

Projet pédagogique

Astronomie et esprit critique

Projet pédagogique

Astronomie et esprit critique

Cycle 2-Lycée

Présentation du dossier

Nous présentons ici deux séquences thématiques constituées de séances de classe qui permettent de travailler sur le dépassement des croyances et des idées fausses en astronomie grâce à la mise en place d'observations rigoureuses.

- Séquence 1. La Terre et la Lune (cycles 2, 3, 4) (p. 9)
- Séquence 2. Nous et les astres (collège-lycée) (p. 36)

Les séances contenues dans les deux séquences visent à aider les élèves à développer leur esprit critique, et à prendre conscience du rôle d'un raisonnement outillé par les mathématiques et par des stratégies d'observation rigoureuses afin de se forger une image de la réalité aussi objective et précise que possible. Parfois, en effet, nos impressions et nos intuitions nous trompent et seul le recours à des procédés sophistiqués nous permet de nous en rendre compte et de les corriger.

Les activités contenues dans les séances permettent de mettre les élèves en condition de développer leurs connaissances de la Terre (sa forme, sa dimension), de la Lune et des étoiles. Il s'agit d'observables qui sont tous les jours sous nos yeux mais nos yeux peuvent nous tromper à leur égard si on n'adopte pas des méthodes particulières d'observation.

Les élèves vont également développer leurs compétences en lien avec la démarche utilisée par les scientifiques, leur approche méthodique et rigoureuse d'observation, en en faisant l'expérience simplifiée. Enfin, ils vont être amenés à réfléchir à la nature de la connaissance scientifique, comparée à celle de nos intuitions et opinions spontanées.

Une partie des séances proposées sont extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (CLEA) (www.clea-astro.eu). D'autres sont extraites de projets et séquences pédagogiques produites par la Fondation *La main à la pâte*.

Vous trouverez également dans ce dossier :

- la liste des connaissances et des compétences disciplinaires travaillées (p. 2) ;
- un éclairage pédagogique concernant le travail sur les compétences transversales au centre de ce dossier : observation et esprit critique et sur comment favoriser le transfert de ces compétences à d'autres domaines et contenus que ceux proposés ici (pp. 3-8) ;
- deux fiches pouvant servir de modèle pour l'évaluation des compétences acquises par les élèves des cycles 2-3 et pour les élèves du cycle 4-lycée sont proposées à la fin du dossier (pp. 45-47 et pp. 48-49).

Les connaissances et les compétences disciplinaires travaillées

Les activités proposées dans les deux séquences visent à permettre aux élèves de développer des connaissances scientifiques, notamment dans les domaines suivants :

Cycle 2	<ul style="list-style-type: none">• Questionner le monde• Pratiquer des démarches scientifiques• S'approprier des outils et des méthodes Questionner l'espace et le temps <ul style="list-style-type: none">• Identifier des représentations globales de la Terre<ul style="list-style-type: none">• La Terre et les astres• Cartes du système solaire• Saisons, lunaisons• Se repérer dans le temps<ul style="list-style-type: none">• Calendriers• Alternance jour/nuit, cycles, mois, semaines, saisons... EMI : Préparer à l'exercice du jugement et de l'esprit critique EMC : Développer les aptitudes au discernement et à la réflexion critique
Cycle 3	Sciences et technologie <ul style="list-style-type: none">• Pratiquer des démarches scientifiques• S'approprier des outils et des méthodes Matière, mouvement, énergie, information : <ul style="list-style-type: none">• La planète Terre<ul style="list-style-type: none">• Situer la Terre dans le système solaire• Décrire les mouvements de la Terre• Travailler à partir de l'observation et de démarches scientifiques variées (modélisation, expérimentation, etc.).• Faire - quand c'est possible - quelques observations astronomiques directes. Découvrir l'évolution des connaissances sur la Terre et les objets célestes depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours. EMI : Exploiter l'information de manière raisonnée EMC : Exercer son jugement, développer l'esprit critique
Cycle 4 - Lycée	SVT <ul style="list-style-type: none">• Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers<ul style="list-style-type: none">• Décrire la structure de l'Univers et du système solaire• Aborder les unités de distance, les ordres de grandeur• Identifier les sources fiables en ligne• S'ouvrir vers la recherche, les observatoires• Expliquer comment les sciences évoluent EMI : Exploiter l'information de manière raisonnée EMC : Développer les aptitudes au discernement et à la réflexion critique

Les compétences transversales : observation et esprit critique

Les activités proposées permettent de faire travailler les élèves sur l'observation. En quoi l'observation représente une compétence (ou un ensemble de compétences) fondamentale pour développer les capacités de raisonnement des élèves ?

Les activités proposées ont également pour but de permettre aux élèves de développer leur esprit critique - en lien avec l'acquisition de connaissances et de compétences disciplinaires - et de transférer ces acquisitions vers leur vie quotidienne. Mais qu'est-ce que l'esprit critique ? Et comment aider les élèves à transférer les compétences acquises en classe et à exercer leur esprit critique dans la vie quotidienne ?

L'observation une compétence fondamentale

L'observation se place à la base de toute compréhension. C'est un processus actif, motivé par la curiosité et lui-même moteur de notre volonté d'explorer le monde.

Dans la vie de tous les jours nous observons le monde à l'aide de nos sens. Les observations ainsi collectées servent de base à nos raisonnements et connaissances. Elles sont continuellement renouvelées et nous permettent de mettre à jour nos idées. Leur fonction est de guider nos actions dans un monde complexe et changeant.

Lorsque l'on observe quelque chose, on ne se limite que rarement à « voir », c'est-à-dire à constater les formes, couleurs, des objets. En l'espace de quelques millisecondes, et sans que nous nous en rendions compte, notre cerveau analyse les informations fournies par les sens et en donne une interprétation cohérente : il intègre différentes sources d'information, fait des suppositions sur leur origine, résout plusieurs problèmes, comme calibrer les informations provenant de chacun des deux yeux

Assez spontanément, nous identifions des régularités dans notre environnement. Très vite nous en retirons des connaissances : identification d'objets ou de situation, interprétations...

A partir des seuls éléments observables dont nous disposons, nous pouvons donc retracer, de façon plus ou moins certaine, des événements du passé, ou anticiper des événements à venir.

L'observation naturelle est cependant limitée. Les caractéristiques de nos organes sensoriels conditionnent ce que nous pouvons capter. Dans le cas de la perception visuelle, par exemple, nos yeux ne sont pas sensibles à la gamme complète des longueurs d'onde présentes dans un faisceau lumineux, mais seulement à une toute petite partie d'entre elles.

Les interprétations que notre cerveau donne des stimuli véhiculés par les organes de sens peuvent diverger de la réalité physique. La perception ne se limitant pas à enregistrer des états du monde, des illusions peuvent s'y insérer. Cette divergence entre réalité et observation n'est pas nécessairement problématique, et nos sens nous servent généralement bien dans la vie de tous les jours. L'observation naturelle reste cependant insuffisante pour permettre d'appréhender la réalité de manière objective et peut nous induire en erreur dans nos choix et décisions du quotidien.



Sur l'image ci-dessus, les deux cercles jaunes ont la même taille (la même propriété physique) mais nous percevons l'un plus grand que l'autre (les propriétés perceptives sont différentes). Nous sommes face à une

illusion perceptive. Les illusions sont des phénomènes dont nous sommes tous « victimes », car ils ne dépendent pas du mauvais fonctionnement de nos organes de sens (comme c'est le cas pour les erreurs de perception à distance dues à la myopie par exemple). Dans l'illusion présentée ici, tout le monde a tendance à voir un cercle comme étant plus grand que l'autre ! Les illusions sont aussi « résistantes » à la connaissance ; elles fonctionnent même si on sait que ce sont des illusions. Ces caractéristiques font des illusions des phénomènes surprenants mais utiles pour les scientifiques, qui les voient comme des fenêtres ouvertes sur notre cerveau, révélatrices de son fonctionnement.

En plus de ces imprécisions ou erreurs induites par nos « outils naturels » d'observation, nous avons rarement recours à des stratégies d'observation méthodiques et rigoureuses. Nos observations sont le plus souvent « improvisées » et peu structurées : nous ne nous donnons pas la peine d'être attentifs aux détails des objets ou de notre environnement. Nous pouvons – par ailleurs – manquer du vocabulaire nécessaire pour communiquer ces mêmes détails. Enfin, il est difficile de distinguer ce que nous avons réellement « vu » de ce que nous avons pu interpréter.

En prenant conscience de ceci, nous pouvons préparer nos observations, focaliser notre attention et bien définir ce que nous souhaitons observer. Malgré tout, la plupart du temps, nos observations ne seront pas répétées, ni stratégiquement confrontées avec celles menées dans d'autres situations. En somme : nos observations du quotidien ne sont pas naturellement « expertes ».

L'observation scientifique est une forme experte d'observation

Rien n'est plus omniprésent – en sciences – que l'observation. Les sciences ont fait de l'observation naturelle une activité rigoureuse et l'ont déclinée sous plusieurs modalités : en laboratoire ou en milieu naturel, avec ou sans expérimentation...

Quand le scientifique mène des observations, il ne se limite pas à enregistrer l'un ou l'autre des aspects du monde qui l'entoure. Il éduque en même temps ses sens, en étend les capacités grâce à une pratique rigoureuse, aiguise ses capacités de tri et d'identification, décrit ses observations de façon détaillée, adopte un langage précis et non ambigu : il transforme une capacité naturelle en une expertise technique hautement développée.

Le passage des observations aux inférences, en sciences, s'accompagne d'une méthodologie rigoureuse. Premièrement, les scientifiques veillent à séparer ces deux étapes intellectuelles : dans un cahier de laboratoire, par exemple, le scientifique consigne ses observations séparément de ses interprétations. Deuxièmement, avant de fournir une interprétation, les scientifiques s'efforcent de répéter plusieurs fois la même observation, voire de mener des observations complémentaires pour s'assurer de la fiabilité des données.

Fréquemment, les scientifiques étudient des objets et des phénomènes qui ne peuvent pas être observés directement, des objets « invisibles ». C'est le cas des objets trop petits (les quarks), trop anciens (les premières formes de vie ou les premiers instants de l'univers), trop lointains (certaines planètes ou étoiles) ou encore immatériels (les rumeurs, les croyances, les idées)...

Les scientifiques se sont dotés d'instruments qui permettent de dépasser les limites de nos sens et aussi de notre raisonnement : certains outils d'observation élargissent les limites du visible (microscopes, télescopes...) ; d'autres outils nous permettent d'accéder à des mesures quantifiées (thermomètres, pH-mètres, baromètres, etc...) ; d'autres encore nous permettent de classer les observations qui s'accumulent de façon confuse et ainsi de repérer plus facilement des structures (grilles, graphiques, cartes)... Ainsi, chaque observation méthodique ouvre à la possibilité d'une découverte.

(Extrait de : Fondation *La main à la pâte* - [Observer](#), dans [Esprit scientifique, Esprit critique](#), <https://www.fondation-lamap.org/fr/esprit-scientifique>)

Qu'est-ce que l'esprit critique ?

Dans notre vie quotidienne, nous sommes en permanence confrontés à la nécessité d'évaluer des informations : quand on lit les infos partagées sur les réseaux sociaux ou sur Internet, qu'on s'informe pour prendre des décisions importantes ou qu'on est face à des opinions contraires aux nôtres.

L'esprit critique est un exercice d'évaluation de la qualité des informations à notre disposition, en vue de prendre une décision ou de se forger une opinion. L'objectif est d'ajuster la confiance que l'on peut accorder à une affirmation au regard de sa qualité réelle : ne pas accepter de fausses informations et ne pas refuser des informations avérées.

Pourquoi certaines d'entre elles méritent-elles notre confiance ? Une condition essentielle est que l'information doit être appuyée par des preuves de qualité. Par exemple, l'affirmation selon laquelle la Terre est plutôt sphérique – et non plate – est soutenue par de nombreuses preuves solides. C'est en vertu de ces preuves que la communauté scientifique l'accepte comme un fait établi.

Les sciences rassemblent une vaste banque d'outils, conçus pour produire des connaissances du monde naturel aussi objectives que possible. D'une grande diversité, ces outils permettent de répondre aux spécificités de l'ensemble des phénomènes que nous cherchons à comprendre, mais aussi de s'adapter aux contraintes imposées par les conditions dans lesquelles se déroule la recherche. Ainsi, il n'est pas possible d'adopter le même protocole pour étudier le passé de l'Univers ou l'effet d'un médicament sur des patients. Mais, dans tous les cas, l'objectif poursuivi est de mettre en place des stratégies pour produire la meilleure connaissance possible.

Par ailleurs, les scientifiques disposent d'outils pour évaluer et communiquer la confiance qu'ils accordent à une connaissance donnée, notamment du fait de la qualité des preuves à disposition et du degré de cohérence entre elles. L'évaluation de la qualité des connaissances produites se fait de manière collaborative, ce qui est, là aussi, un gage de fiabilité.

Nous le voyons, **l'éducation à l'esprit critique – à savoir la capacité à évaluer l'information – et la compréhension du fonctionnement de la science sont intimement liées. En plus de nous doter d'une compréhension riche et détaillée des phénomènes naturels qui nous entourent, elle constitue un accès à une boîte à outils permettant de distinguer les affirmations fiables de celles qui le sont moins.** Notons, d'ailleurs, que la transmission de cet esprit scientifique ne relève pas uniquement de l'enseignement scientifique. Chaque discipline peut contribuer au développement de la capacité de l'élève à évaluer des contenus et des sources d'information.

Faire preuve d'esprit critique est un ensemble de compétences à acquérir. Elles permettront à chacun d'accorder une confiance juste et éclairée à son propre jugement et à l'information fournie par les autres, en vue de prendre des décisions fondées sur les meilleures connaissances disponibles.

(Extrait de : Fondation *La main à la pâte* - [Faire preuve d'esprit critique](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/faire-preuve-esprit-critique/), <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/faire-preuve-esprit-critique/>)

Les compétences de l'esprit critique

Savoir ajuster sa confiance pour se forger une opinion ou prendre une décision	<ul style="list-style-type: none">• Savoir ajuster sa confiance en une information donnée sur la base de l'évaluation des sources, des arguments et des contenus de l'information même.• Savoir reconnaître les situations dans lesquelles nous ne pouvons pas nous prononcer de manière affirmative, par manque de connaissances ou en raison de la qualité des informations disponibles. Savoir reconnaître une information qui mérite notre confiance d'une information douteuse, une opinion d'une connaissance.• Savoir justifier et faire évoluer ses positions à la lumière de connaissances ou preuves ultérieures.
Savoir évaluer les sources	<ul style="list-style-type: none">• Identifier la source, différencier des sources de nature différente, repérer l'auteur (ou son absence).• Évaluer l'expertise de la source (ex. si la source émane d'un groupe d'experts en la matière).• Reconnaître les motivations qui pourraient influencer la fiabilité de la source.• Vérifier par le croisement des sources expertes et fiables la présence d'un consensus.
Savoir évaluer les arguments	<ul style="list-style-type: none">• Évaluer la pertinence d'un argument par rapport à la question et savoir repérer les mauvais arguments.• Savoir reconnaître un argument bien formé, structuré, logique, justifié.• Savoir lire des données présentées de façon numérique ou graphique, savoir en évaluer la pertinence et la représentation correcte, le risque éventuel de mauvaises interprétations.
Savoir évaluer les contenus	<ul style="list-style-type: none">• Vérifier la plausibilité (crédibilité) d'un contenu par rapport aux meilleures connaissances disponibles.• Se préoccuper de demander les preuves à l'appui du contenu en question, notamment lorsque le contenu est surprenant ou l'enjeu important.• Évaluer si ces preuves sont solides, notamment en s'interrogeant sur les méthodes à travers lesquelles elles ont été produites. Savoir reconnaître les biais, erreurs et autres facteurs pouvant affecter la fiabilité d'une conclusion.• Plus en particulier, dans un contexte scientifique :<ul style="list-style-type: none">• Savoir reconnaître les conditions de fiabilité d'une conclusion ou affirmation scientifique (ex. si elle fait l'objet d'un consensus d'experts, si elle se base sur une convergence de preuves multiples basées sur des méthodes considérées adaptées et fiables par la communauté des experts, si elle a fait l'objet d'échanges et de critiques par les pairs, ...).• Savoir reconnaître les spécificités d'une démarche scientifique, les questions auxquelles on peut répondre en utilisant une telle démarche et savoir identifier les protocoles

adaptés pour répondre à une question de type scientifique (observation, expérimentation, modélisation).

- Savoir identifier les caractéristiques d'une observation, expérimentation ou modélisation fiables, les risques d'erreur, les biais qui peuvent affecter le résultat, les stratégies pour s'en protéger (ex. observations rigoureuses, à l'aide d'instruments adaptés, expérimentations ayant recours à des contrôles rigoureux, répétition des observations, multiplication des données, réplication des expériences, ...). Savoir mettre en relation la rigueur de la méthode avec la fiabilité des résultats obtenus.
- Savoir reconnaître si les conséquences et les interprétations sont en lien avec la question initiale et avec les données récoltées et vérifier si l'interprétation est justifiée (ex. éviter de sauter aux conclusions dans le cas de question sur l'existence d'une corrélation avérée ou d'une relation causale ; savoir quand il est nécessaire d'accumuler plus de données et de connaissances pour appuyer une conclusion ; ne pas se contenter d'explications simplistes et réductrices dans le cas de phénomènes complexes).
- Savoir reconnaître une théorie scientifique d'une théorie pseudo-scientifique, savoir caractériser des concepts scientifiques clé (ex. théorie, loi, hypothèse, fait, modèle).

Comment favoriser le transfert des compétences acquises à la vie quotidienne ?

Malheureusement, le transfert d'un contexte académique, disciplinaire vers des contextes propres à la vie quotidienne ne se fait pas nécessairement de façon automatique. Il existe cependant des stratégies qui peuvent aider à le favoriser.

Voici quelques indications pratiques pour faire en sorte que les « gouttes d'esprit critique » que vous allez insérer dans vos cours disciplinaires (dans ce cas, dans vos cours sur l'astronomie, la Terre, la Lune, les astres) puissent être généralisées et enfin réutilisées par vos élèves dans d'autres contextes et en lien avec de nouveaux contenus.

S'appuyer sur un travail régulier et sur la durée

Les activités présentées ici sont un point d'étape et constituent un exemple de contenus disciplinaires qui peuvent constituer un appui concret pour le développement des capacités d'esprit critique des élèves. Il faudra multiplier les occasions où les critères de l'esprit critique travaillés grâce aux séances proposées (et d'autres critères) sont mobilisés, en lien avec des contenus disciplinaires variés. On veillera alors à rappeler que les critères mobilisés ont déjà été rencontrés à une occasion donnée. On aidera ainsi les élèves à faire le lien entre les deux situations et à repérer les éléments communs qui sont sous-jacents à ces contextes différents et à ces contenus disciplinaires spécifiques.

Expliciter ou aider les élèves à expliciter en quoi les activités proposées permettent de développer leur esprit critique

Les séances proposées dans ce dossier permettent notamment de travailler l'observation et les caractéristiques d'une observation rigoureuse et fiable, visant à vérifier la réalité ou les caractéristiques d'un phénomène. Un résultat ou une conclusion concernant un phénomène donné sont d'autant plus fiables que l'observation :

- se base sur des descriptions rigoureuses (voir à ce propos le document : [Décrire de manière rigoureuse](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/decire-de-maniere-rigoureuse/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/decire-de-maniere-rigoureuse/>) ;
- fait appel à des critères adaptés d'identification et de description ([Faire appel à des critères d'identification](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/faire-appel-criteres-identification/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/faire-appel-criteres-identification/> ; [Choisir les bons critères d'identification](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/choisir-criteres-identification/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/choisir-criteres-identification/>) ;
- est outillée ([Outiller l'observation pour la rendre plus objective](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/outiller-observation/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/outiller-observation/>) ;
- est répétée ([Multiplier les observations pour généraliser](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/multiplier-observations/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/multiplier-observations/>) ;
- est capable de prendre en compte le hasard ([Prendre en compte le hasard](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/prendre-en-compte-hasard/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/prendre-en-compte-hasard/>) et a recours à des outils mathématiques, statistiques ([S'interroger sur la réalité d'un phénomène](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/interroger-realite-phenomene/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/interroger-realite-phenomene/>) ;
- est capable de prendre en compte les biais qui peuvent nous influencer ([Prendre conscience des biais qui affectent nos observations et influencent nos conclusions](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/prendre-conscience-biais/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/prendre-conscience-biais/>) ;
- ne fait pas de confusion entre observations et interprétations ([Ne pas confondre observations et interprétations](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/difference-observer-interpreter/) <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/difference-observer-interpreter/>).

Dans le cadre des séances proposées, nous vous suggérons donc de dédier un temps en fin de séance au débriefing dédié aux « messages esprit critique » à transférer.

Il s'agit en premier lieu de permettre aux élèves de prendre conscience des stratégies mobilisées pour répondre aux questions posées : *Quelle est la forme de la Terre ? Quelles sont les dimensions de la Terre ? Quel est le diamètre de la Lune à l'horizon ? Qu'est-ce qui explique le phénomène des phases de la Lune ? Qu'est-ce qui explique les saisons ? Que savons-nous de l'exploration de la Lune ? Y a-t-il un effet des phases lunaires sur les naissances ? Y a-t-il un effet des astres sur la personnalité ?*

On soulignera que la fiabilité de la réponse dépend de la méthode utilisée et on peut donc placer sa confiance à bon escient en des affirmations qui sont le produit de méthodes rigoureuses. On doit différencier ces dernières de simples impressions, intuitions, ou opinions personnelles.

Nous vous suggérons ensuite de pousser les élèves à trouver d'autres exemples où, pour arriver à des conclusions fiables ou pour vérifier une affirmation, il faudrait avoir recours à des méthodes analogues - notamment des exemples issus d'autres contenus disciplinaires et de la vie quotidienne. Si les élèves n'arrivent pas à produire des exemples vous pourrez en suggérer vous-mêmes.

Évaluer

L'évaluation a tout d'abord de nombreuses vertus en termes d'apprentissage pour l'élève. Elle peut lui permettre de mieux percevoir les objectifs. Par exemple, l'enseignant peut placer l'élève dans une

situation initiale d'évaluation face à une tâche. L'élève prendra alors conscience des stratégies qu'il met naturellement en place, et comprendra pourquoi elles l'induisent en erreur. L'évaluation sera présentée comme un objectif à atteindre et l'enseignant annoncera à l'élève qu'elle lui sera présentée à nouveau à la fin de l'apprentissage et que, grâce aux outils qu'il aura découverts, il parviendra à réaliser correctement la tâche en question.

Des évaluations répétées participent à la formation de l'élève. Elles l'aident à remobiliser l'outil dans des situations variées, et donc à bien percevoir la nature de l'outil, à mieux comprendre comment s'en servir. L'élève comprend mieux les difficultés qu'il a et peut orienter son apprentissage de manière à les résoudre.

Nous conseillons donc à l'enseignant de commencer l'apprentissage de l'esprit critique par une situation de pré-test, permettant aux élèves (et à l'enseignant) de connaître leur niveau de départ et permettant à l'enseignant de focaliser l'attention des élèves sur l'objectif à atteindre. L'apprentissage sera ponctué de petites évaluations répétées aidant les élèves à utiliser l'outil et à se l'approprier. À la fin, l'enseignant représentera la situation initiale de pré-test et mesurera la progression des élèves grâce à l'apprentissage.

Au cours des apprentissages, l'évaluation pourra être présentée sous la forme d'un adversaire qui commet des erreurs de raisonnement et que l'élève doit confondre. Pour remporter le défi, l'élève devra être capable de reconnaître les erreurs commises et de les corriger. Une version alternative consiste à demander à l'élève de reconnaître, parmi plusieurs affirmations, celle qui est la plus fiable et de justifier son choix.

L'enseignant devra porter son attention sur un autre aspect de l'évaluation : l'écart entre la situation du test et celle de la situation d'apprentissage. Dans l'idéal, il commencera par tester un transfert proche des apprentissages donc s'appuyant sur une situation relativement similaire. Une mesure de l'apprentissage de l'esprit critique pourra consister à voir jusqu'où l'élève est capable de transférer le savoir-faire acquis. L'enseignant essaiera de toujours inclure un test dans une situation inspirée de la vie quotidienne pour évaluer (et faire comprendre à l'élève l'importance de) la capacité à importer l'outil dans sa panoplie de raisonnement critique.

(Extrait de : Fondation *La main à la pâte* – [Évaluer l'apprentissage de l'esprit critique](https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/comment-debuter/evaluer-apprentissage/), <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/comment-debuter/evaluer-apprentissage/>).

Astronomie et esprit critique

Séquence 1 : La Terre et la Lune

Cycles 2-3-4

Présentation des séances

Séance 1 : La forme de la Terre (cycle 3)

Nous avons tous déjà vu des photos de la Terre depuis l'espace : elle est ronde. On le sait d'ailleurs depuis plus de 2 000 ans et il est intéressant de comprendre comment on peut s'en apercevoir sans quitter notre planète. D'autant plus que cette « évidence » est remise en cause par certains « platistes », principalement américains. Nous vous proposons ici trois petites activités extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

Séance 2 : Les dimensions de la Terre (collège) / Sur les pas d'Ératosthène (à partir du CM1)

Il y a déjà plus de 2 000 ans, Ératosthène calculait la circonférence de la Terre avec une bonne précision. D'autres mesures ont été faites par la suite...

Nous vous proposons tout d'abord deux activités de mesure, pour les élèves du collège et du lycée, extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

Vous pourrez également vous rendre sur la page du projet de classe [Sur les pas d'Ératosthène](https://www.fondation-lamap.org/fr/eratos) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/eratos>) proposé par la Fondation *La main à la pâte* et visualiser la vidéo [Billes de sciences - Sur les pas d'Ératosthène](https://www.youtube.com/watch?v=rSWcc61J-d0) (<https://www.youtube.com/watch?v=rSWcc61J-d0>) produite par la Fondation *La main à la pâte* et réalisée par Sébastien Carassou.

Séance 3 : Le diamètre de la Lune à l'horizon (à partir du cycle 3)

Tout le monde a déjà vu un lever de pleine Lune le soir. Elle apparaît alors particulièrement grosse, nettement plus grosse que lorsqu'elle se trouve haut dans le ciel. Le phénomène est identique pour un coucher de pleine Lune (le matin). Alors, illusion d'optique ou réel effet de loupe ?

Il est intéressant de chercher avec les élèves comment répondre à cette question. De plus, si on apporte une réponse toute faite, on risque de ne pas être cru, le mieux étant de faire l'expérience soi-même. Nous vous proposons pour cela une activité d'observation extraite de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

On pourra également consulter la vidéo [Billes de sciences : Les phases de la Lune](https://www.youtube.com/watch?v=wlpNCqIU-) (<https://www.youtube.com/watch?v=wlpNCqIU->

[Mo&feature=youtu.be](#)), produite par la Fondation *La main à la pâte* et réalisée par Sébastien Carassou.

Séance 4 : Les phases de la Lune (CE2-CM2)

La Lune change de forme, tout le monde l'a déjà remarqué. Mais d'où vient ce phénomène ? Pour essayer de le comprendre, il faut déjà l'observer ! Pour cela nous vous proposons de commencer par une activité adaptée à un public d'élèves du CE2 au CM1 et dédiée à répondre à la question : Quelles sont les différentes phases de la Lune ? Cette activité est extraite de l'ouvrage [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](#) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers>), créé par la Fondation *La main à la pâte*.

Il ne reste plus qu'à comprendre pourquoi la Lune change de forme. Comment ? Munissez-vous d'une boule en polystyrène, d'une source lumineuse, d'une lampe de poche et suivez les conseils d'une deuxième activité proposée par la Fondation *La main à la pâte* dans l'ouvrage [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](#) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers>) qui permettra à vos élèves de répondre à la question : Pourquoi voit-on différentes phases de la Lune ?

Séance 5 : Les saisons (à partir du cycle 3)

Le thème des saisons est intéressant à étudier car il donne l'occasion d'illustrer la notion de démarche scientifique avec un enchaînement logique de nombreuses expériences simples.

Il est toujours très profitable de partir des idées des élèves sur le thème avant toute étude. Vous pourrez alors dégager l'idée la plus commune qui sera exprimée par près d'un tiers d'entre eux, à savoir que ce phénomène dépendrait pour la plupart de la variation de la distance entre la Terre et le Soleil, qui se voudrait évidemment plus courte en été qu'en hiver.

Vous pourrez poursuivre avec une série de petites activités extraites des ouvrages et articles suivants : *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu), *Astronomie à l'école*, éditée par Comité de liaison enseignants et astronomes, www.clea-astro.eu, l'article *Un appareil pour comprendre les saisons*, paru dans le n° 161 des Cahiers Clairaut, le bulletin du Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu), le module pédagogique [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](#) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers>), par la Fondation *La main à la pâte*).

Astronomie et esprit critique

Séquence 1 : La Terre et la Lune

Séance 1. La forme de la Terre

Cycle 3

Nous avons tous déjà vu des photos de la Terre depuis l'espace : elle est ronde. On le sait d'ailleurs depuis plus de 2 000 ans et il est intéressant de comprendre comment on peut s'en apercevoir sans quitter notre planète. D'autant plus que cette « évidence » est remise en cause par certains « platistes », principalement américains.

Nous vous proposons ici trois courtes activités d'observation extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu) :

1. La forme de la mer (1)
2. La forme de la mer (2)
3. La forme de la Terre

Activité 1. La forme de la mer (1)

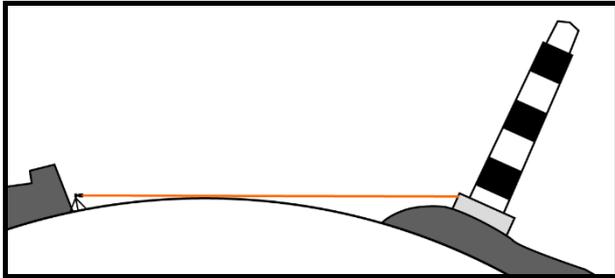
Ces deux photos montrent le phare de Chassiron, situé sur l'île d'Oléron. Elles ont été prises à l'aide d'une lunette depuis l'île de Ré, à un peu moins de 20 kilomètres du phare : celle de gauche depuis la plage et celle de droite, dix minutes plus tard et une dizaine de mètres plus en hauteur, au-dessus de la digue.

Comment peut-on expliquer les différences entre ces deux photos ?

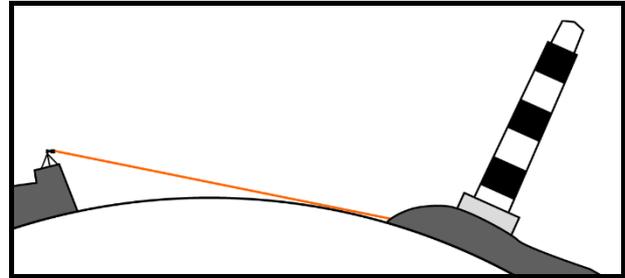


Solution

La mer n'a pas eu le temps de descendre entre les deux images prises à 10 minutes d'intervalle. En montant sur la digue, l'observateur est moins gêné par la courbure de la mer pour voir la base du phare. C'est, depuis longtemps, une des preuves que la Terre est ronde.



Depuis le bas de la digue, on ne voit pas le bas du phare à cause de la rotondité de la Terre.



Dix mètres plus haut, depuis le haut de la digue, tout le phare est visible.

Si vous êtes en bord de mer, vous pouvez faire le même type d'observation avec une simple paire de jumelles. Il suffit de viser une île ou un bateau assez lointain, une dizaine de kilomètres par exemple, depuis une digue ou une falaise puis en étant situé au bord de l'eau. Dans le 2^e cas, vous verrez la coque du bateau ou le bas de l'île disparaître en partie.

De la même manière, lorsqu'un marin s'approche des côtes, il commence par voir les sommets des montagnes avant de voir le rivage.

Autre exemple, lorsque l'on voit un bateau s'éloigner depuis la côte, la coque disparaît avant le mât.

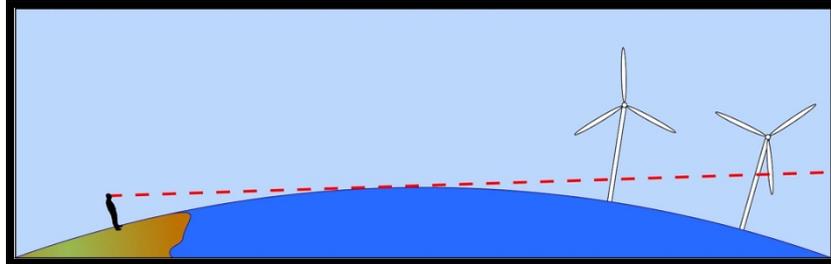
Activité 2. La forme de la mer (2)

Observez cette photo d'un parc d'éoliennes au large des côtes belges. **Que remarque-t-on ?**



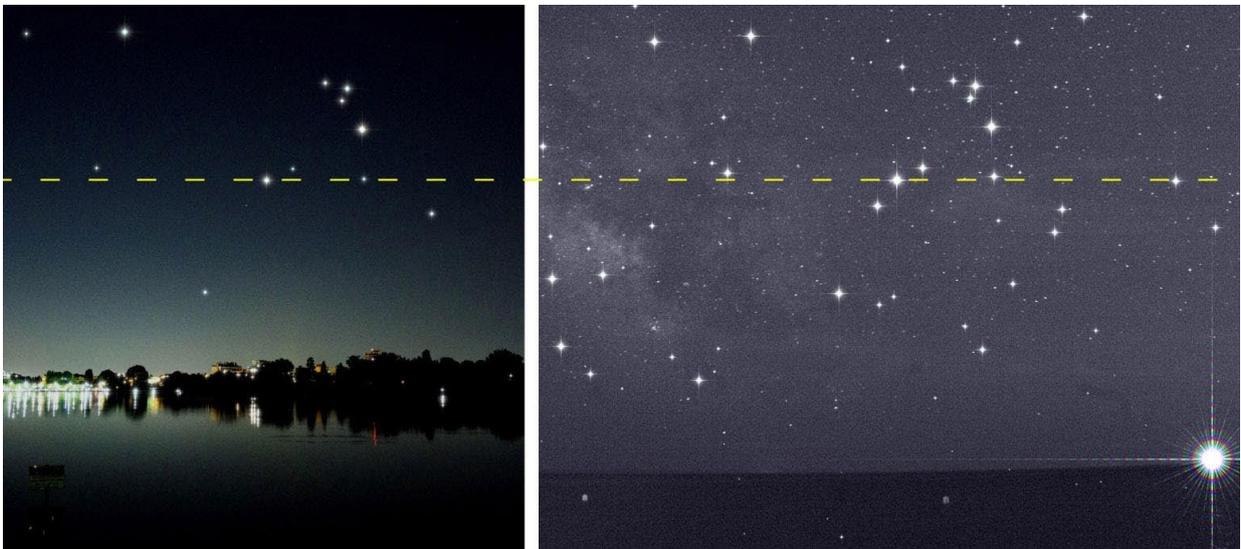
Solution

Soit certaines éoliennes coulent, soit la courbure de la mer nous cache leur base, surtout pour les plus lointaines. La deuxième solution semble la plus probable.



Activité 3. La forme de la Terre

La constellation du Scorpion a été photographiée ici le même jour, le 25 juin 2020, depuis deux lieux situés en France à des latitudes différentes. L'étoile la plus lumineuse s'appelle Antares. Les deux photos sont à la même échelle ; elles ont été placées pour que les étoiles soient à la même hauteur (Antares est sur la ligne pointillée jaune).



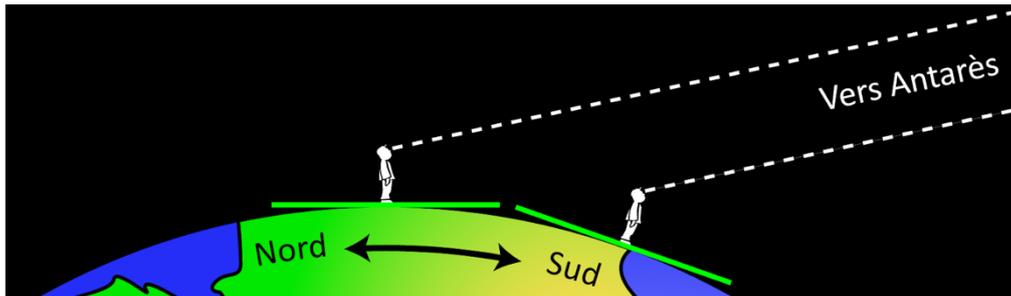
La photo de gauche a été prise depuis le lac d'Enghien-les-Bains au nord de Paris. Celle de droite, depuis la plage de Sylvabelle entre Toulon et Cannes, à environ 700 km plus au sud ; la tache blanche en bas à droite, c'est la lumière du phare du Titan. Dans les deux cas, l'appareil photo était dirigé vers le sud.

Comment peut-on expliquer les différences entre les deux images ?

Solution

Le Scorpion ne change pas de taille d'une photo à l'autre. Quel que soit son lieu d'observation sur Terre, une constellation garde toujours la même dimension. Les étoiles étant situées à des dizaines de milliers de milliards de kilomètres, on peut s'en approcher de quelques milliers de kilomètres, cela ne changera pas l'aspect des constellations ni leur taille.

En comparant les deux photos, on s'aperçoit que l'horizon est nettement plus bas sur l'image de droite. Si on se dirige vers le sud en visant une étoile devant soi, l'horizon semble s'abaisser, ce qui s'explique très bien avec une Terre sphérique.



Ces deux photos permettent d'ailleurs de calculer le rayon de la Terre. Certains « platistes » pourront argumenter que si l'on s'approche des étoiles, elles nous apparaîtront de plus en plus haut dans le ciel. Mais cet argument ne serait valable qu'avec des étoiles très proches de nous, ce qui n'est pas le cas puisque les constellations ne changent pas de taille quand on se déplace à la surface de la Terre. Cette simple observation montre bien que la Terre ne peut pas être plate.

En voyageant, il est très facile de s'apercevoir que le ciel n'est pas le même en fonction de sa latitude : des constellations comme la Croix du Sud sont visibles depuis l'Australie mais invisibles depuis l'Europe. On voit le Soleil passer au sud à midi depuis l'Europe alors qu'en Australie ou en Afrique du Sud, il passe au nord...

Autres activités sur la forme de la Terre

- Avant de s'intéresser à la forme de la Terre, on peut réfléchir à la forme de la Lune. L'observation des phases montre qu'elle est sphérique. Pourquoi pas la Terre ?
- De la même manière, l'observation des taches sur le Soleil, des phases de Vénus ou de la tache rouge sur Jupiter montre que ces astres sont sphériques.
- L'étude de textes historiques (Aristote, Copernic...) permet de comprendre quels étaient les arguments en faveur d'une Terre sphérique bien avant que l'on n'envoie le premier satellite dans l'espace.
- L'observation des éclipses de Lune a été un argument décisif. En effet, la limite de l'ombre de la Terre sur la Lune apparaît toujours sous la forme d'un arc de cercle, que la Lune soit à l'horizon ou haute dans le ciel. Cela ne s'explique qu'avec une Terre sphérique.

Ces activités sont développées dans l'ouvrage du Clea précédemment cité.

Astronomie et esprit critique

Séquence 1 : La Terre et la Lune

Séance 2. Les dimensions de la Terre

Cycle 4

Il y a déjà plus de 2 000 ans, Ératosthène calculait la circonférence de la Terre avec une bonne précision. D'autres mesures ont été faites par la suite, en particulier par les astronomes arabes. Avec la triangulation, on obtint aux 17^e et 18^e siècles des mesures plus précises du rayon de la Terre. On mesura aussi son aplatissement qui vaut 1/298. On donne maintenant comme valeurs :

- rayon équatorial = 6 378 km
- rayon polaire = 6 357 km
- rayon moyen = 6 371 km

Nous vous proposons deux activités de mesure extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

Les activités sont adaptées pour des élèves du collège et du lycée :

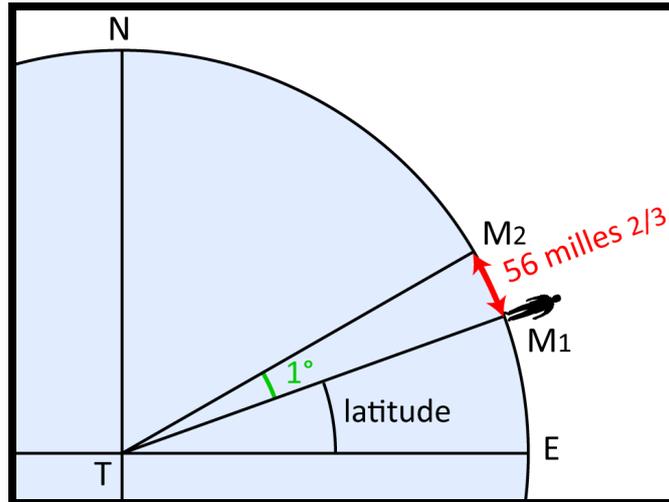
1. Calcul du rayon de la Terre par les astronomes arabes
2. La distance du Soleil pour Aristarque (à partir de la classe de 3^{ème})
3. Sur les pas d'Ératosthène (à partir du CM1)

Activité 1. Calcul du rayon de la Terre par les astronomes arabes

« Le calife al-Ma'mūn (qui régna de 813 à 833) organisa une ou plusieurs expéditions pour trouver la longueur d'un degré le long du méridien. L'idée était de choisir un espace plat convenable dans le désert syrien, et d'observer la latitude ϕ . Les observateurs se dirigeaient soit vers le nord soit vers le sud, en mesurant la distance ainsi parcourue. Ceci jusqu'à ce que l'expédition atteigne un lieu où la valeur de la latitude différait d'un degré de celle du point initial. La distance parcourue donnait alors la longueur d'un degré du méridien. » Extrait de *Histoire des sciences arabes* (éditions du Seuil)

A vos calculs !

- Distance parcourue pour 1° de latitude : 56 plus 2/3 en milles arabes.
- Valeur du mille arabe : 1 973 m.
- **En déduire la circonférence de la Terre puis son rayon.**



Solution

- $(56 + \frac{2}{3}) \times 1\,973$ m, ce qui donne 111,8 km par degré de latitude.
- En multipliant par 360, on obtient environ 40 250 km pour la circonférence de la Terre et, en divisant par 2π , 6 406 km pour son rayon.

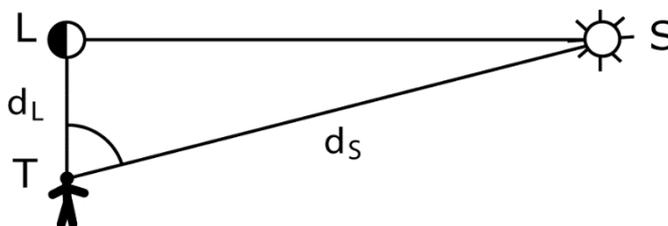
Commentaires

On ne connaît pas la valeur précise du mille arabe donc on ne connaît pas la précision du résultat obtenu (dans *Histoire des sciences arabes*, on précise que d'autres savants ont obtenu de 104,1 à 133,3 km par degré de latitude suivant la valeur du mille arabe).

On savait à l'époque mesurer précisément sa latitude. Il suffit par exemple de mesurer la hauteur du pôle Nord céleste, le point situé à proximité de l'étoile Polaire autour duquel on voit tourner les étoiles.

Activité 2. La distance du Soleil pour Aristarque

Lorsque la Lune est au premier quartier, on voit exactement la moitié de la Lune éclairée. Cela signifie que l'angle \widehat{TLS} (figure ci-dessous) est droit.



La Lune en premier quartier est visible l'après-midi et en première partie de nuit. L'après-midi, on peut donc mesurer l'angle que fait la direction de la Lune avec la direction du Soleil, l'angle \widehat{LTS} de la figure.

- **a.** Aristarque, un astronome grec du 3^e siècle avant notre ère, avait trouvé 87° pour l'angle \widehat{LTS} . **Pour trouver combien de fois le Soleil est plus éloigné que la Lune, calculer le rapport TS/TL.**
- **b.** En réalité, cet angle est beaucoup plus proche de l'angle droit, il est compris entre 89,8° et 89,9°. **Que peut-on dire de la distance du Soleil d_s , comparée à la distance de la Lune d_L ?**

Réponses

a. $\cos \widehat{LTS} = TL/TS$ donc $TS/TL = 1/\cos \widehat{LTS}$.

Pour 87°, on obtient 19 environ. Le Soleil est donc 19 fois plus loin que la Lune.

Aristarque faisait les calculs sans trigonométrie (développée par les mathématiciens arabes plus tard, autour du 9^e siècle). Avec cet angle de 87°, il arrivait à cette conclusion : « *La distance à laquelle le Soleil se trouve de la Terre est plus grande de 18 fois, mais moindre de 20 fois que celle à laquelle la Lune se trouve de la Terre.* »

Dire que le Soleil est 18 à 20 fois plus loin que la Lune, c'est beaucoup trop peu, mais Aristarque montrait néanmoins que le Soleil était beaucoup plus éloigné que la Lune.

b. Avec 89,8°, on obtient 286 pour TS/TL.

Pour 89,9°, on trouve 573. On peut donc conclure que le Soleil est 286 à 573 fois plus éloigné de nous que la Lune.

Cette méthode ne permet pas d'obtenir un résultat précis, en particulier parce que le moment du premier quartier est difficile à déterminer visuellement.

D'autres méthodes de mesure montrent que le Soleil est environ 400 fois plus éloigné de nous que la Lune.

L'angle \widehat{LTS} au moment du premier quartier vaut plutôt 89,853°.

Aristarque est mort vers 230 avant notre ère. C'est à cette époque qu'Ératosthène, un autre astronome grec, mesure le rayon de la Terre sans avoir besoin d'en faire le tour, grâce à une méthode subtile. Pour effectuer ses calculs, il peut donc considérer que le Soleil est très éloigné de nous et que ses rayons sont quasiment parallèles.

Activité 3. Sur les pas d'Ératosthène

[Sur les pas d'Ératosthène](#) est un projet interdisciplinaire proposé par la Fondation *La main à la pâte* pour des élèves à partir du CM1. Le projet permet de faire travailler les élèves en sciences, mathématiques, histoire. On y trouvera les observations faites par Eratosthène, ses hypothèses et ses conclusions, suivies par un aperçu de la façon dont celles-ci peuvent être mises à profit en classe au travers des activités faciles à organiser.

Le principe est simple, mais vous en découvrirez plus en lisant le petit [guide](#) annexe : on met un bâton vertical au soleil, on mesure son ombre lorsque l'astre est au plus haut dans le ciel, on en déduit l'angle que font les rayons solaires avec la verticale, puis on échange le résultat avec celui d'un correspondant situé sous une autre latitude. Ensuite, quelques tracés géométriques et une règle de trois permettent d'évaluer la longueur du méridien terrestre.

Vous pourrez également consulter les éclairages scientifiques et pédagogiques contenus dans le chapitre [La mesure de la Terre \(https://www.fondation-lamap.org/page/9619/leurope-des-d%C3%A9couvertes-section-enseignant\)](https://www.fondation-lamap.org/page/9619/leurope-des-d%C3%A9couvertes-section-enseignant), du guide [pédagogique L'Europe des découvertes \(https://www.fondation-lamap.org/fr/europe-decouvertes\)](https://www.fondation-lamap.org/fr/europe-decouvertes), toujours par la Fondation *La main à la pâte*, et visualiser la vidéo [Billes de sciences - Sur les pas d'Ératosthène \(https://www.youtube.com/watch?v=rSWcc61J-d0\)](https://www.youtube.com/watch?v=rSWcc61J-d0) produite par la Fondation *La main à la pâte* et réalisée par Sébastien Carassou.

Astronomie et esprit critique

Séquence 1 : La Terre et la Lune

Séance 3. Le diamètre de la Lune à l'horizon

À partir du cycle 3

Tout le monde a déjà vu un lever de pleine Lune le soir. Elle apparaît alors particulièrement grosse, nettement plus grosse que lorsqu'elle se trouve haut dans le ciel. Le phénomène est identique pour un coucher de pleine Lune (le matin). Alors, illusion d'optique ou réel effet de loupe ?

Il est intéressant de chercher avec les élèves comment répondre à cette question. De plus, si on apporte une réponse toute faite, on risque de ne pas être cru, le mieux étant de faire l'expérience soi-même.

Nous vous proposons pour cela une activité d'observation extraite de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

L'activité peut être proposée pour des élèves dès la fin de l'école primaire ou le collège (cycle 3). On cherche alors divers moyens de mesurer le diamètre apparent de la Lune.



Activité

Méthode d'observation 1

La méthode la plus simple est d'utiliser le matériel que l'on a sous la main. Bras tendu, on compare le diamètre de la Lune avec la largeur d'un doigt. Et on s'aperçoit alors que l'on peut cacher la Lune avec un seul doigt. Le petit doigt suffit, même à son lever, ce qui en surprendra certains. Un crayon tenu bras tendu convient aussi.



On peut cacher la Lune avec son petit doigt, bras tendu.



On peut cacher la Lune avec un crayon tenu à bout de bras.

Cette simple expérience suffit à montrer qu'il n'y a pas de gros écart de diamètre apparent entre la Lune qui se lève et la Lune qui est haut dans le ciel. Elle permet de révéler qu'il faut parfois se méfier de ses impressions et qu'il convient de les vérifier ou de les infirmer par l'expérience.

Méthode d'observation 2

Pour aller plus loin, il est possible à partir du collège d'effectuer des mesures plus précises du diamètre apparent de la Lune, en utilisant un bâton d'un mètre sur lequel on aura fixé une graduation ou à partir de photographies (ces méthodes sont développées dans l'ouvrage du Comité de liaison enseignants et astronomes cité à la fin).

Quelle que soit la méthode, on ne trouvera pas de différence entre la Lune à son lever et quelques heures plus tard. Le fait que la Lune apparaisse plus grosse à son lever n'est qu'une illusion, l'atmosphère ne fait pas loupe comme on l'entend parfois.

Par contre, on peut trouver un écart allant jusqu'à 15 % entre deux photos de la pleine Lune prises à deux dates différentes. En effet, l'orbite de la Lune est elliptique et sa distance à la Terre peut varier de 356 000 à 407 000 km.



Ces deux photos ont été prises le même jour avec le même dispositif (appareil photo derrière une lunette astronomique), à gauche au lever de la Lune et à droite, environ une heure plus tard. La Lune à son lever n'est pas plus grosse que lorsqu'elle est située plus haut dans le ciel. Au contraire, comme elle est aplatie à cause la réfraction atmosphérique, elle nous apparaît plus petite dans le sens de la « hauteur ».

Solution. D'où vient cette illusion ?

C'est uniquement notre cerveau qui nous fait croire que la Lune est plus grosse à l'horizon. C'est le même phénomène pour le Soleil à son lever ou à son coucher.

1. Pour comprendre l'origine de cette illusion, il faut comparer avec ce que l'on peut voir d'autre dans le ciel, un oiseau, un nuage... Si on observe un oiseau vers l'horizon, il apparaîtra toujours plus petit que lorsqu'il passera au-dessus de nous simplement parce que sa distance n'est pas la même. Notre cerveau sait donc qu'un même objet nous apparaît habituellement plus petit à l'horizon qu'à la verticale. Mais la Lune est à peu près à la même distance de nous qu'elle soit haute dans le ciel ou proche de l'horizon. Comment l'interprète notre cerveau ? Si la Lune se comportait comme un oiseau ou un nuage, elle devrait apparaître plus petite à l'horizon (en fait, elle est même légèrement plus éloignée à son coucher d'un rayon terrestre - un peu moins de 2 % -, et devrait paraître un peu plus petite mais ce n'est pas discernable à l'œil). Or, ce n'est pas le cas, elle n'a pas changé de diamètre apparent, elle est donc beaucoup plus grosse que ce à quoi notre cerveau s'attendait. D'où cette impression de Lune énorme lorsqu'elle se lève.
2. Une deuxième manière de l'expliquer, semblable à la précédente, est de dire que, lorsque la Lune est à l'horizon, on peut la comparer à des arbres lointains et elle est beaucoup plus grosse qu'eux. Par contre, quand elle est très haute, elle apparaît plus petite qu'un arbre proche. Voici un moyen pour amoindrir l'influence du cerveau : regardez la Lune à l'horizon lorsqu'elle vous semblera grosse (car comparée au paysage vu aux alentours). Refermez ensuite votre main pour réaliser avec elle un tube au travers duquel vous regarderez la Lune en prenant soin que votre main cache tout le paysage. Il vous semblera alors que la Lune a diminué de taille.
3. Troisième type d'explication, nous nous représentons la voûte céleste aplatie au-dessus de nous, comme surbaissée. Si la Lune se promène à sa surface, elle est plus éloignée de nous quand elle est à l'horizon. Mais comme son diamètre apparent est identique, notre cerveau nous dit que l'objet Lune doit être plus gros.

Ces trois explications reposent sur la même observation, sur Terre, un objet doit apparaître plus petit à l'horizon qu'à la verticale.

Il est amusant de constater que ce phénomène est aussi valable pour le Soleil ou pour les constellations. Le Soleil à son lever ou à son coucher semble souvent énorme. On peut vérifier qu'il n'est pas plus gros qu'à d'autres moments de la journée mais cette activité demande des précautions particulières, l'observation directe du Soleil étant dangereuse pour la vue. Pour les constellations, on n'a pas ce genre de problème : observez la Grande Ourse à l'horizon, le soir en automne par exemple, elle vous apparaîtra beaucoup plus grande que lorsqu'elle est située assez haut dans le ciel.

Astronomie et esprit critique

Séquence 1 : La Terre et la Lune

Séance 4. Les phases de la Lune

CE2- CM2

La Lune change de forme, tout le monde l'a déjà remarqué. Mais d'où vient ce phénomène ? Pour essayer de le comprendre, il faut déjà l'observer !

Activité 1. Quelles sont les différentes phases de la Lune ?

Pour cela nous vous proposons de commencer par une activité adaptée à un public d'élèves du CE2 au CM1 et dédiée à répondre à la question :

- [Quelles sont les différentes phases de la Lune ?](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9615/s%C3%A9quence-3-le-mois-la-semaine#3) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9615/s%C3%A9quence-3-le-mois-la-semaine#3>). Cette activité est extraite de l'ouvrage [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers>), créé par la Fondation *La main à la pâte*.

Activité 2. Pourquoi voit-on différentes phases de la Lune ?

Il ne reste plus qu'à comprendre pourquoi la Lune change de forme. Parmi les conceptions initiales erronées sur les phases de la Lune, on rencontre fréquemment celle-ci : « c'est la Terre qui fait de l'ombre à la Lune » (confusion avec les éclipses de Lune). On pourra vérifier que l'on ne peut pas reproduire une Lune en quartier ou une Lune gibbeuse avec l'ombre de la Terre. Comment ? Il suffit pour cela d'une boule en polystyrène et d'une source lumineuse, une lampe de poche par exemple.

- A vous de jouer, en suivant les conseils d'une deuxième activité proposée par la Fondation *La main à la pâte* dans l'ouvrage [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers>), et qui permettra de répondre à la question : [Pourquoi voit-on différentes phases de la Lune ?](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9615/s%C3%A9quence-3-le-mois-la-semaine) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9615/s%C3%A9quence-3-le-mois-la-semaine>)
- On pourra également consulter la vidéo [Billes de sciences : Les phases de la Lune](https://www.youtube.com/watch?v=wlpNCqIU-Mo&feature=youtu.be) (<https://www.youtube.com/watch?v=wlpNCqIU-Mo&feature=youtu.be>), produite par la Fondation *La main à la pâte* et réalisée par Sébastien Carassou.

Petites remarques

A propos de l'activité [Quelles sont les différentes phases de la Lune ?](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9615/s%C3%A9quence-3-le-mois-la-semaine)

- Les heures de visibilité de la Lune varient au cours de la lunaison : elle est visible l'après-midi et le soir aux alentours du premier quartier, le matin aux alentours du dernier quartier ; à la pleine lune, elle est visible toute la nuit.
- Quand on utilise le logiciel *Stellarium*, si la Lune est sous l'horizon, on peut augmenter les heures jusqu'à ce qu'elle se lève.
- La durée moyenne de la lunaison est de 29,5 jours. Sur un calendrier, on comptera 29 ou 30 jours.

Astronomie et esprit critique

Séquence 1 : La Terre et la Lune

Séance 5. Les saisons

À partir du cycle 3

Le thème des saisons est intéressant à étudier car il donne l'occasion d'illustrer la notion de démarche scientifique avec un enchaînement logique de nombreuses expériences simples.

Pour cela, nous vous proposons une série de petites activités extraites des ouvrages et articles suivants : *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu), *Astronomie à l'école*, éditée par Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu), *Un appareil pour comprendre les saisons*, paru dans le n° 161 des *Cahiers Clairaut*, le bulletin du Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

Les activités sont adaptées pour des élèves à partir du cycle 3 :

1. Saisons et distance au Soleil (*Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes),
2. Mouvement apparent du Soleil (*Astronomie à l'école*, édité par Comité de liaison enseignants et astronomes)
3. Densité de la lumière (à partir de l'article *Un appareil pour comprendre les saisons*, paru dans le n° 161 des *Cahiers Clairaut*, le bulletin du Comité de liaison enseignants et astronomes)
4. Mesurer la longueur de la journée - qui fait référence à la séance [Mesurer la longueur de la journée avec Stellarium](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9614/s%C3%A9quence-2-les-saisons-lann%C3%A9e) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9614/s%C3%A9quence-2-les-saisons-lann%C3%A9e>), du module pédagogique [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers) ([fondation-lamap.org/fr/calendriers](https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers)), par la Fondation *La main à la pâte*.
5. Comment la Terre est-elle inclinée ? - qui fait référence à la séance [Comment la Terre est-elle inclinée](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9614/s%C3%A9quence-2-les-saisons-lann%C3%A9e) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9614/s%C3%A9quence-2-les-saisons-lann%C3%A9e>), du module pédagogique [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers>), par la Fondation *La main à la pâte*.

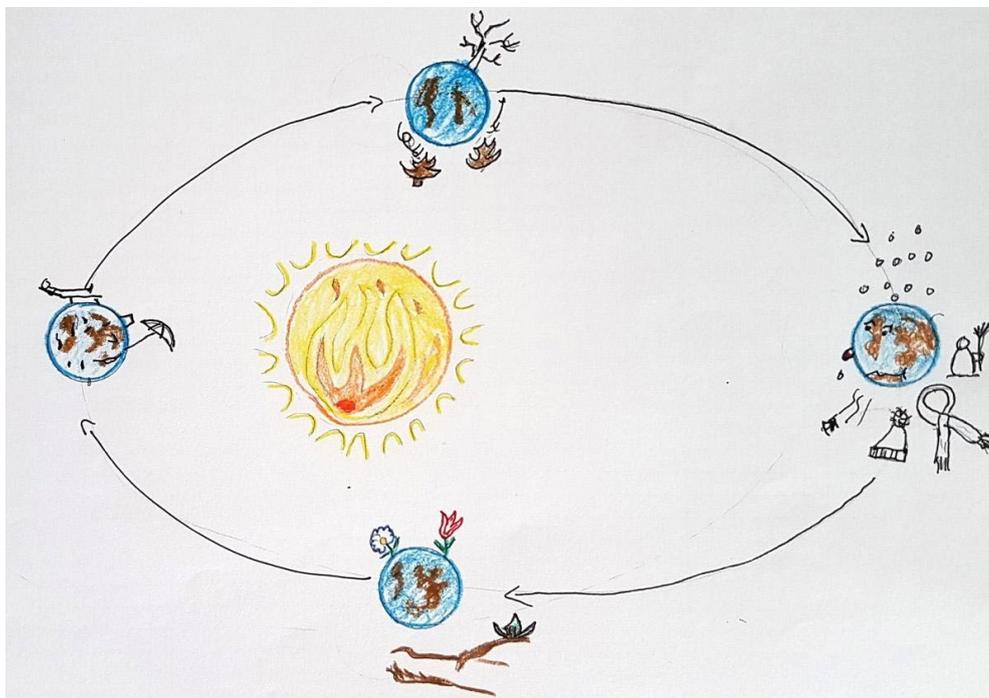
Activité 1. Saisons et distance au Soleil

Collecter les conceptions initiales

Il est toujours très profitable de partir des idées des élèves sur le thème avant toute étude. On pourra alors dégager l'idée la plus commune qui sera exprimée par près d'un tiers d'entre eux, à savoir que ce phénomène dépendrait pour la plupart de la variation de la distance entre la Terre et le Soleil, qui se voudrait évidemment plus courte en été qu'en hiver.

Pour mettre en évidence cette idée préconçue et erronée, il peut être intéressant de travailler avec les élèves sur les conceptions initiales, en leur demandant de faire en 20 minutes un dessin qui à leur avis explique le pourquoi des saisons.

Pour aider les élèves à abandonner cette hypothèse, on peut les amener à imaginer que l'on peut se faire une idée de cette distance de la Terre au Soleil grâce au rapport entre la taille apparente et la distance.



Dessin expliquant les saisons par les variations de la distance Terre Soleil

Mise en activité

Sommes-nous plus près du Soleil en été ? On réfléchit à la manière de valider ou non cette hypothèse et on trouve l'idée de comparer sa taille apparente à différentes dates, en ayant éventuellement montré une photo de ce type.



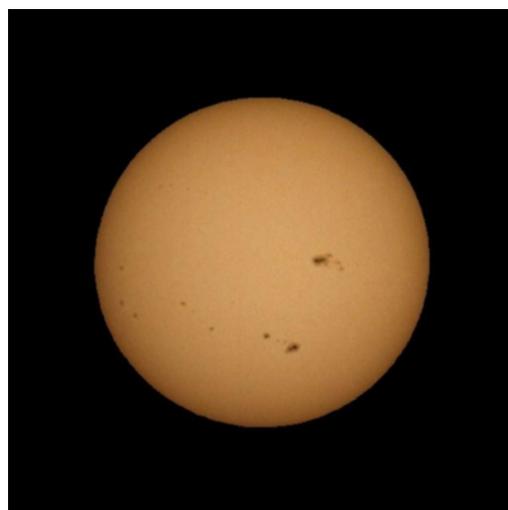
Ces deux personnages ont la même taille. Lequel est le plus proche de nous ?

On suppose évidemment ici que la taille réelle du Soleil ne varie pas.

On distribue ensuite ces quatre photos du Soleil préalablement imprimées et on laisse les élèves mesurer les diamètres. Une autre solution consiste à projeter ces photos et à mesurer sur l'écran le diamètre de l'image du Soleil.



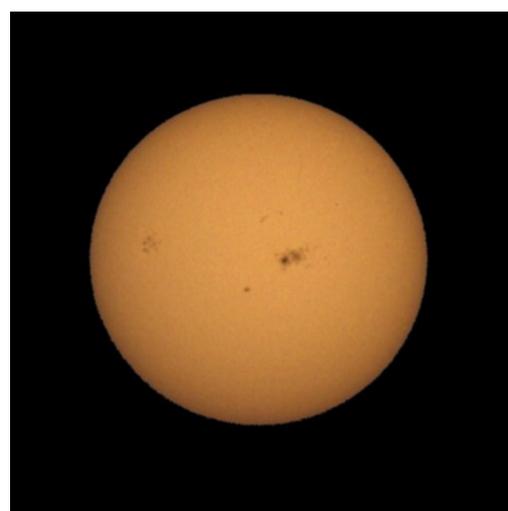
11 janvier



25 avril



22 juin



23 septembre

Quatre photos du Soleil réalisées à quatre dates différentes avec le même instrument : un télescope de 1,5 m de focale muni d'un filtre solaire pleine ouverture.

En première approximation, on obtient toujours à peu près le même diamètre apparent. Si on mesure plus précisément, on s'aperçoit que sur la photo de janvier, le Soleil est environ 3 % plus large que sur celle de juin. Ce qui signifie que nous sommes un peu plus près du Soleil en janvier qu'en juin.

Pour vérifier, on peut demander la distance précise Terre Soleil à l'Institut de mécanique céleste et de calculs des éphémérides (sur ssp.imcce.fr, choisir Éphémérides de position, Soleil).

Les résultats sont donnés en unité astronomique (la distance moyenne Terre Soleil) que l'on peut convertir en km sachant que $1 \text{ ua} = 149\,597\,870,7 \text{ km}$. On vérifie ainsi que c'est bien en janvier que la Terre est au plus près du Soleil.

Date	1 ^{er} janvier	1 ^{er} février	1 ^{er} mars	1 ^{er} avril	1 ^{er} mai	1 ^{er} juin
D (km)	147 096 976	147 393 544	148 245 496	149 510 637	150 752 358	151 711 145

Date	1 ^{er} juillet	1 ^{er} août	1 ^{er} septembre	1 ^{er} octobre	1 ^{er} novembre	1 ^{er} décembre
D (km)	152 093 032	151 825 402	150 954 728	149 749 194	148 454 729	147 495 947

Distance Terre Soleil en km (D) le 1^{er} de chaque mois de l'année 2020

Activité 2. Mouvement apparent du Soleil

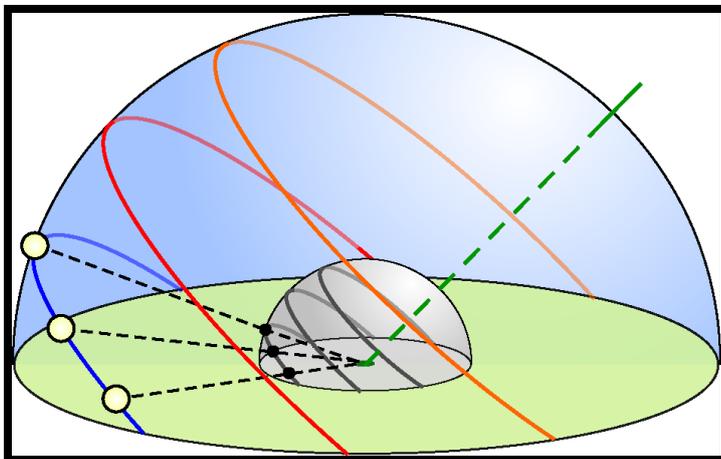
Pour essayer de comprendre l'origine des saisons, il faut s'intéresser au mouvement apparent du Soleil vu depuis nos latitudes. Une expérience qui permet de représenter ce mouvement est l'expérience dite du saladier.

Matériel nécessaire

- Un saladier transparent (ou une demi sphère)
- Des gommettes ou un feutre indélébile

Le principe

Il s'agit de reporter la position du Soleil sur le saladier qui représente ici la sphère céleste. On imagine l'observateur au centre du saladier. L'expérience doit être répétée à plusieurs moments dans l'année, par exemple aux alentours des solstices (21 décembre et 21 juin) et des équinoxes (22 septembre et 20 mars).



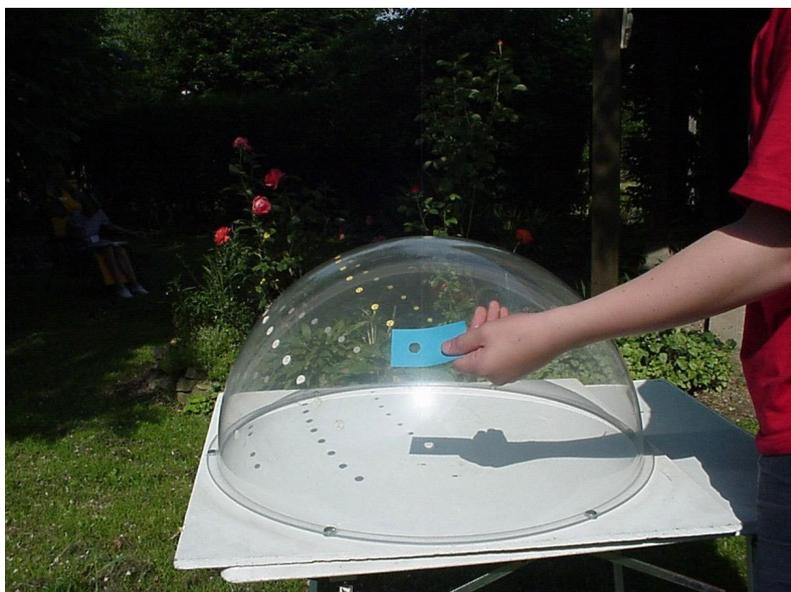
À gauche, le mouvement apparent du Soleil au solstice d'hiver (en bleu), au solstice d'été (en orange) et aux équinoxes (en rouge) avec au centre la demi-sphère transparente.

À droite une demi-sphère en plexiglass sur laquelle on a relevé la position du Soleil à trois dates différentes.

Expérience du saladier

Le saladier est posé ou fixé sur un support horizontal. On a repéré auparavant sur le support le centre de la demi-sphère. Le saladier ne doit pas être déplacé au cours de la journée et il faut repérer précisément son orientation pour le placer de la même manière pour d'autres relevés dans l'année.

On utilise un carton percé que l'on dispose sur le saladier de telle manière que la tache lumineuse soit au centre de la demi-sphère. On positionne alors une gommette sur le saladier ou on note l'emplacement au feutre. Si on utilise des gommettes, on aura fait un trou dans le carton légèrement plus grand qu'une gommette.



Relevé au mois de juin. Le carton est disposé pour que la tache lumineuse soit bien au centre de la demi-sphère. Sur celle-ci, on peut voir qu'il y avait déjà eu deux autres relevés, en décembre et en mars.

Les résultats

On observe deux différences importantes entre les positions du Soleil en décembre et en juin : en juin, le Soleil monte beaucoup plus haut dans le ciel et les journées sont plus longues.

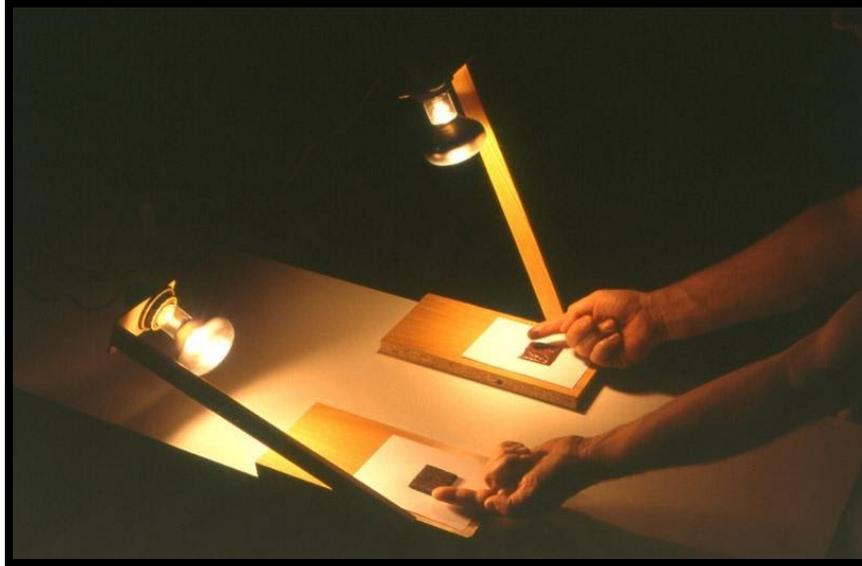
Activité 3. Densité de la lumière

Revenons à l'origine des saisons. Cette fausse idée sur la distance étant écartée, on peut amener les élèves à considérer le lien entre les notions de chaleur et de hauteur du Soleil. L'expérience la plus convaincante parce que rapide, simple et gustative est celle dite « du chocolat » à faire classe entière.

Saisons et hauteur du Soleil

Deux lampes sont fixées sur deux bras articulés de même longueur. L'un des bras est incliné à 20° par rapport à l'horizontale et l'autre à 66° . Les deux lampes représentent le Soleil au solstice d'hiver (21/12) puis au solstice d'été (21/06) à midi. On dispose sous chacune des lampes un carré de chocolat et on allume les deux lampes. On peut essayer de faire deviner ce qui va se passer. Les deux carrés vont-ils fondre ? L'un des deux seulement ?

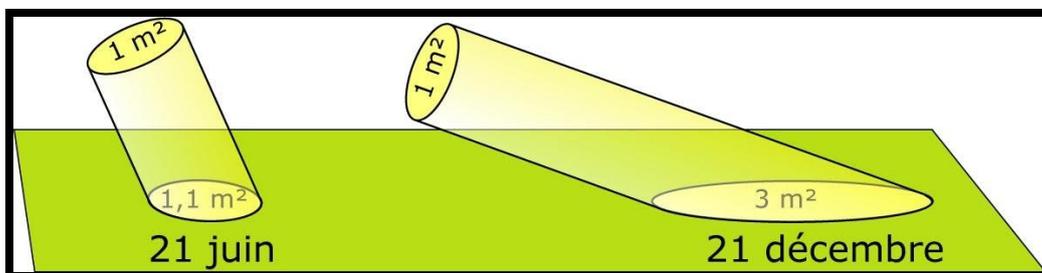
Après 5 minutes, on demande à un élève d'appuyer bien fort avec un doigt sur chacun des carrés. Le résultat est clair : l'un a fondu, l'autre non. Le Soleil d'été chauffe donc davantage le sol que le Soleil d'hiver qui éclaire en lumière rasante.



On a allumé en même temps les deux lampes et, après quelques minutes, seul le chocolat au second plan a fondu. On peut vérifier que la distance lampe chocolat est la même sur les deux appareils.

Si vous voulez construire ce type d'appareil, vous pouvez utiliser des lampes halogènes de 50 W avec réflecteur, qui éclairent sous un angle assez petit, 30° par exemple (n'utilisez pas de LED qui ne chauffent pas). Si vous prévoyez une distance de 15 cm entre la lampe et le chocolat, il faut moins de 5 minutes pour voir fondre le « chocolat d'été ».

Le schéma ci-dessous montre qu'un même faisceau de lumière de 1 m² de section doit chauffer une surface de 3 m² le 21 décembre à midi contre à peine plus de 1 m² le 21 juin. Quand le Soleil éclaire en lumière rasante, la lumière s'étale sur une plus grande surface et chauffe moins.



Activité 4. Mesurer la longueur de la journée

Le deuxième critère permettant d'expliquer les saisons est la variation de la durée d'ensoleillement en fonction de la date.

Il peut être intéressant de travailler sur cette notion avec une méthode bien différente faisant appel au calcul mathématique avec pour outil l'ordinateur. On pourra ainsi mesurer avec plus de précision la durée de la journée en utilisant le logiciel Stellarium à différentes dates.

- Nous vous suggérons pour cela de suivre les conseils contenus dans la séance [Mesurer la longueur de la journée avec Stellarium \(séquence 2, séance 4\)](#), du module pédagogique [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](#), par la Fondation *La main à la pâte*.
- On peut également obtenir les heures de lever et de coucher du Soleil pour n'importe quelle ville sur le site de l'IMCCE <https://ssp.imcce.fr> (choisir visibilité des astres, entrer sa ville puis la date et sélectionner Soleil)

Activité 5. Comment la Terre est-elle inclinée ?

Il est intéressant, en guise de synthèse, de montrer que finalement le phénomène des saisons est dû à la seule inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan de l'écliptique. Cette inclinaison explique aussi bien les variations de la hauteur du Soleil que celles de la durée de la journée.

- Nous vous suggérons pour cela de suivre les conseils contenus dans la séance 3, séquence 2 [Comment la Terre est-elle inclinée ? \(https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9614/s%C3%A9quence-2-les-saisons-lann%C3%A9e\)](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9614/s%C3%A9quence-2-les-saisons-lann%C3%A9e), du module pédagogique [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures \(https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers\)](https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers), par la Fondation *La main à la pâte*.

Astronomie et esprit critique

Séquence 2 : Nous et les astres

Collège-Lycée

Présentation des séances

Séance 1 : Un homme sur la Lune ?

- En 1969, il y a plus de 50 ans, Apollo 11 amenait pour la première fois deux hommes sur la Lune. Vraie info ou fake news ? En 2019, 9 % des Français croyaient qu'il s'agit d'une imposture (sondage IFOP). Sans passer en revue tous les arguments des adeptes d'un complot (arguments tous facilement démontables), nous vous proposons ici trois activités extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* du Comité de liaison enseignants et astronomes (clea-astro.eu) ainsi que [deux activités développées par la Fondation La main à la pâte dans le Module pédagogique Esprit scientifique, esprit critique : Séquence Opération Lune, Activité 1. Des ombres sur la Lune ; Activité 2. Mission Lune \(<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune>\)](#).

Séance 2 : La Lune et les naissances

On entend parfois dire qu'il y a davantage de naissances au moment de la pleine Lune. Est-ce une réalité ? Une rumeur ? Sur quoi repose cette affirmation ?

Il est intéressant de chercher à répondre par soi-même à la question. Mais comment s'y prendre ?

Nous vous proposons pour cela une activité extraite de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

Vous pourrez aussi projeter en classe la vidéo "[Naissances à la pleine Lune](https://cqfd-lamap.org/naissances-a-la-pleine-lune/)" (<https://cqfd-lamap.org/naissances-a-la-pleine-lune/>), adaptée pour être regardée avec vos élèves. Daniel Rouan, astrophysicien, membre de l'Académie des sciences et président de la Fondation *La main à la pâte*, y décrit comment il s'est lui-même amusé à répondre à la question : Y a-t-il davantage de naissances à la pleine Lune ?

Séance 3 : Astrologie

Lorsqu'on parle d'astronomie et en particulier des constellations à observer comme le Taureau ou le Scorpion, il est courant d'avoir des remarques ou des questions sur l'astrologie. Vous trouverez ici quelques outils pour y répondre ainsi que deux exemples d'activités réalisées avec des élèves.

Ces pages sont en partie extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

Astronomie et esprit critique

Séquence 2 : Nous et les astres

Séance 1. Un homme sur la Lune ?

Collège-Lycée

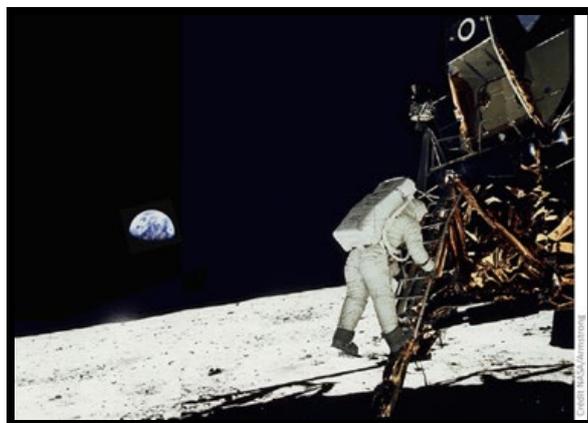
En 1969, il y a plus de 50 ans, Apollo 11 amenait pour la première fois deux hommes sur la Lune. Vraie info ou fake news ? En 2019, 9 % des Français croyaient qu'il s'agit d'une imposture (sondage IFOP). Sans passer en revue tous les arguments des adeptes d'un complot (arguments tous facilement démontables), nous vous proposons ici trois activités extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* du Comité de liaison enseignants et astronomes (clea-astro.eu) ainsi que deux activités développées par la Fondation *La main à la pâte*.

Un des premiers arguments en faveur d'une réelle expédition lunaire est qu'à l'époque, Américains et Soviétiques étaient en compétition féroce pour la conquête de l'espace. Les Soviétiques ont été les premiers à envoyer un satellite dans l'espace en 1957, puis un homme, Gagarine, en 1961, et ils suivaient attentivement les missions américaines, en particulier Apollo 11. Ils n'auraient pas manqué de dénoncer la supercherie s'ils avaient eu le moindre doute sur la réussite de la mission américaine.

« *Quand nous recevions des signaux de la Lune, nous les recevions de la Lune, pas d'Hollywood* » a déclaré le cosmonaute russe Gueorgui Grechko. On peut également signaler le témoignage de l'astronome espagnol González, ancien chef des opérations de la station Apollo à Madrid qui a été la première à capter le message d'alunissage d'Apollo 11 : « *Nos antennes paraboliques sont extraordinairement directionnelles. Une déviation de seulement 0,15 degré par rapport à l'origine du signal entraînerait sa perte, et pour recevoir les signaux d'Apollo, nos antennes devaient pointer vers la Lune* ».

1. Lecture d'images (*Croyances et idées fausses en astronomie*, édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes, et n° 137 des *Cahiers Clairaut* de 2012, clea-astro.eu).
2. La chute des corps sur Terre et sur la Lune (*Croyances et idées fausses en astronomie*, édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes, clea-astro.eu).
3. Calcul de la distance Terre Lune à partir des réflecteurs (*Croyances et idées fausses en astronomie*, édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes, clea-astro.eu).
4. Des ombres sur la Lune – Fondation *La main à la pâte* : [Module pédagogique Esprit scientifique, esprit critique : Séquence Opération Lune, Activité 1. Des ombres sur la Lune \(https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune\)](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune)
5. Mission Lune – Fondation *La main à la pâte* : [Module pédagogique Esprit scientifique, esprit critique : Séquence Opération Lune Activité 2. Opération Lune \(https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune\)](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune)

Activité 1. Lecture d'images

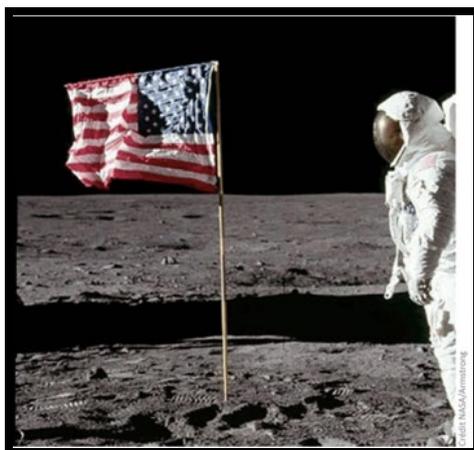


Observez cette photo et répondez ensuite aux questions :

- 1. Que voit-on briller dans le ciel ?**
- 2. Fait-il jour ou nuit sur cette photo ?**
- 3. Pourquoi ne voit-on pas d'étoiles dans le ciel ?**

Solutions

1. C'est bien la Terre que l'on voit briller dans le ciel, éclairée par le Soleil qui doit être au-dessus de l'image.
2. Si le Soleil est au-dessus de la photo, il éclaire aussi la Lune donc il doit faire jour. D'ailleurs, on voit que le sol est éclairé jusqu'au fond de l'image. Ce qui surprend, c'est la couleur noire du ciel. Sur Terre, quand le ciel est bleu, c'est l'atmosphère que l'on voit, éclairée par le Soleil. Autour de la Lune, il n'y a pas d'atmosphère : le ciel y est donc toujours noir.
3. Sur Terre, si on se place sous un lampadaire, on a du mal à voir des étoiles. Sur la Lune en plein jour, le Soleil est trop lumineux pour qu'on puisse voir facilement les étoiles. Et sur cette photo, le temps de pose est trop court pour qu'elles apparaissent.



Observez cette photo et répondez ensuite à la question :

Pourquoi le drapeau flotte s'il n'y a pas d'atmosphère sur la Lune ?

Solution

Sur Terre, c'est le vent qui fait flotter les drapeaux. Sur la Lune, il n'y a pas d'atmosphère donc pas de vent. Mais les Américains le savaient et ils avaient donc prévu une barre rigide horizontale qui maintient le drapeau pour qu'il soit bien visible. D'ailleurs, si on regarde les vidéos tournées à ce moment-là, on voit bien que le drapeau ne bouge pas (sauf quand l'un des astronautes heurte le mât).

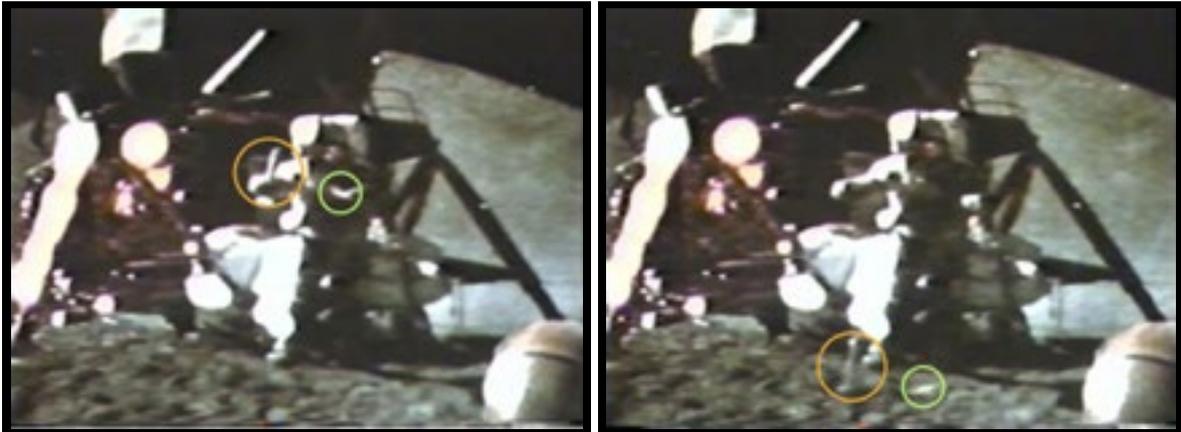
Activité 2. La chute des corps sur la Lune

1^{re} partie

Prendre un marteau et une plume. Les lâcher au même moment de la même hauteur. **Lequel arrive le premier au sol ?**

2^{de} partie

Refaire la même expérience mais sur la Lune. Si vous ne pouvez pas vous y rendre, vous pourrez utiliser les photos ci-dessous ou, encore mieux, la vidéo de l'expérience disponible par exemple ici : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Apollo_15_feather_and_hammer_drop.ogg (source NASA)



Une expérience sur la Lune avec Apollo 15. À gauche, l'astronaute lâche en même temps un marteau (entouré en orange) et une plume (entourée en vert). À droite, on peut voir que les deux objets arrivent en même temps.

Répondez à la question :

Comment peut-on expliquer la différence entre les deux expériences ?

Solution

Sur Terre, la résistance de l'air va davantage freiner la plume, plus légère, que le marteau. Sur la Lune privée d'atmosphère, il n'y a pas de résistance de l'air et les deux objets arrivent en même temps. Si on refait l'expérience sur Terre mais dans une chambre à vide, on verra que la plume et le marteau arrivent au sol en même temps. L'expérience est visible ici (avec et sans air) et est frappante : <https://www.youtube.com/watch?v=EJN4GrScwW8>.

3^e partie

Nous proposons ici de comparer la pesanteur sur Terre et sur la Lune.

Les élèves ont pour objectif de mesurer le temps de chute du marteau sur la Lune et sur Terre.

Pour mesurer le temps, il est bien sûr possible de prendre des chronomètres mais il existe aussi l'application « phyphox » avec le module « acoustic stopwatch » qui permet de lancer et d'arrêter le chronomètre avec un son.

Pour pouvoir comparer les temps de chute du marteau sur la Lune et sur la Terre, il faut que les objets soient lâchés depuis la même hauteur. La vidéo sur la Lune montre que l'on peut estimer la hauteur de chute à environ 1 mètre.

Les élèves prennent leurs mesures en faisant l'expérience sur Terre et en observant la vidéo pour la Lune. Les résultats sont ensuite reportés au tableau. Voici les moyennes des résultats obtenus :

Moyenne des mesures du temps de chute sur la Lune 1,02 s

Moyenne des mesures du temps de chute sur Terre 0,51 s

Malgré les frottements et les incertitudes, on voit bien la grande différence entre le temps de chute sur Terre et sur la Lune. La vidéo a donc bien été tournée sur la Lune.

En fonction de l'orientation que l'on souhaite donner à l'activité, il est possible de faire une étude statistique et de mesurer, en plus de la moyenne, l'étendue et la médiane des deux séries de mesure.

Pour un cours de physique, on peut introduire la notion d'incertitude et également calculer la valeur de la constante de pesanteur sur Terre et sur la Lune. Le temps de chute est défini par : avec h la hauteur de chute en mètre et g l'intensité de la pesanteur.

On peut donc estimer $g(\text{Lune})$ à 1,9 N/kg et $g(\text{Terre})$ à 7,7 N/kg. Si l'objectif de la séance est de mesurer g , on peut alors prendre un objet moins grand qu'un marteau pour diminuer les frottements et se rapprocher de la valeur de g sur Terre. Un autre essai avec un tire-bouchon a donné un temps de chute moyen de 0,47 s et donc une valeur de g de 9,1 N/kg.

Cette activité est finalement très simple et peut être déclinée sous différentes formes pour être adaptée à une classe de mathématiques ou de physique, au collège ou au lycée, en introduisant l'écart type et en faisant les calculs d'incertitudes.

Activité 3. Calcul de la distance Terre Lune à partir des réflecteurs

Différents observatoires utilisent toujours les réflecteurs déposés sur la Lune par différentes missions Apollo pour mesurer la durée que met un faisceau laser pour faire l'aller-retour entre la Terre et la Lune. Cette activité propose plusieurs pistes pour exploiter les données avec des élèves. Il est par exemple facile de calculer la distance entre la Terre et la Lune, mais avec des valeurs prises régulièrement, il est également possible de tracer l'orbite de la Lune. Cette activité permet de travailler sur les ondes, mais également sur la manipulation des unités et des puissances de 10 (les données sont en picosecondes) ou sur les incertitudes.

Le fichier des mesures de l'année 2015 fourni par l'Observatoire de la Côte d'Azur est disponible sur le site du Clea (<https://ventes.clea-astro.eu/6-hors-serie>, choisir HS13, compléments du chapitre 3, annexe de la page 209) ou de l'observatoire géodésique Méo (https://meo.cnrs.fr/wp-content/uploads/2020/09/minilR_2015.txt).

Voici la première ligne du fichier de 2015 :

51201503110205370182271**26085424701677**401910008002577159 087707+0597010642a0153

La mesure indiquée en gras, du 24^e au 37^e caractère (26085424701677) indique le temps de l'aller-retour en dixième de picosecondes, ce qui donne 2,608 542 470 167 7 secondes.

La vitesse de la lumière est de 299 792,458 km/s.

Calculer la distance de la Lune.

Solution

Distance aller-retour = 299 792,458 km/s × 2,608 542 470 167 7 s

On divise ensuite par 2 pour obtenir la distance aller et on obtient environ 391 010 679 km.

On peut ensuite s'intéresser aux variations de distance, rechercher le périhélie et l'apogée, tracer l'orbite de la Lune...

Activité 4. Des ombres sur la Lune

Les élèves analysent des images des missions lunaires Apollo et simulent les conditions sur le sol lunaire pour expliquer leurs caractéristiques. En particulier, ils mobilisent ou développent leurs connaissances sur la physique des ombres et de la réflexion de la lumière pour expliquer les propriétés des images fournies.

- [Module pédagogique Esprit scientifique, esprit critique : Séquence Opération Lune, Activité 1. Des ombres sur la Lune \(https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune\)](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune) - Fondation *La main à la pâte*.

Activité 5. Mission Lune

Les élèves visionnent un faux documentaire et en discutent avec l'enseignant. La discussion leur permet de se rendre compte que le documentaire est en réalité un canular qui mélange faits réels et inventés. Comme des journalistes, les élèves mènent une recherche documentaire leur permettant de mettre en évidence la présence d'informations véridiques et de mensonges au sein du canular (« fact-checking » est le terme utilisé en journalisme).

- [Module pédagogique Esprit scientifique, esprit critique : Séquence Opération Lune, Activité 2. Mission Lune \(https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune\)](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune) - Fondation *La main à la pâte*

Astronomie et esprit critique

Séquence 2 : Nous et les astres

Séance 2. La Lune et les naissances

Collège-Lycée

On entend parfois dire qu'il y a davantage de naissances au moment de la pleine Lune. Est-ce une réalité ? Une rumeur ? Sur quoi repose cette affirmation ?

Il est intéressant de chercher à répondre par soi-même à la question. Mais comment s'y prendre ?

Nous vous proposons pour cela :

1. une activité extraite de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).
2. "[Naissances à la pleine Lune](https://cqfd-lamap.org/naissances-a-la-pleine-lune/)" (<https://cqfd-lamap.org/naissances-a-la-pleine-lune/>), une vidéo, adaptée pour être regardée en classe avec vos élèves, où Daniel Rouan, astrophysicien, membre de l'Académie des sciences et président de la Fondation *La main à la pâte*, décrit comment il s'est lui-même amusé à répondre à la question : Y a-t-il davantage de naissances au moment de la pleine Lune ?

Activité. Y a-t-il davantage de naissances au moment de la pleine Lune ?

Comment répondre à cette question ?

Les données nécessaires

1. Il faut tout d'abord connaître un nombre suffisant de dates de naissance, au minimum plusieurs centaines.
On pourra utiliser toutes les dates de naissances des élèves d'un établissement scolaire ou d'une maternité. Cela donne une indication mais, pour avoir une réelle valeur statistique, il vaut mieux avoir davantage de cas. Pour cela, on peut utiliser les données de l'Insee (Institut national de la statistique et des études économiques), soit sur une année, soit sur toutes les années disponibles.
2. Il faut ensuite connaître les dates de la pleine Lune.
Ces données et leur traitement sont en libre accès sur le site du CLEA.

Comment procéder ?

Pour aller plus loin, il est possible à partir du collège d'effectuer des mesures plus précises du diamètre apparent. Les lunaisons n'ont pas toutes la même durée, ces durées sont de 29 ou 30 jours.

Sachant que nous allons nous intéresser aux pleines Lunes, nous allons attribuer aux jours de pleine Lune l'indice 0, les jours précédents auront les indices de -1 à -14 et les suivants les indices +1 à +14 (+15

parfois). Nous pouvons ne pas tenir compte des jours d'indices +15 qui tombent à la nouvelle Lune ou un jour après car nous nous intéressons aux pleines Lunes.

Pour chaque lunaison, nous aurons ainsi une correspondance entre les indices de -14 à +14 et le nombre journalier de naissances.

Le plus simple sera de tracer la courbe donnant le nombre de naissances en fonction de l'indice.

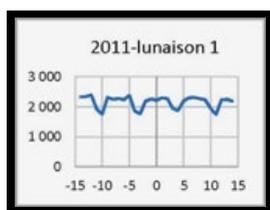
C'est la méthode adoptée dans le premier exemple.

Dans le deuxième exemple, on a noté 1 la date de nouvelle Lune puis 2 pour le lendemain... jusqu'à 29 ou 30. La pleine Lune est alors affectée de l'indice 15 ou 16. On peut également noter 0 pour la nouvelle lune, puis 1, 2... (c'est ce qu'on appelle l'âge de la Lune).

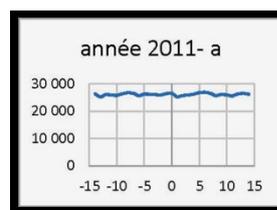
Exemple 1

Les données sont ici celles de l'Insee. On a étudié tout d'abord une lunaison (plus de 60 000 naissances), puis une année (2011, plus de 750 000 naissances) puis les 46 années disponibles à l'époque de l'étude (de 1968 à 2013, 35 082 333 naissances).

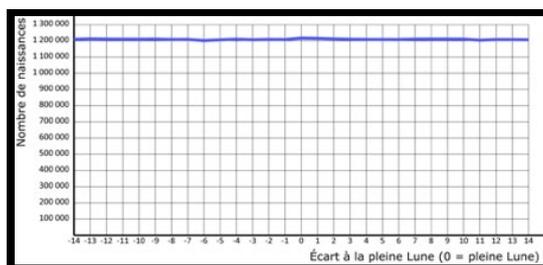
Si vous désirez refaire les calculs et les graphiques, vous trouverez tout le détail dans les pages 155 à 164 de l'ouvrage précédemment cité (Croyances et idées fausses en astronomie). Nous vous proposons ici les résultats de cette étude.



Nombre de naissances en France sur la première lunaison de 2011 en fonction de la Lune (0 = pleine Lune). On n'observe pas davantage de naissances en pleine Lune. Les minima correspondent à des week-ends.



Nombre de naissances en France en 2011 en fonction de la Lune (0 = pleine Lune). On ne voit pas le jour de pleine Lune se distinguer des autres jours (il se place en quatrième position).



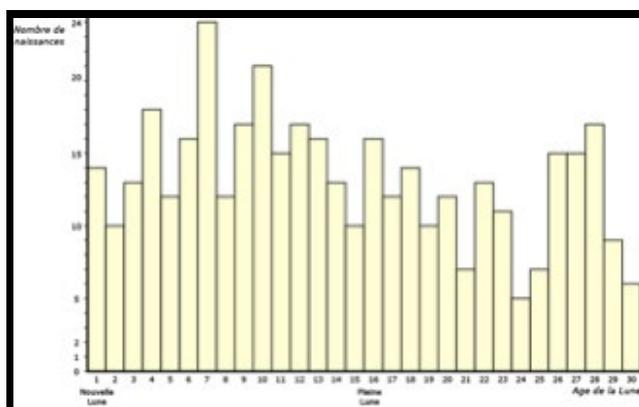
Nombre de naissances en France de 1968 à 2013 en fonction de la Lune (0 = pleine Lune). La courbe devient presque plate, avec de très légères variations. Le léger surplus visible le jour de pleine Lune est de 0,6 % de plus que la moyenne. Cette variation est très faible, il est impossible dans une maternité de déceler cet écart. Imaginons une maternité qui aurait un nombre moyen de 100 naissances par jour, l'écart à la pleine Lune ne serait même pas de 1.

On peut dire qu'il n'y a pas plus de naissances à la pleine Lune, l'écart sur 46 ans est très faible. Pourquoi dans ce cas-là certaines sages-femmes pensent honnêtement qu'il y a plus de naissances en pleine Lune ? On pourrait l'expliquer par ce qu'on appelle le biais de confirmation. Le nombre de naissances dans une maternité n'est jamais le même chaque jour. Il peut y avoir un nombre plus important de naissances un

jour de premier quartier, ou un jour de pleine Lune, ou un jour de dernier quartier... Si on a entendu dire qu'il y avait plus de naissances en pleine Lune, notre cerveau aura tendance à retenir plus facilement le 2^e cas que le 1^{er} ou le 3^e. Notre mémoire est sélective. On pourra alors penser en toute honnêteté avoir remarqué un nombre plus important de naissances en pleine Lune.

Exemple 2

Il peut paraître intéressant avec un groupe d'élèves d'étudier ce problème avec des données locales comme tous les élèves d'un établissement ou toutes les naissances sur une année dans une maternité proche. Mais il est bien évident que ce type d'étude n'aura pas la rigueur de la précédente. Il faut se méfier en particulier de certains biais. Si vous étudiez les naissances sur une année et si, cette année-là, les pleines lunes ne tombent que rarement un dimanche, vous risquez de trouver un excès de naissance en pleine Lune.



Nombre de naissances en fonction de l'âge de La Lune (en comptant 1 pour la nouvelle Lune) à partir de 397 dates de naissances des élèves d'un collège de Côte-d'Or. On ne remarque pas davantage de naissance à la pleine Lune mais plutôt à proximité du premier quartier.

Ce graphique montre que quelques centaines de dates de naissance restent insuffisantes pour conclure de manière certaine.

Où trouver les données

Vous pouvez accéder aux fichiers de données de l'Insee avec leur traitement dans les compléments en libre accès du HS13 *Croyances et idées fausses en astronomie*. Vous les trouverez sur le site de vente du CLEA (<https://ventes.clea-astro.eu>), cliquer sur HS13 détails, Compléments du chapitre 3, annexes p 155 et p 161.

Les explications sur cette activité et sur le traitement des données se trouvent dans le HS13 *Croyances et idées fausses en astronomie* disponible sur le [site https://ventes.clea-astro.eu](https://ventes.clea-astro.eu).

Les dates de pleine Lune se trouvent sur le site de l'IMCCE, ici : <https://promenade.imcce.fr/fr/pages4/441.html>

Astronomie et esprit critique

Séquence 2 : Nous et les astres

Séance 3. Astrologie

Collège-Lycée

Lorsqu'on parle d'astronomie et en particulier des constellations à observer comme le Taureau ou le Scorpion, il est courant d'avoir des remarques ou des questions sur l'astrologie. Vous trouverez ici quelques outils pour y répondre ainsi que deux exemples d'activités réalisées avec des élèves. Ces pages sont en partie extraites de l'ouvrage *Croyances et idées fausses en astronomie* édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (www.clea-astro.eu).

Elles contiennent :

- Un éclairage scientifique concernant astronomie et astrologie
- Quelques expériences autour de l'astrologie.

Vous trouverez plus de détails dans l'ouvrage cité.

Éclairage scientifique. Astronomie et astrologie

Beaucoup de personnes confondent ces deux termes qui utilisent parfois le même vocabulaire (planètes, zodiaque...) et qui pourtant n'ont plus grand chose en commun.

D'après le dictionnaire de l'Académie française :

« L'astronomie est la science ayant pour objet l'observation et l'étude des corps célestes dans leur position, leur mouvement et leur constitution. »

« L'astrologie est un art divinatoire prétendant prévoir les destinées humaines dans leur correspondance avec le mouvement des astres. »

Prenons un exemple.

Pour un astronome, Mars est une planète à peu près deux fois plus petite que la Terre qui tourne autour du Soleil en 687 jours. Elle nous apparaît dans le ciel de couleur orangée car son sol est constitué de roches contenant des oxydes de fer. Au cours de son histoire, son climat a évolué puisqu'on y trouvait des mers et des rivières et on se demande si un début de vie n'aurait pas pu y démarrer même si actuellement, on n'y a trouvé aucun organisme vivant, même microscopique.

Pour un astrologue, « Mars représente l'archétype masculin, l'action concrète, l'esprit d'entreprise, la confrontation et la domination, de la lutte ou de la petite rivalité à la guerre, voire toute la violence qui en découle... Mars est avant tout « désir », la pulsion de combler le manque, c'est l'énergie qui répond à l'attraction... de Vénus bien sûr ! » (extrait du site d'un astrologue).

On voit bien qu'astronomie et astrologie sont deux domaines bien séparés.

L'astronomie est une science qui évolue sans cesse. Nos connaissances sur les planètes ont été totalement transformées par l'invention de la lunette et du télescope puis par l'envoi des sondes spatiales. L'astrologie est une croyance dont les fondements n'ont pas ou guère évolué depuis 2000 ans.

Qu'est-ce que le zodiaque ?

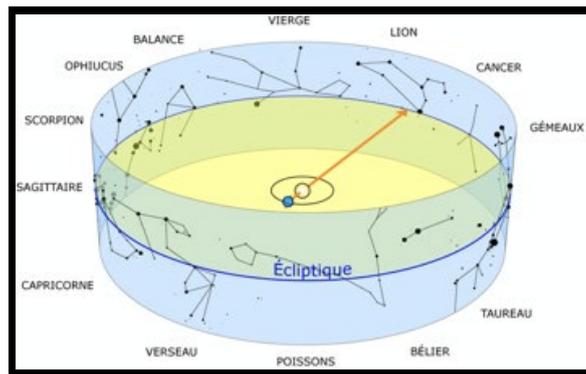
Les constellations du zodiaque

La Terre tourne autour du Soleil dans un plan appelé plan de l'écliptique (en jaune sur la figure ci-dessous). L'intersection de ce plan avec la « sphère céleste » s'appelle l'écliptique (ligne bleue). Vu depuis la Terre, le Soleil est toujours situé sur cette ligne.

L'écliptique traverse 13 constellations qu'on appelle constellations du zodiaque : Poissons, Bélier, Taureau, Gémeaux, Cancer, Lion, Vierge, Balance, Ophiucus, Scorpion, Sagittaire, Capricorne, Verseau, constellations déjà connues à l'époque de Ptolémée. Les constellations étant de tailles différentes, le Soleil passe plus ou moins de temps à traverser chacune de ces constellations, 8 jours pour le Scorpion, 45 pour la Vierge.

Sur la figure ci-dessous, on voit depuis la Terre le Soleil dans la constellation du Lion. Les constellations ne sont pourtant pas visibles en plein jour mais, en observant les étoiles visibles le soir ou le matin, on sait déterminer depuis l'Antiquité où se trouve le Soleil.

Comme les planètes tournent autour du Soleil à peu près dans le plan de l'écliptique, on les verra toujours, depuis la Terre, dans une des 13 constellations du zodiaque ou dans une constellation proche (on peut voir par exemple Vénus ou Mars dans Orion ou dans la Baleine...).

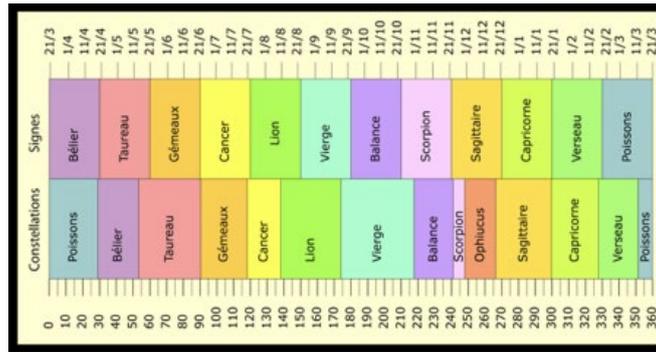


Le plan de l'écliptique (en jaune) et les 13 constellations du zodiaque. Depuis la Terre, positionnée ici fin août, on voit le Soleil dans la constellation du Lion.

Les signes du zodiaque

Pour repérer la position du Soleil sur l'écliptique, il est pratique d'utiliser une graduation. Pour cela, on a partagé l'écliptique en douze parties égales (comme les 12 mois de l'année) de 30° chacune, en partant du point vernal (position du Soleil à l'équinoxe de printemps). On a appelé chaque partie du nom de la constellation la plus proche. C'est ainsi que ces 12 signes du zodiaque ont des noms empruntés aux constellations du zodiaque. Mais comme il ne fallait que 12 noms, on n'a pas utilisé Ophiucus (appelé aussi le Serpente).

Ce repérage, fixé par rapport aux saisons il y a 2000 ans, s'est depuis décalé par rapport aux constellations à cause d'un lent mouvement de l'axe de la Terre. Ainsi, fin août, le Soleil est dans la constellation du Lion mais dans le signe de la Vierge. Les signes du zodiaque sont maintenant déconnectés des constellations.



Dates du passage du Soleil dans les constellations et dans les signes du zodiaque. Elles peuvent changer au maximum d'un jour d'une année à l'autre.

Histoire des constellations du zodiaque

Le zodiaque utilisé par les astrologues est essentiellement d'origine chaldéenne. Il s'est construit très progressivement et souvent de façon fortuite pendant les deux millénaires précédant notre ère, avec des emprunts à de nombreuses civilisations ayant chacune le besoin de trouver dans les événements célestes et les mouvements des astres des repères correspondant aux croyances du moment et à la nécessité de dresser des calendriers fiables. S'intéresser à cette lente et progressive construction, rechercher les raisons qui ont poussé les hommes à modifier et parfaire le modèle établi suivant les connaissances de l'époque, c'est se donner les moyens de relativiser les affirmations à caractère faussement scientifique des astrologues.

Les prémices mésopotamiennes

On a longtemps cru que les premiers zodiaques étaient d'origine égyptienne, mais les Égyptiens étaient bien peu curieux de la position des planètes. Mais en Mésopotamie par contre, l'observation des planètes était prépondérante et pour des raisons de repérage, il était important de connaître les constellations susceptibles de les abriter. Au début de ce millénaire précédant notre ère, le ciel est habité par les constellations les plus variées, rassurantes parce que ressemblant aux scènes de la vie de tous les jours, avec des animaux (aigle, panthère, serpent, coq...), des objets (balance, épi, chariot, flèche...) et des personnages (pasteur, vieillard, jumeaux...). Le zodiaque est constitué de domaines réservés aux dieux autour des étoiles les plus brillantes et ces constellations de taille très variable seront peu à peu assimilées avec plus ou moins de transformations par les civilisations suivantes jusqu'à l'époque romaine. On rencontre, sur ce « chemin du Soleil », le taureau céleste, l'épi (épouse de Mardouk, déesse de la fécondité), le chien géant s'étendant sur une partie de la Vierge actuelle (le Lion), les grands jumeaux Sin et Nergal (les Gémeaux), le poisson-chèvre (le Capricorne), la cruche de la pluie et du déluge de l'hiver (le Verseau), et le travailleur en louange représentant le Soleil.

L'astronomie à Babylone

C'est sur une remarquable tablette d'argile dite « de Cambyse », datant précisément de l'an 522 avant notre ère, que l'on découvre l'ébauche d'un zodiaque des signes ressemblant de façon significative à celui d'aujourd'hui. Le « chemin du Soleil » est devenu l'écliptique divisé en douze parties égales. Les astronomes babyloniens avaient placé l'équinoxe de printemps au milieu du premier signe, le « travailleur à gages » ou « homme loué » qui deviendra plus tard Aries (le Bélier) pour Eudoxe en Grèce. Le nom de chacune de ces douze parties correspondait aux constellations réelles de ce temps-là, et on retrouve sur cette tablette la plupart des appellations employées par nos astrologues modernes, les horoscopes

d'aujourd'hui comportant les quelques variantes apportées plus tard par les civilisations grecques puis romaines.

L'astronomie gréco-romaine

Un des artisans de l'âge d'or de la science grecque en astronomie est Eudoxe de Cnide, au 4^e siècle av. J.-C. Son œuvre a été perdue mais elle a été reprise et décrite dans le célèbre poème d'Aratos de Soles, les Phénomènes au 3^e siècle avant notre ère, puis repris par Ptolémée qui conserva les noms d'étoiles et de constellations dans son Almageste. Au cours de ces six siècles précédant notre ère, les constellations du zodiaque subirent quelques transformations lors de leur assimilation par les différentes civilisations gréco-romaines. Le Scorpion, constellation très étendue, fut progressivement coupé en deux. En Grèce, les « Pincés du Scorpion » sont décrites par Eudoxe, et Ptolémée note encore cette région du ciel « le Fléau ». Ce n'est qu'au temps d'Hipparque que ce signe prit aussi le nom de « la Balance », reprenant ainsi une très ancienne tradition des deux zodiaques orientaux, assyrien puis mésopotamien. Les « Grands Jumeaux » babyloniens devinrent finalement Castor et Pollux dans la mythologie romaine. Quant au Capricorne, des tablettes d'argile nous décrivent pour ce groupe d'étoiles un personnage mi-poisson mi-chèvre. Cette constellation est donc à moitié aquatique comme le sont toutes celles de l'hiver, mais aussi à moitié aérienne comme pour signifier une renaissance. Une explication possible est qu'à cette époque, le Soleil la traversait effectivement, au solstice d'hiver.

Le zodiaque aujourd'hui

Les premiers repères sur les chemins de la Lune et du Soleil des civilisations sumérienne puis mésopotamienne se sont très progressivement transformés en deux types de zodiaques différents. Les Latins ont, a priori, traduit les noms grecs, ce qui donne la liste complète des signes que nous trouvons dans Cicéron. Ces douze noms furent adoptés ensuite dans les différentes langues européennes. Mais circule en même temps, pendant tout l'empire romain et jusqu'à l'époque de Claude Ptolémée au 2^e siècle de notre ère, une autre liste colportée par les astrologues surnommés les Chaldéens, tous étrangers et souvent esclaves, comportant des noms du zodiaque des provinces d'Orient, en particulier d'Alexandrie. Ce zodiaque, adopté plus tard par les Persans et les Arabes, comprend des objets ou des astérismes des anciennes civilisations assyriennes de plus de deux millénaires : la Flèche (Sagittaire), Caper (Capricorne), l'Épi (Vierge), l'Urne (Verseau) ou les Pincés (Balance). Ces noms, les savants mythologues babyloniens puis grecs les ont transformés en personnages fabuleux avec une apparence d'êtres vivants dont les exploits légendaires pouvaient être racontés par tout astrologue pour justifier leur influence supposée sur les destinées humaines. Puis à la fin du 5^e siècle avant notre ère, certains auteurs grecs ou latins chargèrent chacune de ces constellations traversées par le Soleil d'un symbolisme supplémentaire en fonction des saisons et du climat, reprenant en cela le lien entre elles et les divinités qui leur étaient associées autrefois en Mésopotamie. Au printemps, le Soleil est dans le Taureau, signe d'élan et de renouveau. Au solstice d'été, il est dans le Cancer qui arrête son ascension puis le fait reculer comme le font les crabes. En plein été, il est dans le Lion, toujours ardent et brûlant la Terre. À l'équinoxe d'automne, il est dans la Balance qui rend les jours égaux aux nuits. Au solstice d'hiver, il est dans le Verseau qui noie et glace la Terre.

Le zodiaque d'aujourd'hui est une synthèse sur plusieurs siècles des croyances et des mythologies de toutes ces civilisations. De belles histoires qui ont peu à voir avec le ciel du siècle présent.

Quelques expériences autour de l'astrologie

Si on veut tester un horoscope, on peut lire les prévisions (d'évènement ou de caractère) pour son signe et chercher si elles correspondent à la réalité. Mais cette méthode présente de gros biais : si vous prenez l'horoscope de n'importe quel signe, vous trouverez toujours des concordances avec vous. Les horoscopes sont faits de telle manière que vous pouvez facilement vous y reconnaître. Il faut donc trouver d'autres méthodes.

Voici trois expériences sur ce sujet, les deux premières ayant été réalisées avec des classes de collège.

Expérience n° 1

Dans un premier temps, les élèves devaient découper tous les horoscopes qu'ils trouvaient dans la semaine et noter tous les évènements qui leur arriveraient.

Dans un deuxième temps, une réunion fut organisée en 3 étapes

1. Un des enfants lisait l'horoscope qu'il avait apporté sans indiquer le signe qui s'y rapportait. Puis un bilan était fait de ceux qui pensaient honnêtement que les évènements prédits correspondaient à ce qui leur était arrivé. On notait ensuite pour les élèves concernés s'il y avait concordance entre le signe indiqué par l'horoscope et celui des enfants. L'expérience fut refaite trois fois avec d'autres horoscopes. Constat sans commentaire !

2. Un signe était choisi au hasard et chacun leur tour, les élèves lisaient les prédictions des différentes revues apportées pour ce signe. Il avait été demandé au départ de ne faire aucun commentaire jusqu'à la fin de la lecture. Mais les francs éclats de rire spontanés et collectifs qui saluaient les contradictions montraient bien les conclusions que les jeunes tiraient de l'expérience.

3. Les élèves, par petits groupes, devaient faire l'horoscope pour un signe donné. Les textes ont été affichés. Chaque élève devait lire celui qui correspondait à son signe et noter pendant la semaine suivante les évènements en deux parties : ceux qui confirmeraient la prédiction, ceux qui la démentiraient.

La semaine suivante, surprise, tous les horoscopes étaient vérifiés. Conclusion d'un des élèves : c'est normal : puisqu'on savait que ça devait nous arriver, on a tout fait pour que ça arrive. C'est toujours comme ça avec les horoscopes".

Expérience n° 2

Cette expérience a été menée avec une classe de 3^e, dans un collège rural, dans le cadre d'un cours de mathématiques, ce qui a permis de faire un peu de statistiques et de probabilités.

Le but était de tester les horoscopes du journal local. La technique qui a été retenue, calquée sur des enquêtes déjà réalisées, a été de proposer aux élèves du collège trois horoscopes de la veille dont celui correspondant à leur signe en leur demandant lequel des trois correspondait le mieux à ce qui leur était arrivé. Après discussion avec la classe, nous avons retenu les conclusions possibles suivantes :

- si les horoscopes sont faits au hasard, on a une chance sur trois de donner le « bon » résultat, celui de son signe zodiacal. Si on obtenait un taux de bonnes réponses autour de 33 %, on pouvait conclure sur le peu d'intérêt de ces horoscopes ;

- si on obtenait plus de 50 % de bonnes réponses, c'est que ces horoscopes contenaient peut-être quelque chose de vrai ;

- si on obtenait moins de 20 % de bonnes réponses, c'est qu'ils semblaient capables de prévoir ce qui n'allait pas se passer...

Pour avoir suffisamment de réponses, l'enquête a été réalisée le jour du cross du collège. Chaque élève devait, sur un ordinateur, indiquer sa date de naissance (sans l'année), préciser s'il avait lu l'horoscope du journal de la veille, puis choisir parmi trois horoscopes celui qui correspondait le mieux à ce qui lui était arrivé. S'affichaient alors dans un ordre aléatoire trois horoscopes, celui correspondant à leur signe, plus deux autres choisis au hasard parmi les onze restants.

241 élèves ont été testés. 79 ont trouvé l'horoscope de leur signe, soit 32,8 %.

Le résultat final paraît presque trop beau, très proche des 33,3 % théoriques si on considère les horoscopes comme n'ayant aucune valeur.

Pour être honnête, précisons que nous n'avons pas montré ici que l'astrologie ne prévoyait pas mieux que le hasard mais uniquement que ces horoscopes-là n'avaient pas prévu ce qui allait se passer.

Autres expériences

Les deux expériences précédentes permettent de tester quelques types de prédictions astrologiques, celles que l'on trouve habituellement dans les journaux. Mais d'autres astrologues vous diront que ces « horoscopes » grand public n'ont aucune valeur. Il faudrait donc tester les différents types d'astrologie, et il y en a beaucoup.

Différentes expériences ont été faites. Par exemple, demander les dates de naissance à une série de personnes et un peu plus tard, distribuer exactement le même portrait psychologique réalisé par un astrologue à chacun en le faisant passer pour le sien. Une grande majorité de personnes croient alors se reconnaître dans ce portrait ; c'est un biais cognitif bien connu appelé effet Barnum.

Une autre expérience, souvent citée parce que suivant des normes scientifiques, a été réalisée par un physicien américain, Shawn Carlson, en collaboration avec des astrologues notoires. Le but était de tester la justesse d'un portrait psychologique réalisé par un astrologue à partir du ciel de naissance avec la position du Soleil et des planètes.

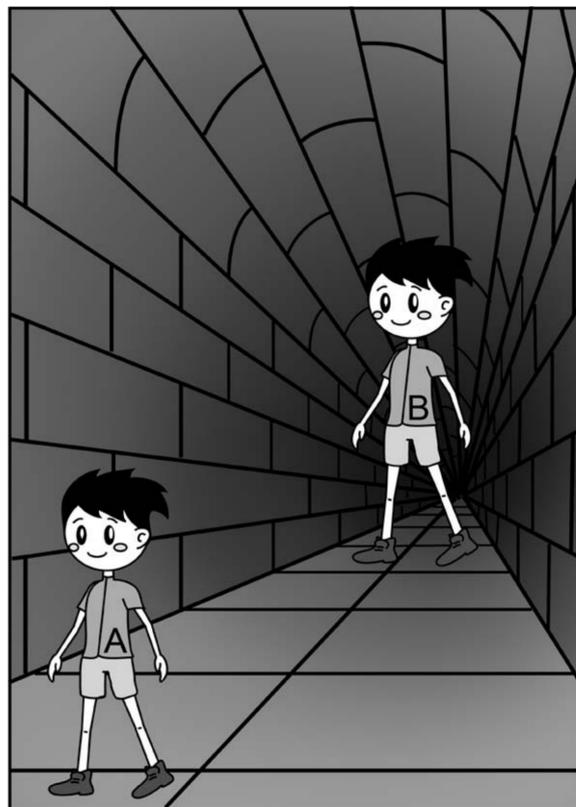
La méthode utilisée était celle-ci : chaque sujet – il y en avait près d'une centaine – recevait trois portraits psychologiques, le sien réalisé par un astrologue, plus deux autres tirés au sort parmi ceux qui restaient. Si ces portraits étaient faits au hasard, il y avait une chance sur trois de trouver le bon. Les astrologues espéraient réaliser un score d'au moins 50 %. Résultat de l'enquête : 33,7 % de bonnes réponses. Les portraits psychologiques des astrologues n'avaient pas plus de chance de ressembler à leur sujet que s'ils avaient été faits au hasard.

Observer et utiliser son esprit critique

Astronomie et esprit critique

Cycles 2-3

Un exemple de Fiche pour l'évaluation



1. Observe et décris avec précision pour permettre à d'autres de reproduire la même image.

.....

.....

.....

.....
2. Mathieu pense que le personnage B est plus grand par rapport au personnage A. Que vas-tu lui répondre ? Comment justifies-tu ta réponse ?

.....
.....
.....
.....
.....

3. « Deux objets de la même taille peuvent nous apparaître de taille différente si l'on change leur distance par rapport à nous. » Comment t'y prendrais-tu pour vérifier cette affirmation ?

.....
.....
.....
.....
.....

4. « Chaque fois que j'arrose les plantes il pleut ». Que penses-tu de cette affirmation ? Comment t'y prendrais-tu pour la vérifier ?

.....
.....
.....
.....

Correction pour l'enseignant

1. On s'attend à une observation détaillée, précise, avec des mesures.
2. On s'attend à ce que les élèves mesurent les deux personnages, se rendent compte qu'ils ont la même taille et fassent la différence entre impression subjective et observation outillée par un instrument de mesure. Les élèves pourront expliquer à Mathieu qu'il s'agit d'une illusion visuelle et que pour s'en assurer il faut avoir recours à des observations plus objectives.
3. On s'attend à ce que les élèves pensent à reproduire la situation en vrai ou en produisant un modèle, en se dotant d'instruments de mesure adaptés, comme ici : *Les écrans, le cerveau et l'enfant*, [Séance 6 – Grand ou petit, une illusion de taille](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/27846/sequence-1-la-perception) <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/27846/sequence-1-la-perception>, - Fondation *La main à la pâte*).
4. On s'attend à ce que les élèves citent le besoin d'observer de manière systématique ce qui se passe quand on arrose et quand on n'arrose pas. On s'attend à ce qu'ils citent le besoin de multiplier suffisamment les observations pour que leur résultat ne soit pas trop influencé par le hasard.

Correction pour l'enseignant

Les élèves pourront choisir de se renseigner par une recherche documentaire. Dans ce cas, il faudra veiller à ce qu'ils citent clairement leurs sources, à ce qu'ils choisissent des sources expertes dans le domaine concerné et surtout des sources qui apportent des preuves fondées sur des méthodes rigoureuses d'observation et sur des connaissances bien établies. En effet, dans ce domaine nombre de sites d'agriculture (qui donc peuvent être considérés comme des sources expertes par les élèves) relatent ce type de croyances, sans pour cela faire référence à des preuves rigoureuses.

Les élèves pourront aussi proposer des tests. Il faudra alors veiller à ce qu'ils pensent à respecter un protocole rigoureux de comparaison entre plantations effectuées à des moments différents du cycle lunaire, ou à ce qu'ils pensent à multiplier leurs observations pour prendre en compte les effets du hasard. Même si un protocole parfaitement rigoureux ne peut pas être réalisé ils pourront indiquer les limites de leur protocole et ce qu'il faudrait faire, en des conditions idéales.

Cette ressource a été produite par



En collaboration avec



- Une partie des séances proposées sont extraites de l'ouvrage [Croyances et idées fausses en astronomie](http://clea-astro.eu/aLaUne/hors-serie-nb013-croyances-et-idees-faussees-en-astronomie/) (<http://clea-astro.eu/aLaUne/hors-serie-nb013-croyances-et-idees-faussees-en-astronomie/>), édité par le Comité de liaison enseignants et astronomes (CLEA : www.clea-astro.eu).
- D'autres sont extraites de projets et séquences pédagogiques produites par la Fondation *La main à la pâte*, et notamment : [Sur les pas d'Ératosthène](https://www.fondation-lamap.org/fr/eratos) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/eratos>), [Calendriers, miroirs du ciel et des cultures](https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/calendriers>), [Module pédagogique Esprit scientifique, esprit critique : Séquence Opération Lune](https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune) (<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/64895/operation-lune>).

Date de publication

Juin 2021

Licence

Ce document a été publié sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

CLEA – Comité de Liaison Enseignants et Astronomes

CLEA IREM de PARIS, case courrier 7018, Université de Paris
75205 PARIS Cedex 13

04 26 73 12 27

contact@clea-astro.eu

Site : www.clea-astro.eu



Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75 006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

