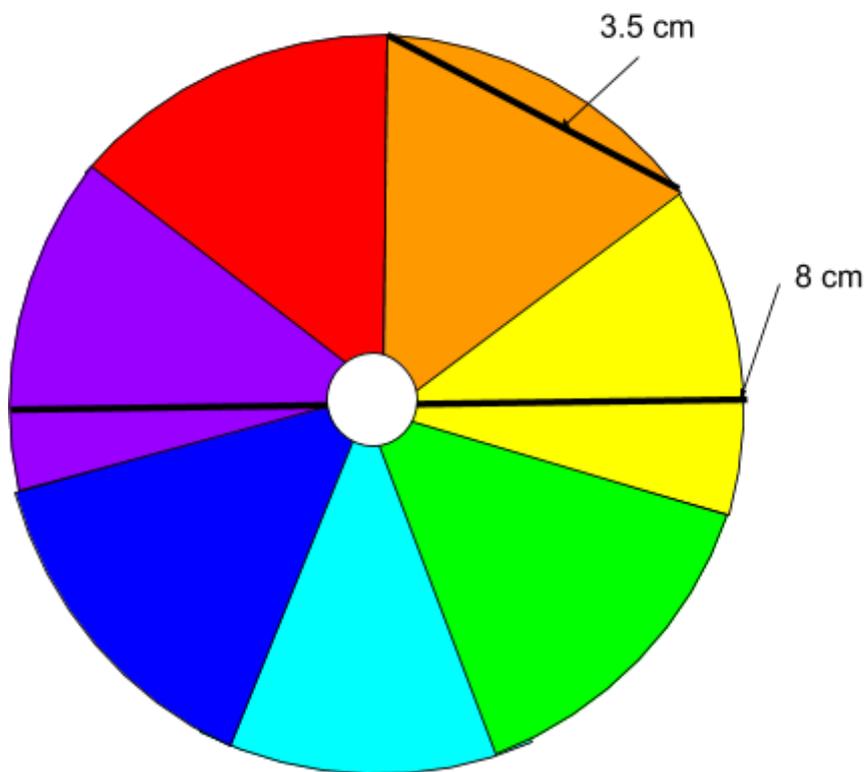


Figure 6.2.1: Schéma de montage de l'expérience n°6.2

7. Remerciements

Nous tenions à remercier chaleureusement:

Notre tuteur Monsieur Kobel de nous avoir suivis et soutenus durant toute l'élaboration de ce travail. Nous sommes très reconnaissants de sa patience ainsi que de son enthousiasme pour notre projet.

Notre contact sur place à Mayotte Monsieur Mathey sans qui notre voyage n'aurait jamais pu aboutir.

L'entreprise Meade Instruments pour nous avoir gracieusement offert des télescopes ainsi les frais de shipping. Nous remercions également l'organisation Universe Awareness (UNAWA) de nous avoir fait don de matériel.

L'organisation Universe Awareness pour avoir fait un article sur notre projet ainsi que Monsieur Confino pour nous avoir permis de parler de notre projet dans l'émission CQFD de la RTS.

Tous les enseignants des écoles suisses et mahoraises qui nous ont accueillis ainsi que les personnes qui nous ont permis d'établir des contacts. Nous remercions notamment Madame Monthoux.

GalileoMobile pour nous avoir inspiré et permis de créer notre propre expédition en nous basant sur les valeurs de leur projet.

Claude Nicollier pour avoir accepté de parrainer notre projet. Ce fut un grand honneur pour nous.

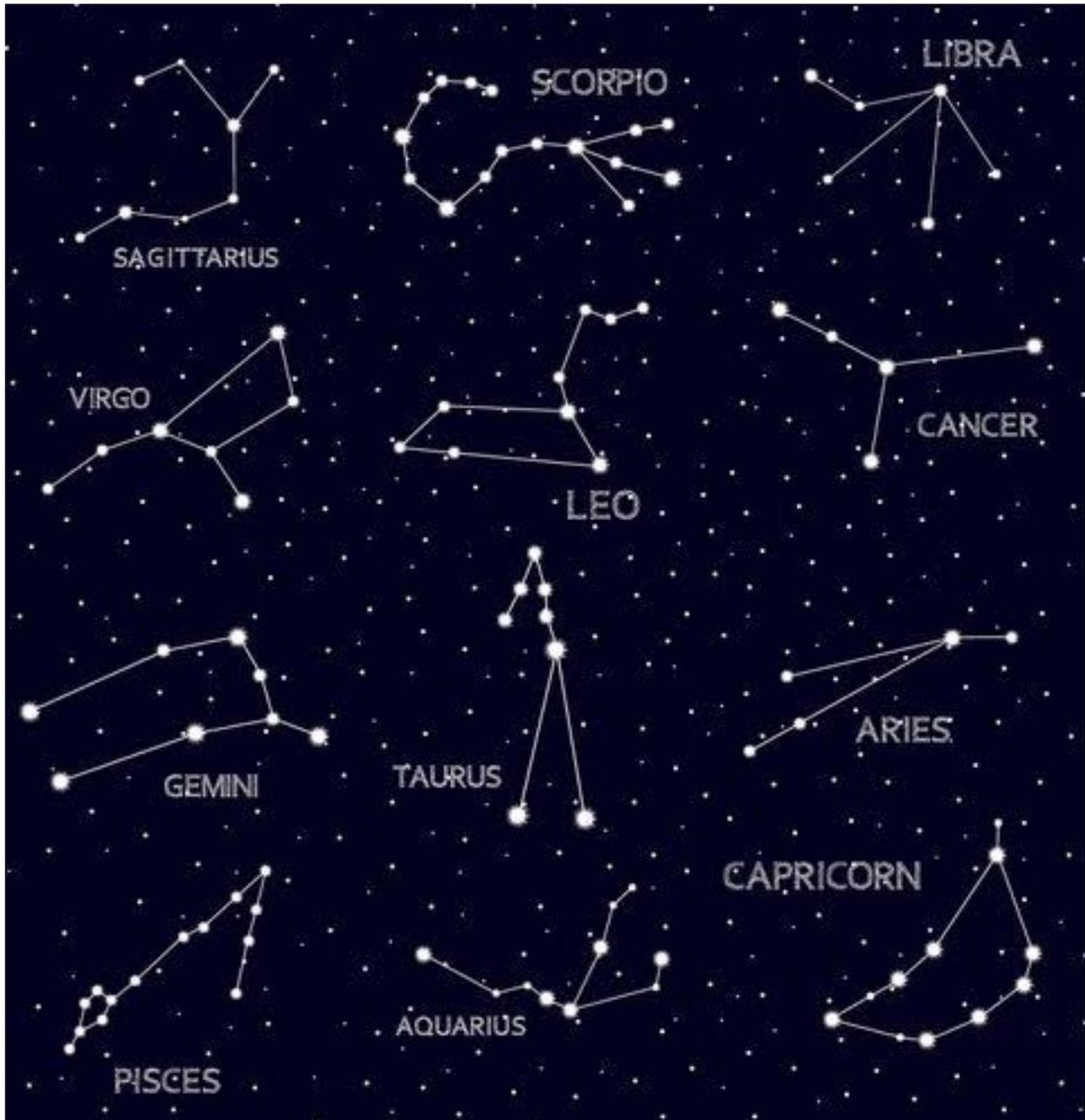
Toutes les personnes qui nous ont soutenus financièrement et qui ont partagé notre projet. Sans eux rien n'aurait été possible.

Tous nos proches qui nous ont soutenus et aidés. Nous remercions notamment les parents de Chloé, Monsieur et Madame Voirol, ainsi que l'oncle de Loïs, Monsieur Cheseaux, pour leurs conseils relatifs aux précautions médicales, le père de Louis, Monsieur Gogniat, pour nous avoir aidés à créer notre site web ainsi que la mère de Loïs, Madame Cheseaux, pour avoir fait la relecture de ce travail.

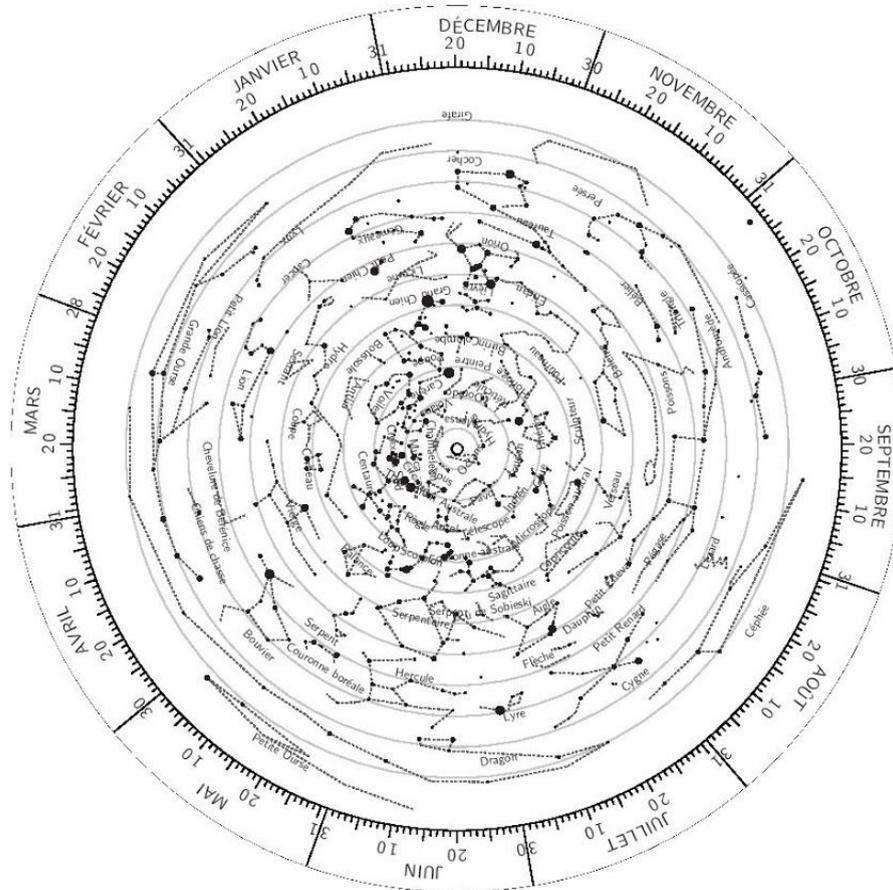
Pour finir, nous voulions remercier tous les gens qui ont cru en nous, en notre projet et qui nous ont soutenus depuis le début. Merci infiniment.

8. Annexes

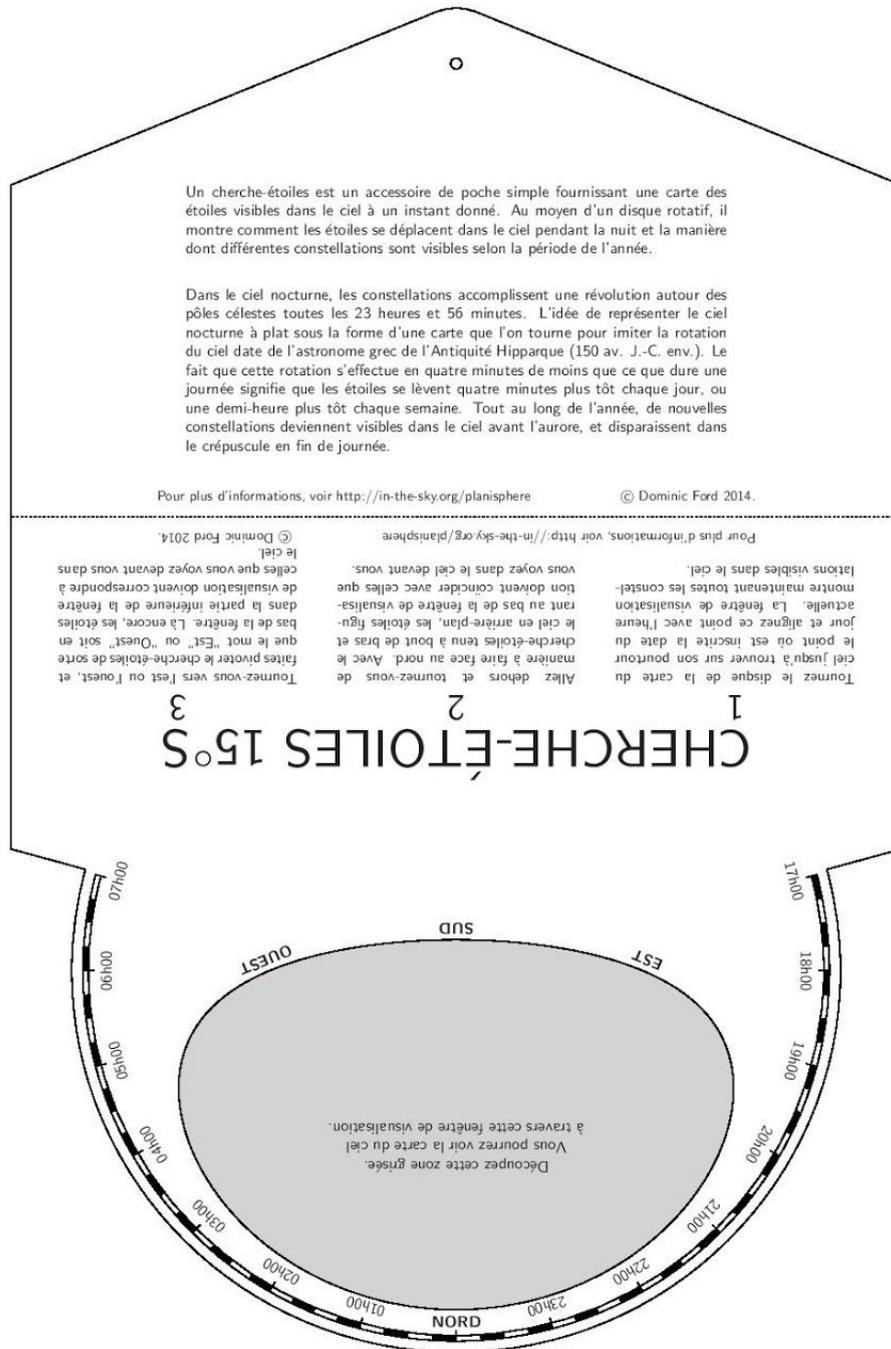
[A] Exemple de constellations et leurs noms



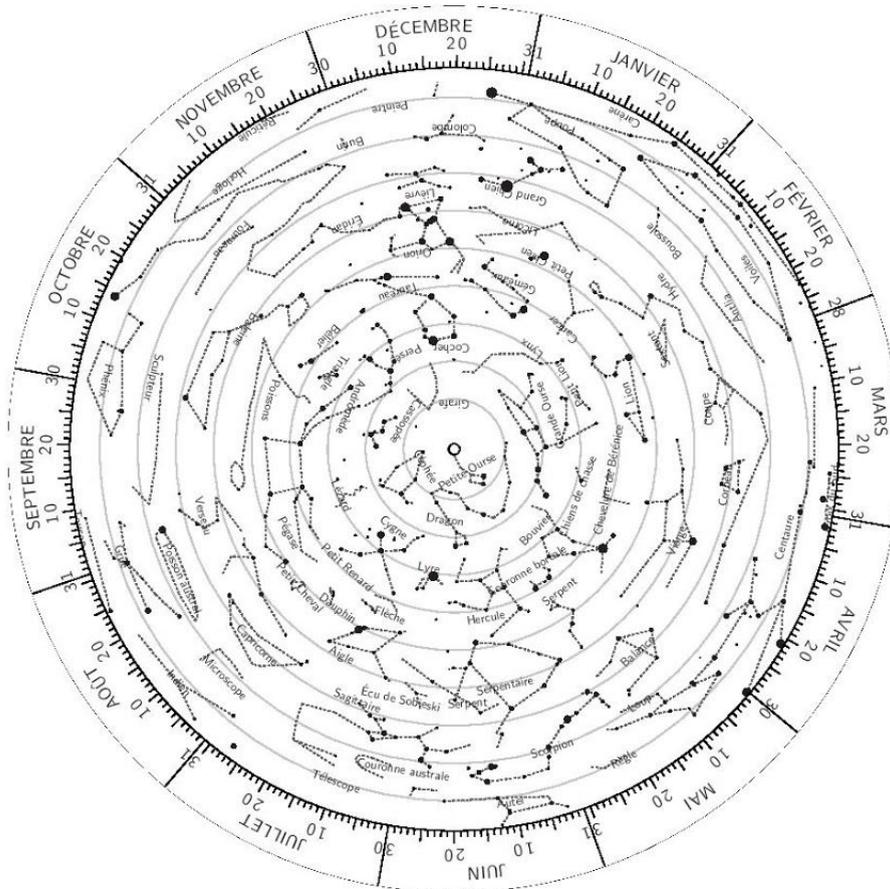
[B] Modèle de recherche-étoiles pour Mayotte



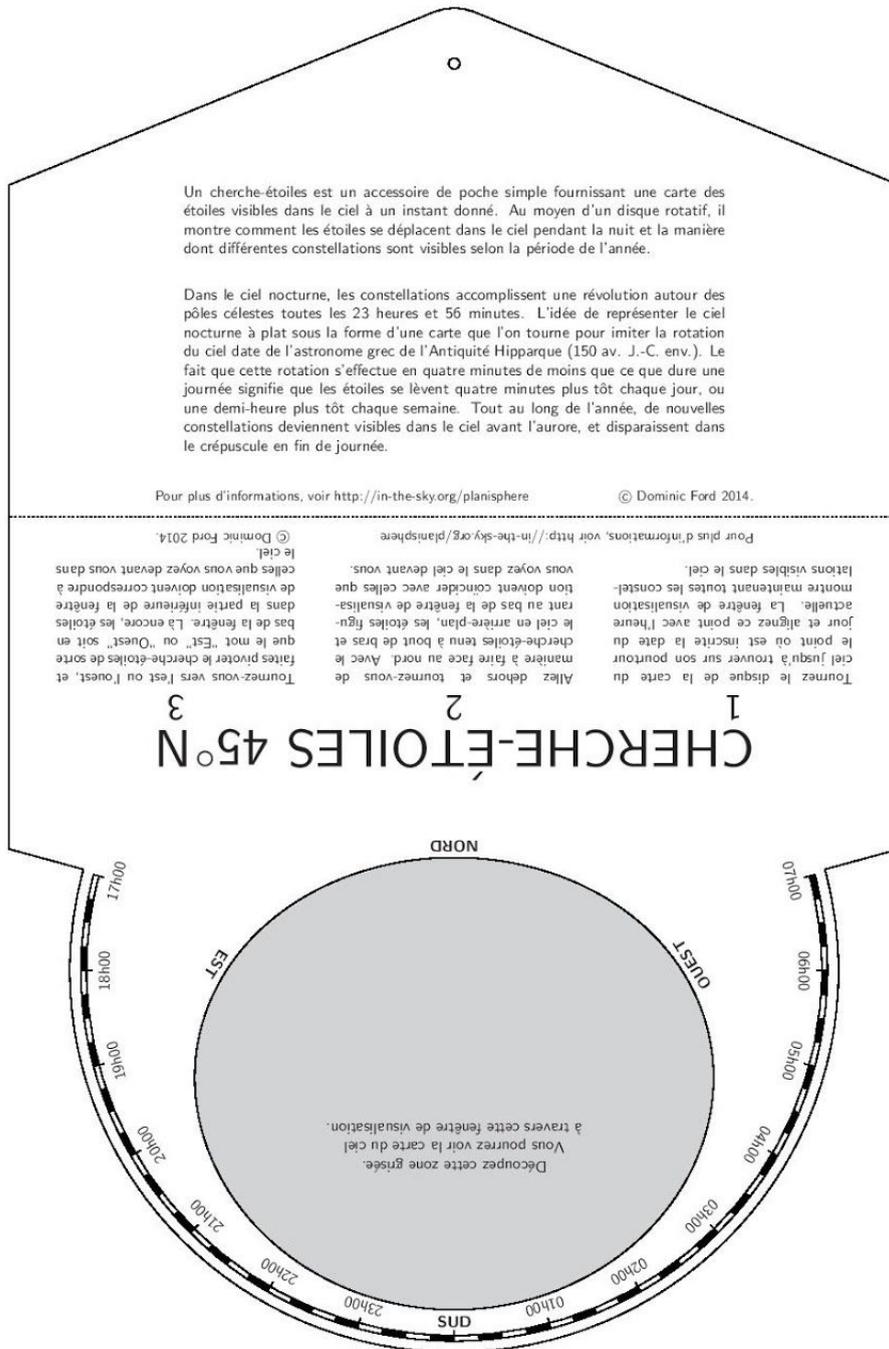
La carte du ciel, partie centrale du cherche-étoiles à insérer dans la pochette.



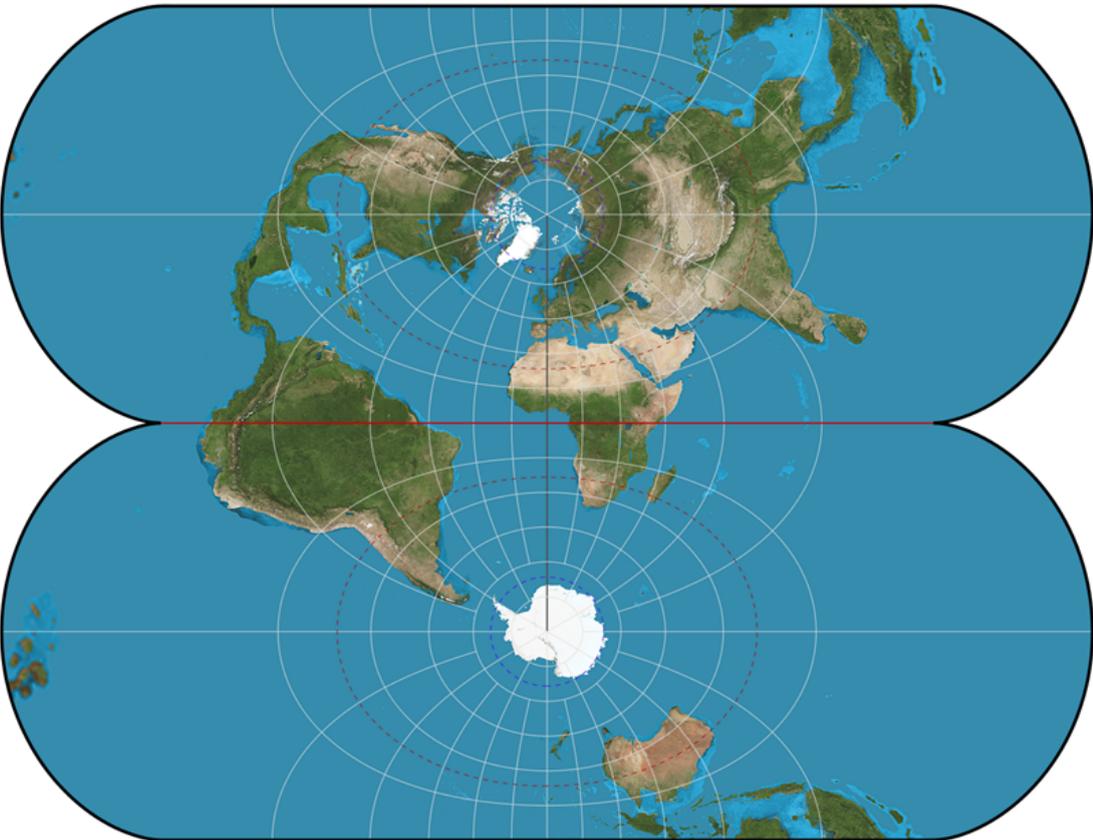
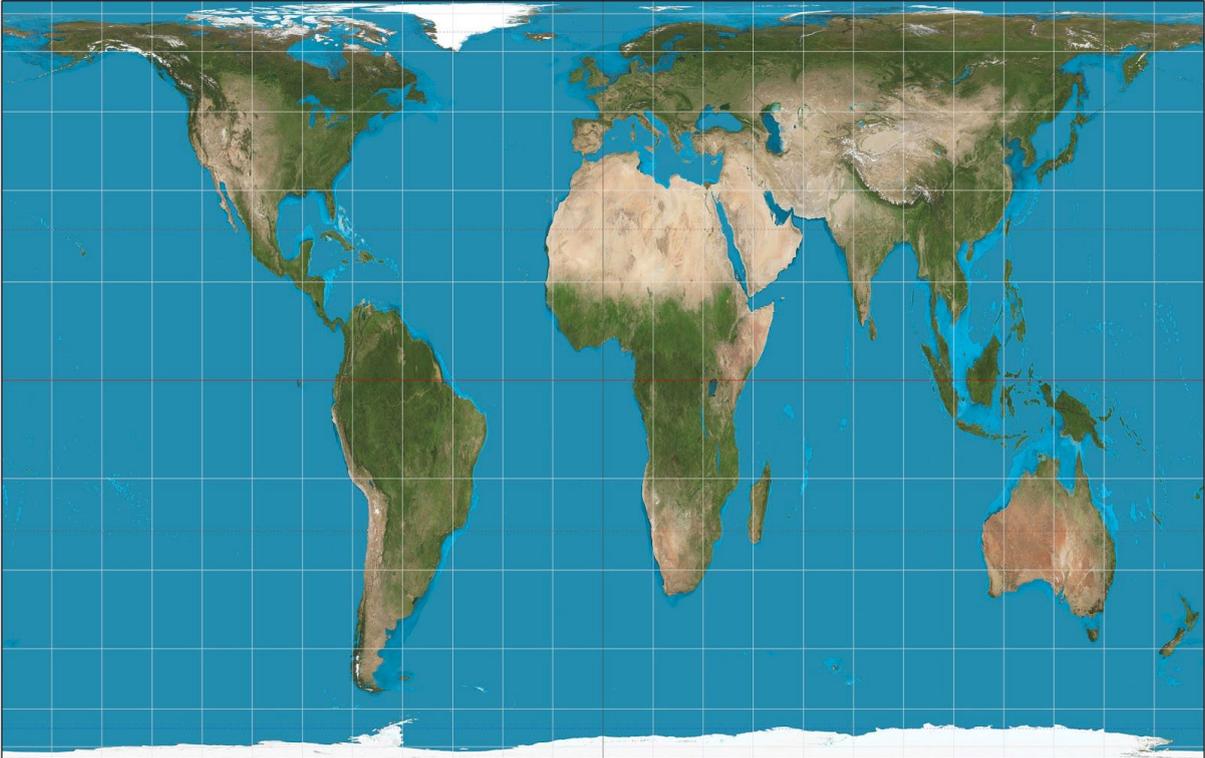
[B] Modèle de recherche-étoiles pour Lausanne

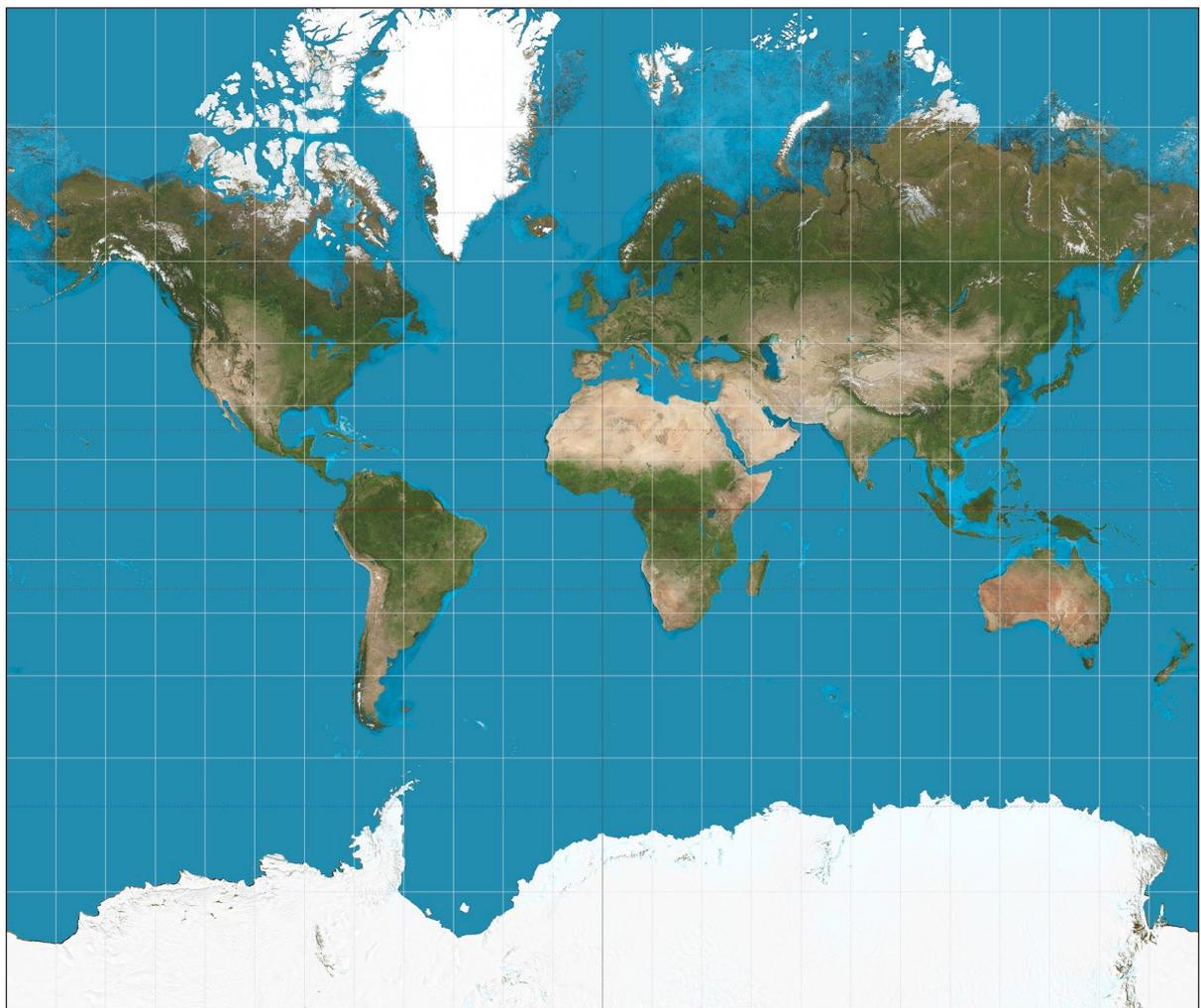
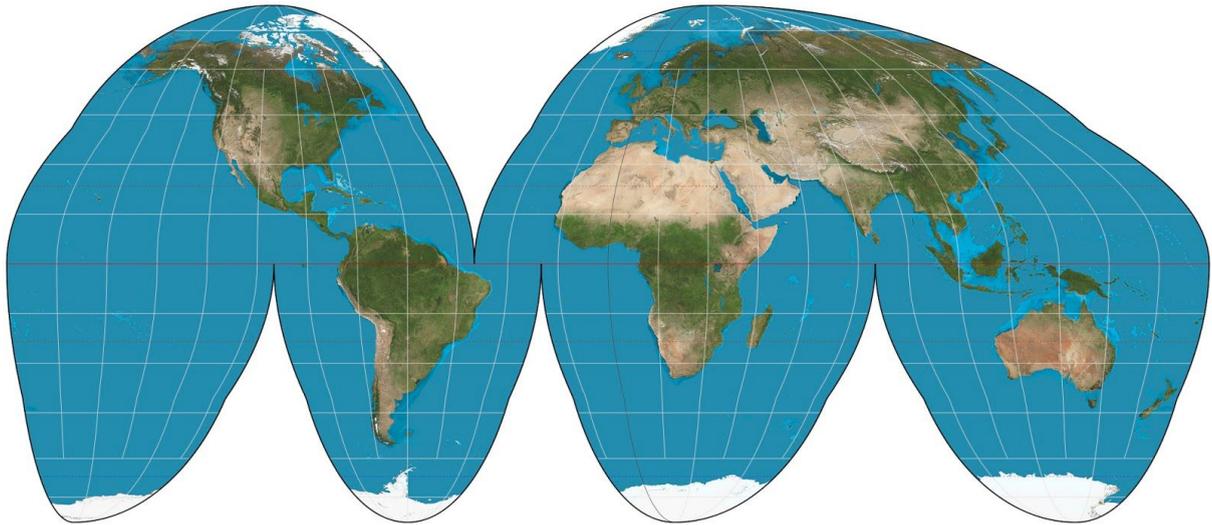


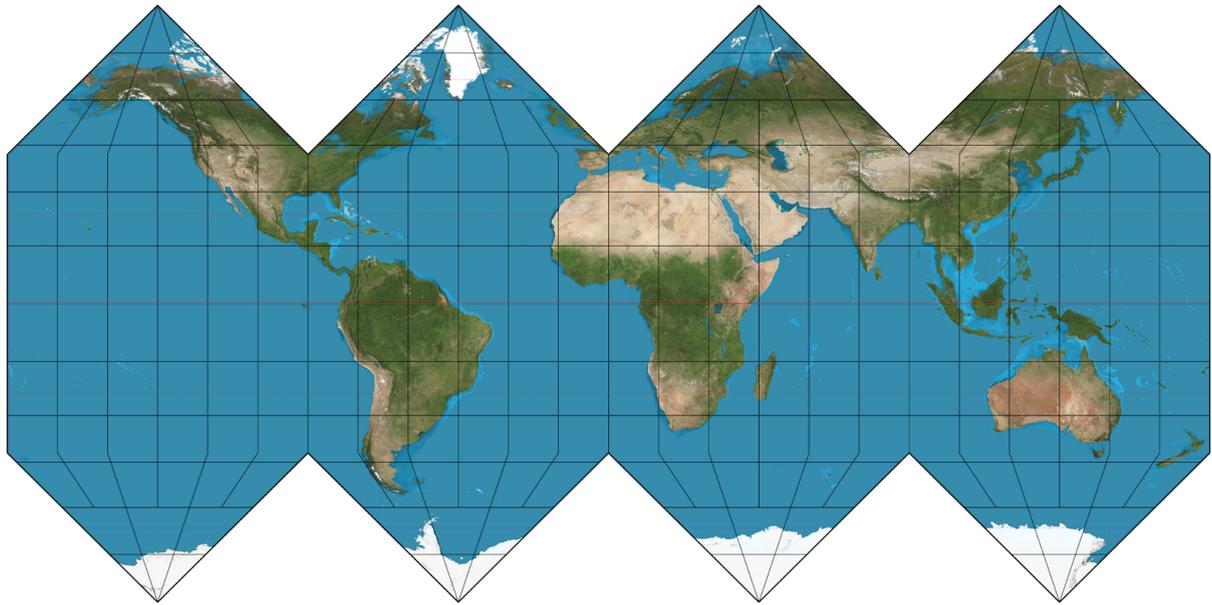
La carte du ciel, partie centrale du cherche-étoiles à insérer dans la pochette.



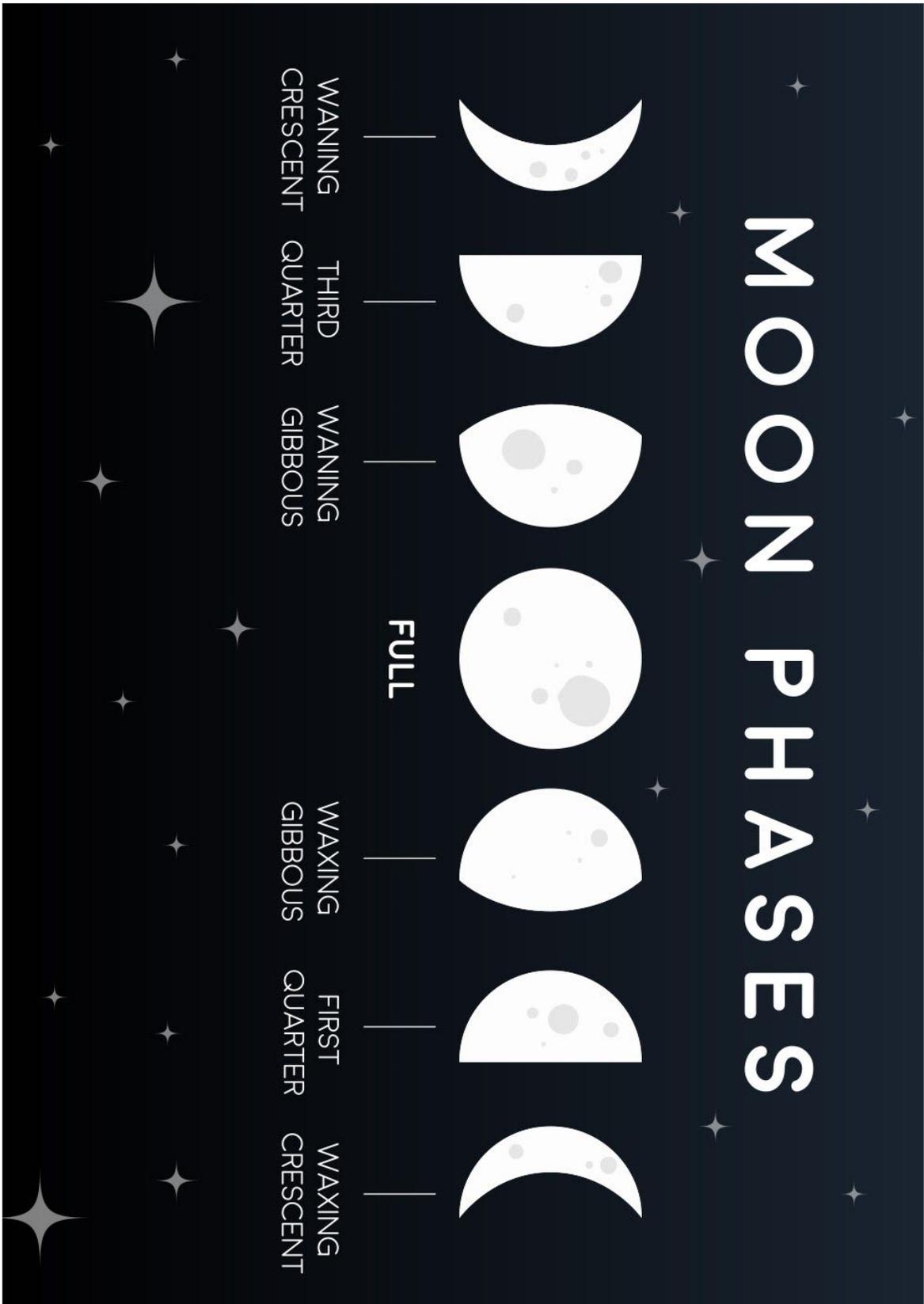
[C] Différentes représentation de la Terre (Wikipédia)







[D] Illustration des phases de la Lune
(www.vecteezy.com)



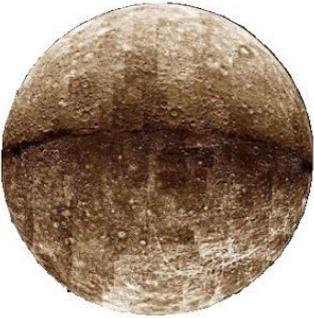
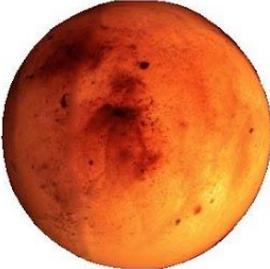
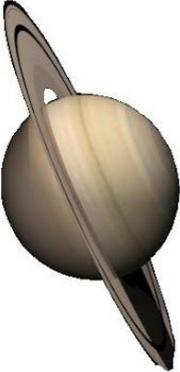
[E] Illustration d'une éclipse de Soleil
(www.futura-sciences.com)



[E] Illustration d'une éclipse de Lune
(www.astrosurf.com)



[F] Set de cartes à plastifier pour classer les planètes

<p>Mercur</p>  <p>Période de révolution : ~88 Jours Diamètre : 4879 Km Température de Surface : 169°C</p>	<p>Vénus</p>  <p>Période de révolution : ~225 Jours Diamètre : 12104 Km Température de Surface : 462°C</p>	<p>Terre</p>  <p>Période de révolution : ~365 Jours Diamètre : 12742 Km Température de Surface : 15°C</p>	<p>Mars</p>  <p>Période de révolution : ~687 Jours Diamètre : 6779 Km Température de Surface : -63°C</p>
<p>Jupiter</p>  <p>Période de révolution : ~4333 Jours Diamètre : 139822 Km Température de Surface : -163°C</p>	<p>Saturne</p>  <p>Période de révolution : ~10759 Jours Diamètre : 116464 Km Température de Surface : -189°C</p>	<p>Uranus</p>  <p>Période de révolution : ~30685 Jours Diamètre : 50724 Km Température de Surface : -218°C</p>	<p>Neptune</p>  <p>Période de révolution : ~60266 Jours Diamètre : 49244 Km Température de Surface : -220°C</p>