



Rédacteur : Bourenane KHERMANE	Date de rédaction : 22/03/2021
Cadre : Scolaire, événementiel, Loisirs	Durée : 3h à une journée
Conditions matérielles : <ul style="list-style-type: none">- Idéalement en intérieur- Avoir une salle sécurisée pour stocker le matériel	Public : 8 à 14 ans 12 participants Maximum

Introduction

L'étude des cratères est intéressante à plus d'un titre. Leur forme et leur taille renseignent sur la nature (composition, résistance, stratifications, porosité) des surfaces planétaires cibles, de leurs impacteurs et les propriétés d'une éventuelle atmosphère. Leur distribution informe sur l'âge des surfaces planétaires et apporte des clés dans la compréhension de leur histoire d'autant que les impacts peuvent être à l'origine d'événements importants voire catastrophiques (formation de la Lune, extinction des dinosaures sur Terre il y a 65 millions d'années...), les plus larges ayant même pu modifier les paramètres orbitaux de certains corps. Les études statistiques des cratères fournissent aussi des informations sur la population des corps impacteurs du système solaire qui sont ce qui reste des planétésimaux de l'accrétion planétaire et donc, à ce titre, des objets très primitifs, témoins privilégiés de la jeunesse du système solaire.



Toute personne ayant vu une photographie de la surface de la Lune s'est déjà demandé pourquoi elle ressemble à une crêpe ? Entre ceux qui disent qu'il y a des trous et ceux qui disent que c'est certainement des volcans, le mot cratère est souvent réservé aux scientifiques.

Dans les faits, les cratères sont beaucoup étudiés, pour leurs formes, leurs tailles, leurs histoires...

Cette animation, accessible à tous les publics, permet de mettre la lumière sur la formation des cratères et leur intérêt tout en pratiquant des sciences (mécaniques, mathématiques, géologie, ...)

Objectifs généraux :

- Identifier un cratère
- Comprendre les énergies liées aux mouvements de corps et de masses
- Comprendre les processus de formation des différents types de cratères
- Expérimenter des démarches et protocoles scientifiques
- Repérer des cratères à partir d'images satellitaires



Durée : 2h00 à 3h00

Public : dès 8 ans (12)



Les objectifs doivent être adaptés à l'âge des enfants et peuvent être affinés tout au long de la séquence pour être au plus proche du terrain.

Séquence n° 1

Relevé des représentations sur le système solaire



Temps : 15-20 min



Niveau :

Mots-clés

- ☐ Cratère
- ☐ Expérimentation
- ☐ Simulation



Objectifs de la séquence

■ Savoir connaissances :

- Faire un état des lieux sur les connaissances du système solaire par le groupe
- Situer les différents objets du système solaire
- Faire un historique du système solaire et de sa genèse
- Faire le tri entre : une météorite, un météoroïde, un météore, un bolide, un astéroïde, une comète et une étoile filante.
-

■ Savoir-faire :

- Organiser les différents astres du système solaire

■ Savoir être :

- Interagir / échanger en groupe
- Construire ensemble



Conditions matérielles

Matériel nécessaire

☐ Outils

- ✓ Jeu de carte (système solaire) à placer dans l'espace (format A6)
- ✓ Un imagier du système solaire en formation (Format A3 ou A4)

☐ Consommable



Déroulement proposé

Dans une première phase l'animateur pose le cadre et rappelle la thématique astronomie/système solaire et sa composition.

Il pose des questions sur notre système planétaire.

Afin de mettre à plat les notions sur le système solaire, Il distribue le premier jeu de cartes et demande aux participants de les organiser dans l'espace pour essayer d'en avoir une représentation.

On demande aux participants de commenter le résultat et de justifier les choix faits par les uns et les autres sous forme d'un débat encadré (qu'est-ce qui va où ? qu'est-ce qui est quoi ? ...)

Quels types de corps existent ? Les définir : planètes, lunes, astéroïdes, comètes, poussières, etc., dans quel ordre sont-ils (=distance au Soleil) Comment occupent-ils l'espace -> orbite autour du Soleil, globalement dans le même plan et en tournant dans le même sens

Petite mise-en-garde : si la distribution dans l'espace proposée par le groupe est plutôt linéaire (tous les astres alignés en fonction de leurs distances respectives au Soleil), on attire l'attention sur le fait que ce n'est pas comme ça dans la réalité.

Souligner également que la représentation à plat, sur une table, traduit bien l'organisation générale du système solaire qui ressemble à un grand disque plat. Mais cela reste une simplification de la réalité, les orbites des astres ne sont pas strictement dans le même plan et ce d'autant plus que l'on s'éloigne du Soleil.

Après le débat les participants vont essayer de replacer les images dans l'espace pour faire une représentation proche de la réalité.

Aborder la notion d'échelle et arriver à la conclusion que la représentation n'est pas à l'échelle.

Dans un second temps, parler de l'histoire de la genèse du système solaire.

Montrer les images du système solaire en formation.

Dire qu'au début c'était un nuage de poussières qui va se concentrer par graviter et va se mettre à tourner. Le mouvement va l'aplatir, ce qui va créer un disque. Il va y avoir des agrégations à différents endroits ce qui donnera naissance à tous les objets identifiés auparavant (planète, comète, astéroïdes, ...).

Les objets en question, avant de se stabiliser sur des orbites, vont tourner autour du Soleil et vont rencontrer et percuter d'autres objets sur leur route. Et ces impacts constituent le processus géologique majeur dans le système solaire qui permet la formation et la transformation des objets qui le constituent.



Pour aller plus loin

Utiliser le simulateur d'orbite pour visualiser les orbites, créer un billard planétaire (lancer chaotique de plusieurs billes en même temps et observer ce qui se passe.

Pour faire une transition avec la prochaine séquence

Commencer par évoquer les comètes, les astéroïdes... Et sonder le groupe sur ses connaissances générales sur ses objets. L'animateurs peut noter les mots clefs sur un tableau, des post-it ou juste mettre l'accent dessus (si on est en extérieur par exemple) en les répétant pour les ancrer dans la mémoire collective du groupe.

Après les premières réponses on commence à faire le tri entre les différentes définitions. Il est important de bien définir les météorites, les bolides, et les météores.

Il est possible de s'aider d'un jeu d'images pour illustrer la définition de chaque objet.

Pour en savoir plus :

Définition de : météorites, bolides, astéroïde...

- https://www.notre-planete.info/terre/fin_du_monde/asteroides.php



Attention :

Séquence n° 2

Recueil des représentations sur les cratères



Temps : 10 à 15 min



Niveau :

Mots-clés

- ☐ Cratère
- ☐ Météorite
- ☐ Astéroïde
- ☐ Comète
- ☐ ...

Objectifs de la séquence

Savoir connaissances :

- Définir ce qu'est un Cratère. (Facultatif : voir la définition dans un dictionnaire). Donner ces caractéristiques
- Se représenter (visuellement) un cratère d'impact.

Savoir-faire :

- Dessiner une représentation d'un cratère
- Chercher dans un dictionnaire

Savoir être :

- Prendre la parole en groupe
- Ecouter les autres



Conditions matérielles

Matériel nécessaire

☐ Outils

- ✓ Une malle papeterie
- ✓ Imagier nature de cratère
- ✓ Papeterie

☐ Consommable

- ✓ Feuilles blanche A4)
- ✓ patafix



Le déroulement proposé

Maintenant qu'on sait que certains objets du ciel finissent par tomber sur la Terre (ou d'autres objets célestes) on pose la question de ce qui se passe si un (petit, moyen ou gros) objet venait à tomber sur la Terre ? L'idée étant d'arriver à dire que ça cause des dégâts. Et que ces dégâts se matérialisent par des trous (cratères)

La question d'après est : Est-ce que tous les cratères sont causés par des chutes de météorites ou de bolides ?

- On peut demander aux participants de dessiner un cratère tel qu'ils l'imaginent.

- Distribuer les cartes du jeu « cartes cavités », inviter les participants à essayer de classer les cavités qu'ils observent en différentes catégories en fonctions de comment ils pensent qu'elles se sont formées.

Pour conclure cette séquence :

Parler des cratères d'explosion (météoritique ou activités humaine), d'effondrement, volcanique...

De là, parler des cratères d'impact et donner une petite définition de ceux-ci.

Types de cratères :

- https://www.vigie-cratere.org/vrai_faux
- <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/structure-terre-cratere-452/>

Séquence n° 3

Pluie de météorites



Temps : 60 min



Niveau :

Mots-clés

- ☐ Cratère
- ☐ Expérimentation
- ☐ Simulation

ete
ences
ur les jeunes



Objectifs de la séquence

Savoir connaissances :

- Comprendre les processus de formation des cratères et les paramètres en jeu
- Expérimenter soi-même avec des projectiles de différents types
- Mettre en place un protocole expérimental scientifique
- Apprendre une technique pour classer des cratères par âge

Savoir-faire :

- Utilisation d'outils de mesure

Savoir être :



Conditions matérielles

Matériel nécessaire

Outils

- ✓ Contenant (bacs, bassines, boîtes à chaussures)
- ✓ Projectiles (billes diverse, cailloux...)
- ✓ Passoire (ou petit tamis)
- ✓ Mètre enrouleur ou décamètre
- ✓ Bâche de protection
- ✓ Balais (balayette) et pèle
- ✓ Aspirateur (facultatif)
- ✓ Pieds à coulisse
- ✓ Règle graduées
- ✓ Module papeterie
- ✓ Ventilateur (petit modèle)
- ✓ Pour aller loin : Ordinateurs ou tablette connectés à internet (voir lien dans la section « en savoir plus »)

Consommable

- ✓ Farine, sable, semoule (ou autre matériau représentant le sol)
- ✓ Poudre de cacao, café (ou autre matériau pour contraster avec le premier matériau)
- ✓ Feuilles blanches
- ✓ Paille



Déroulement proposé

Mettre en place les bâches par terre (surface plane)

Remplir les bacs avec le matériau mis à disposition (farine, sable...)

Saupoudrer avec le matériau qui va contraster avec le matériau principal (cacao, café...)

Donner des consignes claires :

On se met tous du même côté de la salle et si lancement il y a on lance dans le même sens (du côté opposé, là où il n'y a personne)

On fait attention à ne pas mettre de la farine partout

On laisse dans le groupe chacun son tour lâcher un projectile

Retirer le précédent projectile avant d'en lâcher un nouveau (une météorite se volatilise lorsqu'elle crée un cratère)

A disposition 6 bacs + 12 Kg de farine + billes diverses.

1^{ère} étape : tester l'influence de la taille

Une petite bille et la balle de pétanque

Lâcher de la même hauteur, l'un à côté de l'autre les 2 projectiles -> le plus gros fait un impact plus important.

2^{ème} étape tester l'influence de la vitesse

Lâcher deux billes identiques, une à 5 et l'autre à 50 cm de hauteur. Plus la bille est lâchée de haut plus elle fera un gros impact. (Plusieurs autres hauteurs peuvent être testées)

3^{ème} Varier l'angle d'incidence

Lancer (pas très fort) les projectiles selon des angles d'incidence variant entre 10 et 90°. Observer la forme des cratères, la direction des éjectas.

On peut se servir d'un plan incliné pour mieux maîtriser l'angle et en partie, les autres paramètres (vitesse, hauteur...)

4^{ème} étape tester le principe de superposition

Créer un premier cratère, ôter la bille. Puis faire un 2^{ème} cratère légèrement décalé. Bien regarder comment les deux cratères se recoupent. Le 2^{ème} va effacer en partie la marque du premier. Et c'est comme cela qu'on peut savoir qu'il est plus récent.

5^{ème} Simuler l'érosion par le vent

A l'aide des pailles on peut souffler sur les cratères pour simuler l'érosion par le vent. On peut aussi utiliser

les ventilateurs (faire attention à ne pas en mettre partout)

Conclusions :

La Terre (comme les autres objets célestes) subit des impacts de météorites depuis longtemps et continue d'en subir.

La plupart des gros cratères sont liés au grand bombardement tardif datant de 4 milliard d'années. Lors duquel beaucoup d'astéroïdes ont été sorti de leur orbite et sont venu s'écraser sur les planètes et satellites.

Les cratères peuvent être témoins d'époques lointaines et garder les traces des époques antérieures.

Sur des planètes lointaines, les cratères sont des objets de curiosités et sont étudiés pour tout ce qu'ils contiennent comme informations sur ces astres. Par exemple ils nous donnent accès à des profondeurs inatteignables autrement (la technologie actuelle ne nous le permet pas).

Exemple de complément d'informations si on travaille sur la Lune :

La surface de la Lune est couverte d'une matière semblable à la farine (c'est le régolithe). Et cela est justement dû au fait que la roche de la surface lunaire est constamment réduite en miette par les impacts de météorite.

Plus une surface est constellée de cratère plus elle est ancienne (plus cela fait longtemps qu'il ne s'est rien passé d'autre). On peut ainsi constater que les Mers de la Lune comportent peu de cratères. L'explication : ce sont des énormes cratères qui ont été rempli de lave. Ce qui a effacé les marques des cratères plus anciens.

Défi

Produire deux cratères de même taille avec deux billes de masse différente. La taille des cratères dépend de l'énergie de l'objet qui tombe sur le sol. L'objet possède une énergie potentielle de départ qui dépend de sa hauteur et de sa masse. Plus la hauteur initiale de l'objet est grande et plus son énergie potentielle est importante. De plus, plus l'objet est lourd et plus son énergie potentielle est grande également. Une bille trois fois plus lourde devra donc être lâchée d'une hauteur trois fois plus faible si l'on veut réussir ce nouveau défi.



Pour en savoir plus :

Pour aller plus loin (si on dispose d'ordinateurs ou tablette et d'accès à internet) on peut faire des simulations de chutes de météorite (bolide) en variant tous les paramètres précédemment testés (et plus encore)

Lien du simulateur : <http://simulator.down2earth.eu/planet.html?lang=fr>



Attention :

- Faire attention à ce que la séance d'animation ne sorte pas du cadre.
- En début de séance bien installer les baches de protection.
- On indique bien aux participants que les différentes poudre ne sont pas bonnes à manger.
- On récupère les matériaux utilisés (farine, semoule...) remettre ça dans les bacs et fermer pour ne pas salir la malle thématique.
- Veiller à bien nettoyer la salle à la fin

Séquence n° 4

Où est le Cratère, il fait quelle taille ?



Temps : 20 min



Niveau :

Mots-clés

- ☐ Cratère
- ☐ Image Satellite
- ☐ Observation



Objectifs de la séquence

Savoir connaissances :

- Savoir interpréter des images satellitaires (Terre, Lune, Mars...)
- Comprendre et utiliser une échelle de mesure
- Faire des multiplications et des divisions selon des formules données

Savoir-faire :

- Rechercher un emplacement sur Terre à l'aide des outils web (objectif dépendant de la disponibilité du matériel requis : ordinateurs connectés à internet).
- Utilisation de pied à coulisse ou autre instrument de mesure des distances (dimensions).
- Utilisation d'une loupe.

Savoir être :

- Travailler en groupe.



Conditions matérielles

Matériel nécessaire

☐ Outils

- ✓ Images satellitaires plastifiées (kit de 36/48 images)
- ✓ Mappemonde
- ✓ Loupes

☐ Consommable

- ✓ Marqueurs effaçables/feutres effaçables
- ✓ Lingettes ou Sopalin pour nettoyer les fiches plastifiées



Déroulement proposé

- Faire des sous-groupes (4 petits groupes).
- Distribuer les imagiers et les marqueurs à chaque groupe.
- Bien expliquer l'objectif de l'activité qui est repérer un maximum de cratères sur les images plastifier et de les entourer avec les marqueurs.
- Distribuer les loupes et expliquer comment s'en servir en toute sécurité.

L'idée étant que tous les groupes aient le même jeu d'images. Et qu'ils ont 10 à 15 minutes pour repérer les cratères.

L'animateur peut passer parmi les petits groupes pour rappeler les critères d'identification d'un cratère, pour s'assurer que tous les jeunes participent activement et que les règles de respect d'autrui sont appliquées.

Au bout de 15 minutes l'animateur fera une pause pour voir ensemble si tout le monde a trouvé. Corriger les fausses réponses et expliquer.

Expliquer pourquoi certains cratères sont plus difficile à trouver (taille, érosion, végétation...)

La seconde partie de la séquence consiste à mesurer/calculer les dimensions d'un cratère à partir des images en utilisant une échelle de mesure et les instruments mis à disposition (pied-à-coulisse, règle graduée...)

A partir des mesures et des échelles données sur les images on essaie de déduire la largeur de quelques cratères.

En sachant que pour la majorité des cratères la largeur est 10 fois plus importante que la profondeur, on demandera aussi à chaque groupe de calculer la profondeur de certains cratères. Afin de leur permettre de visualiser ces dimensions, on donne des exemples de comparaisons par rapport à des objets connus (tour Eiffel, Stade de France, sa maison, sa ville...)

Formule de calcul : $P \leq L/10$ (P étant la profondeur et L la largeur ou le diamètre)

On peut également estimer le diamètre de l'impacteur puisque celui-ci est environ 20 fois plus petit que le diamètre du cratère qu'il a créé.



Pour en savoir plus :



Attention

Séquence n° 5

Régolithe



Temps : 30 min



Niveau :

Mots-clés

- ☐ Cratère
- ☐



Objectifs de la séquence



Savoir connaissances :

- Découvrir ce que c'est que le régolithe
- Comprendre comment se crée cette poussière
- Différencier la réaction de différentes matières (type de sols) face à un impact
- Voir les résultats d'impacts de différents types d'impacteurs (selon nature, taille, poids...)
- Mise en place et respect d'un protocole expérimental.



Savoir-faire :

- Utilisation d'outils de mesure



Savoir être :

- Travailler et discuter en groupe
- Respect des consignes d'usage



Conditions matérielles

Matériel nécessaire

☐ Outils

- ✓ Mortier et pilon
- ✓ Boule de pétanque
- ✓ Boule en bois
- ✓ Boule céramique
- ✓ Pilon roche
- ✓

☐ Consommable

- ✓ Pâte à modeler
- ✓ Sucre en morceau

- ✓ Craie blanche
- ✓ Craie de couleur
- ✓ Bille d'argile
- ✓ Essuie-tout



Déroulement proposé

L'objectif de cette séquence est de comprendre comment le régolithe lunaire s'est formé. Les participants sont invités à expérimenter la collision de différentes matières (impacté et impacteur).

Ils ont à leur disposition différents produits du quotidien (ou pas) qui vont représenter le sol comme la craie, le sucre, billes d'argile, pâte à modeler... (On peut expérimenter d'autres matières)

En même temps on leur propose des impacteurs de différentes matières aussi.

L'idéal est de faire travailler les jeunes en petits groupes (de 2 à 3).

Distribuer les mortiers/pilons et expliquer la procédure à suivre en isolant les paramètres de test.

Attention à être bien régulier en terme de nombre de coup de pilon, de force, de matière...

Répéter l'opération avec plusieurs combinaisons (sol impacteurs).

En fonction du temps, on peut soit :

- Faire expérimenter les groupes avec les mêmes combinaisons de produits (argile/métal...)
- Faire expérimenter chaque groupe sur une combinaison de matières différentes et faire un bilan de cela à la fin.

Cette séquence va introduire la dernière qui consiste en un défi de reproduire les cratères lunaires.



Pour aller plus loin :

On peut parler des problèmes que cause la poussière lunaire pour les astronautes et les dégâts sur les scaphandres.

Si on a suffisamment de matière, on peut essayer de reproduire l'empreinte de la chaussure d'Armstrong sur la lune



Pour en savoir plus :

<http://www.astrosurf.com/luxorion/toxicite-poussiere-lunaire.htm#:~:text=Pire%2C%20sous%20une%20exposition%20prolong%C3%A9e>

[9e,de%20subir%20des%20malades%20pulmonaires.](#)

<https://www.futura-sciences.com/sciences/dossiers/astronomie-toxicite-poussiere-lunaire-martienne-548/>



Attention :

Séquence n° 6

Le défi Cratère



Temps : 40 à 60 min

Cette séquence s'inscrit dans la continuité de la séquence 3. Elle reprend les mêmes principes et le même matériel globalement. La grande différence c'est qu'il sera demandé aux participants d'analyser des images de cratères (lunaire par exemple) et d'essayer de les reproduire. Les groupes vont pouvoir faire des tests de leurs côtés avant de regrouper tout le monde pour mettre au défi les différents groupes.



Conditions matérielles

Matériel nécessaire

☐ **Outils**

- ✓ Voir séquence 3
- ✓ Images de cratère à reproduire.
- ✓ Images correction

☐ **Consommable**

- ✓ Voir la séquence 3

Mots-clés

- ☐ Cratère
- ☐ Météorite
- ☐ Astéroïde
- ☐ Comète



Déroulement proposé

Les participants sont mis en équipe et ont pour objectif de reproduire une image de relief lunaire qui leur est attribuée. Ils disposent d'une réserve de projectiles qui varient selon plusieurs critères (forme, masse, taille, etc.) et doivent choisir ceux qui conviennent pour réaliser ensuite eux-mêmes des cratères en jouant encore sur plusieurs paramètres (vitesse, angle d'impact, etc.). Ils doivent se rapprocher le plus possible de l'image. En conclusion, les équipes expliquent les choix réalisés et l'animateur reprend les images en apportant les explications correspondantes.

Adaptation possible

Si la configuration le permet, changer d'échelle et réaliser les lancers dans un grand bassin, avec des projectiles plus imposants, en montant sur un escabeau, en réalisant des photos des résultats obtenus, etc., pour un effet plus spectaculaire.

 **Pour en savoir plus :**



Attention